



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje



INTEGRIRANI AUTOMATSKI SUSTAV RASKLAPANJA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr.sc. Zoran Kunica

Danijel Topalović

Zagreb, 2007.

Brz razvoj automatskih sustava rasklapanja uvjetovan je trendom što racionalnijeg korištenja prirodnih izvora (resursa) i porastom cijene ljudskog rada. Za razvoj automatskih sustava rasklapanja od izuzetne je važnosti primjena cjelovitog i modularnog pristupa u oblikovanju životnog vijeka proizvoda, kao i razvoj novih integriranih softvera koji omogućuju oblikovanja, simulacije i programiranje unutar jednog jedinog softverskog paketa.

U radu su opisani uloga i utjecaj promatranja životnog vijeka proizvoda na tehnologiju rasklapanja, teorijska razmatranja vezana uz tehničke sustave rasklapanja, i njihovo projektiranje. Potom je problematika projektiranja automatskih sustava rasklapanja razmotrena za zadani proizvod – sklop, za kojega se je oblikovao odgovarajući automatski sustav rasklapanja, temeljen na postojećoj opremi (robotski sustava *AdeptSix 300*).

Planom rasklapanja analizirane su pojedine orijentacije proizvoda jer svaka od orijentacija igra značajnu ulogu u postupku rasklapanja (stabilnost proizvoda, redosljed rasklapanja, vrsta i broj operacija rasklapanja).

Potom je za najpogodniju orijentaciju i redosljed rasklapanja uslijedilo oblikovanje automatskog procesa i sustava rasklapanja, Delmiaom.

Oblikovane su dvije varijante automatskog sustava rasklapanja koje se baziraju na sređenoj okolini (proizvod za rasklapanje se uvijek uzima sa točno određene pozicije). Prvom varijantom se nastojalo ukazati na mogućnost kružnog ciklusa montaža/demontaža, a drugom je varijantom sustav rasklapanja prikazan kao zasebna jedinica, jer je takav sustav češće prisutan u industriji.

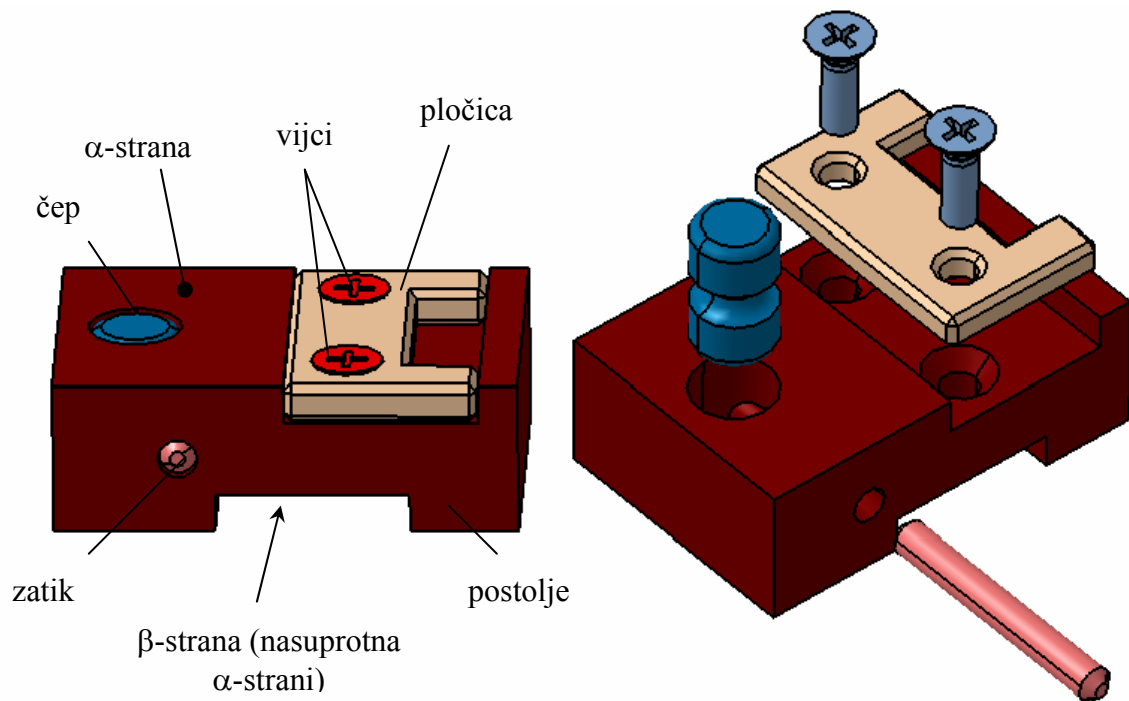
Potom se pristupilo izradi simulacije rada sustava, te razmatranju mogućnosti izrade robotskog kôda kojim bi se simulirani zadatak izvršavao u stvarnosti.

Za daljnji rad, posebno se nameću dvije mogućnosti unapređenja.

Prva, unapređenje oblikovanih varijanti automatskog procesa i sustava rasklapanja moglo bi se ostvariti nadogradnjom - povezivanjem s vizijskim sustavom, što bi sustavu dalo veću autonomnost. Druga mogućnost unapređenja bi se očitovala uključenjem Adeptovog postprocesora unutar Delmiae, čime bi se prebacivanje *off-line* stvorenog kôda na kontroler robota teklo vrlo brzo.



Slika 1. Proizvod – sklop, koji se rasklapa



Slika 2. Proizvod: u sklopljenom stanju (lijevo), eksplodiran (desno)

Tablica 1. Osnovni redoslijedi montaže proizvoda

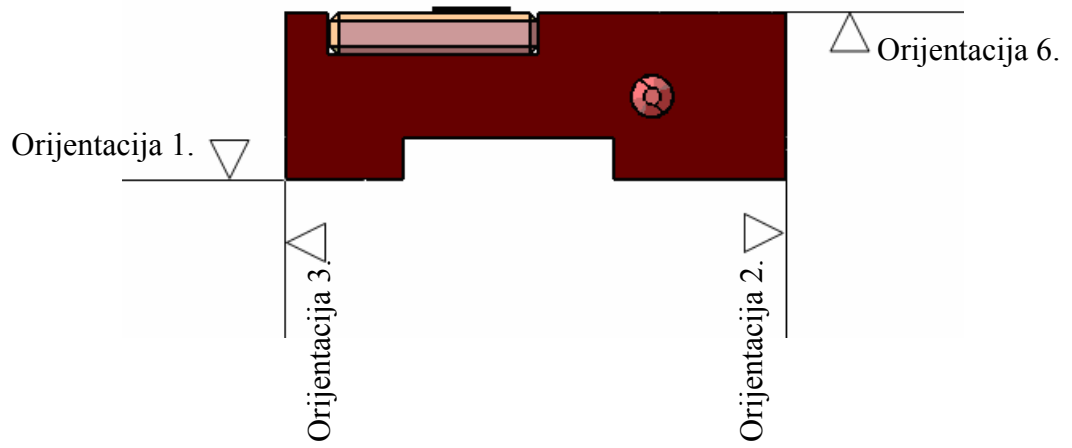
Redoslijed 1.		Redoslijed 2.	
Redni broj po redoslijedu	Dio	Redni broj po redoslijedu	Dio
1	postolje	1	postolje
2	pločica	2	čep
3 i 4	vijci	3	zatic
5	čep	4	pločica
6	zatic	5 i 6	vijci

Tablica 2. Dodjeljivanje oznaka ugradbenim elementima

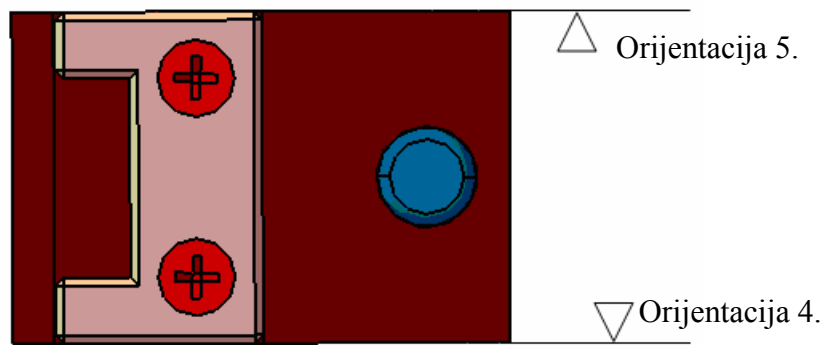
Naziv elementa	Oznaka ugradbenog elementa
postolje	A
pločica	B
vijak 1	C
vijak 2	D
čep	E
zatic	F

Tablica 3. Varijante redoslijeda rasklapanja

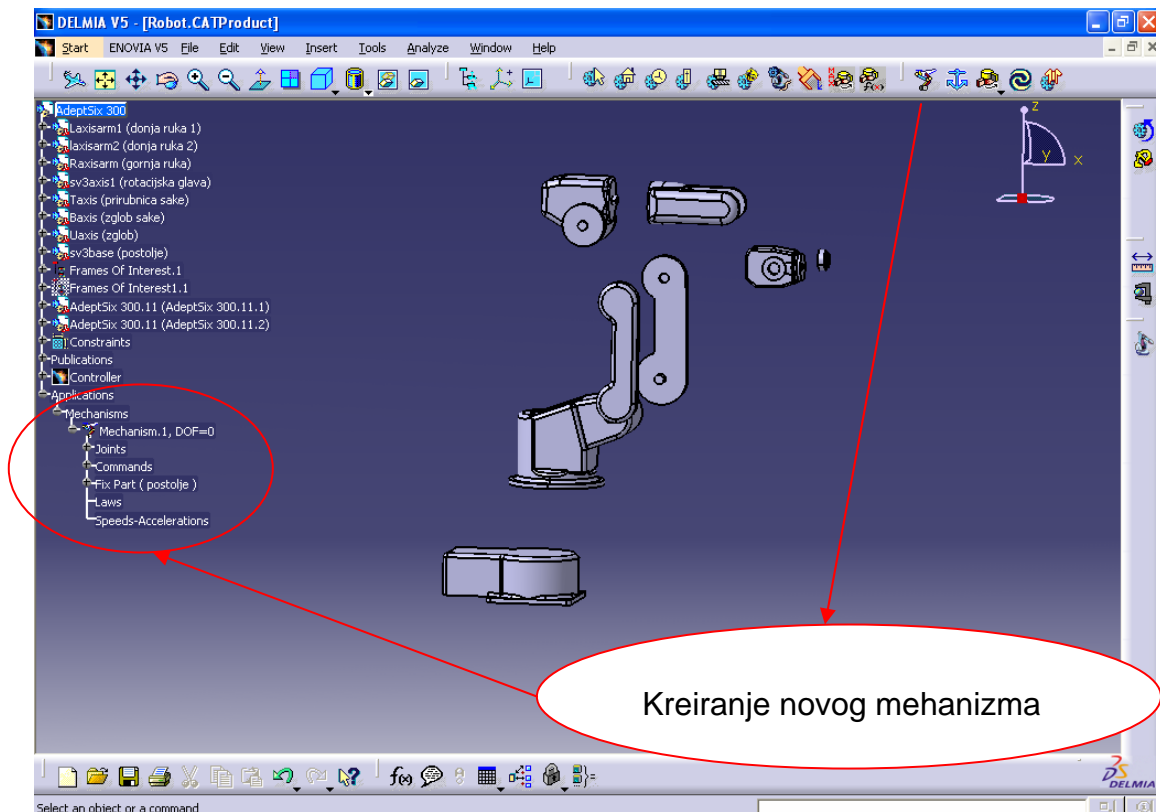
Redni broj ugradbenog elementa po redoslijedu rasklapanja	Redoslijed 1	Redoslijed 2	Redoslijed 3
1	C	F	F
2	D	E	C
3	B	C	D
4	F	D	B
5	E	B	A
6	A	A	E



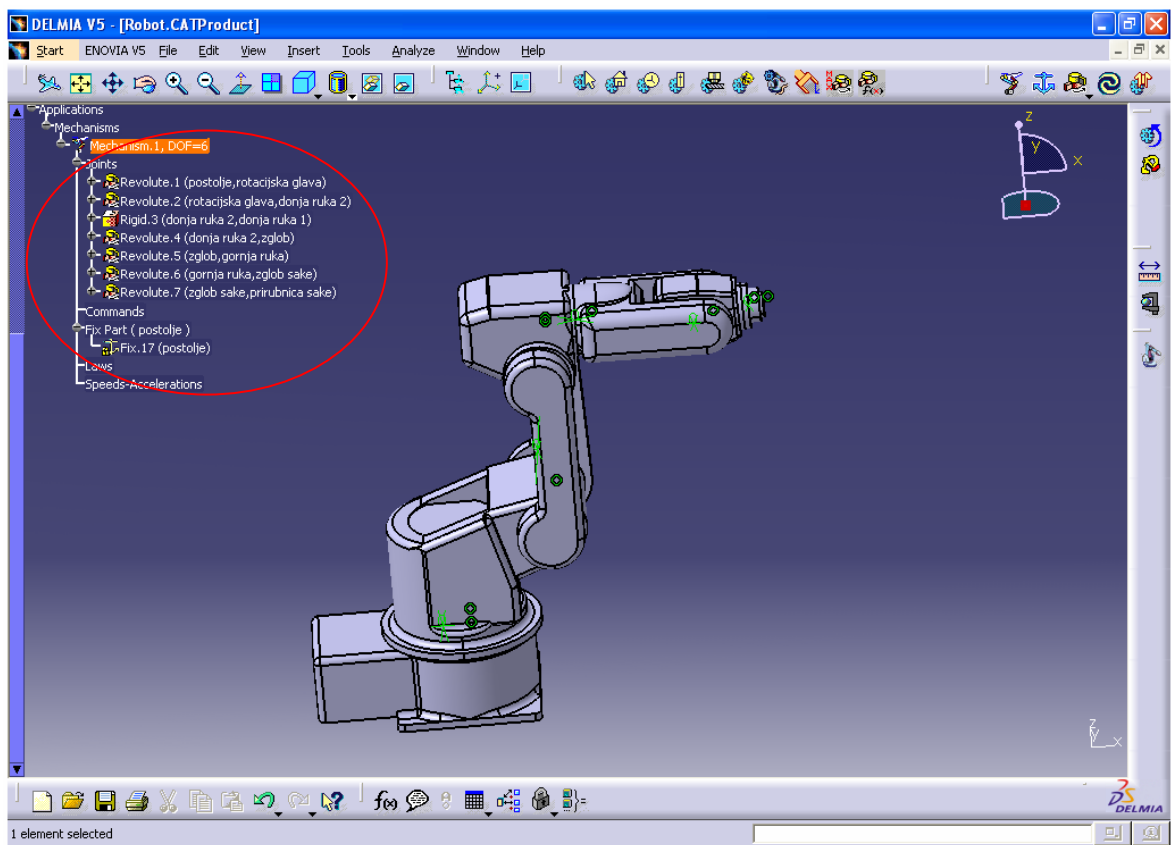
Slika 3. Moguće orijentacije proizvoda: 1. i 2., 3. i 6.



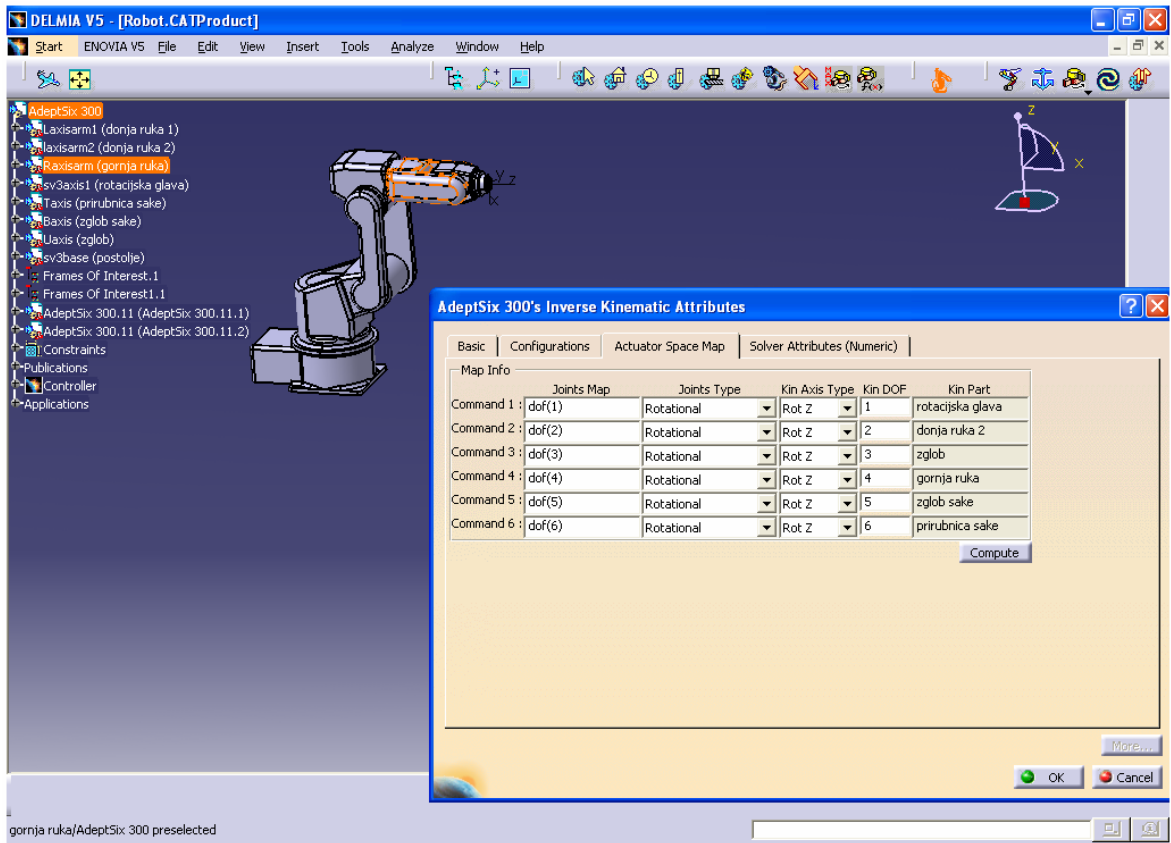
Slika 4. Moguće orijentacije proizvoda: 4. i 5.



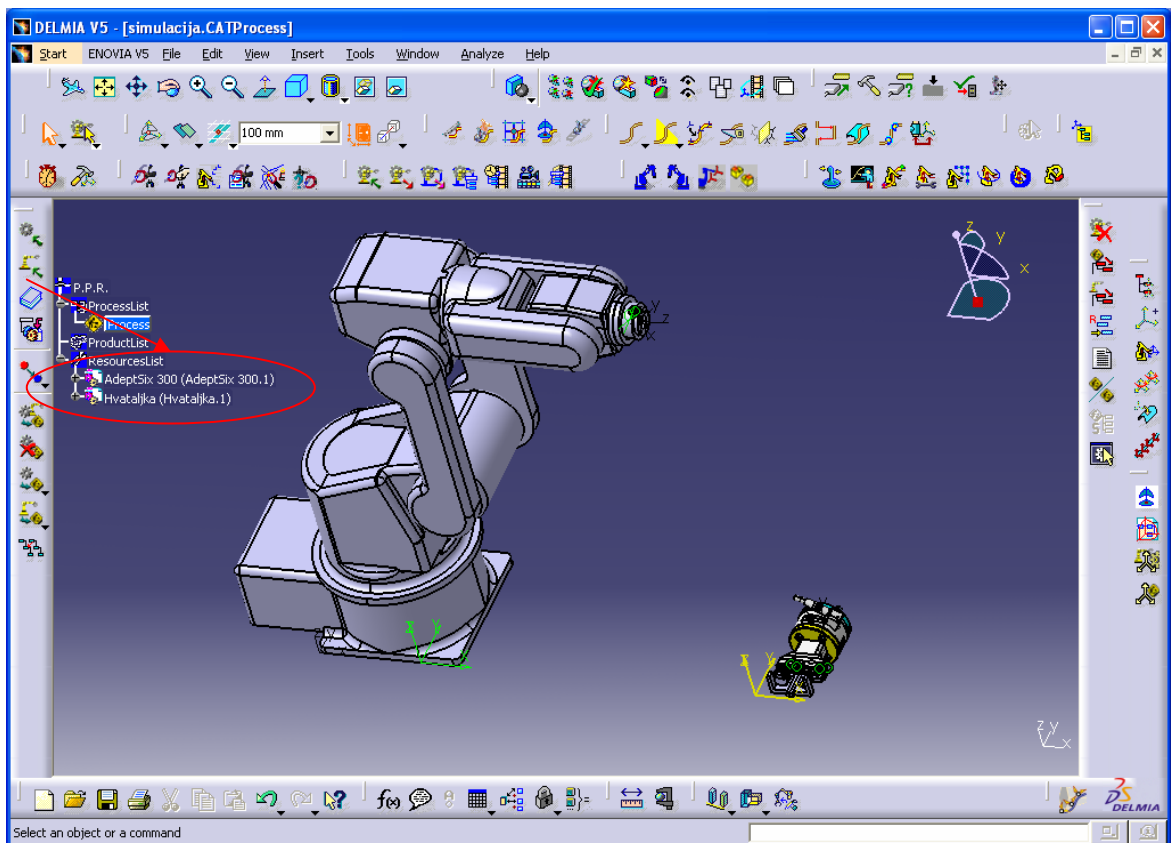
Slika 5. Kreiranje mehanizma robota



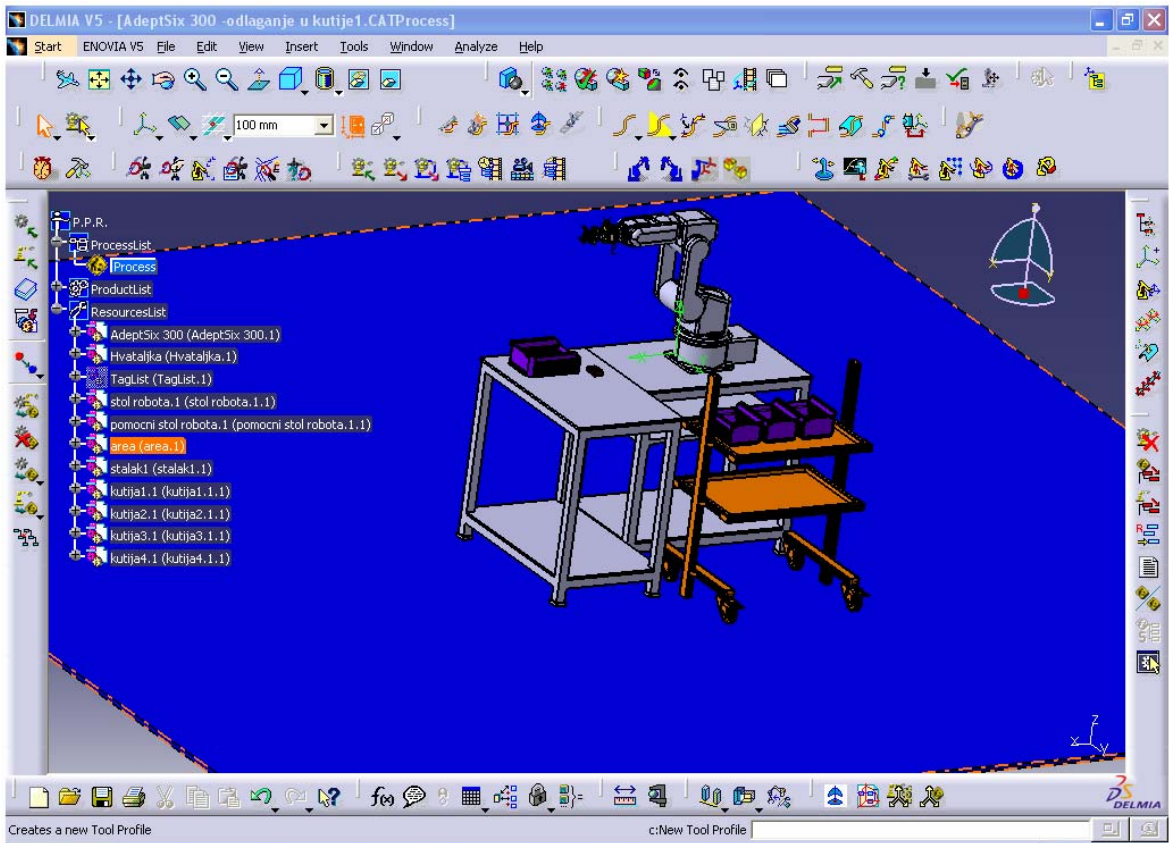
Slika 6. Sklop robota sa zglobovima



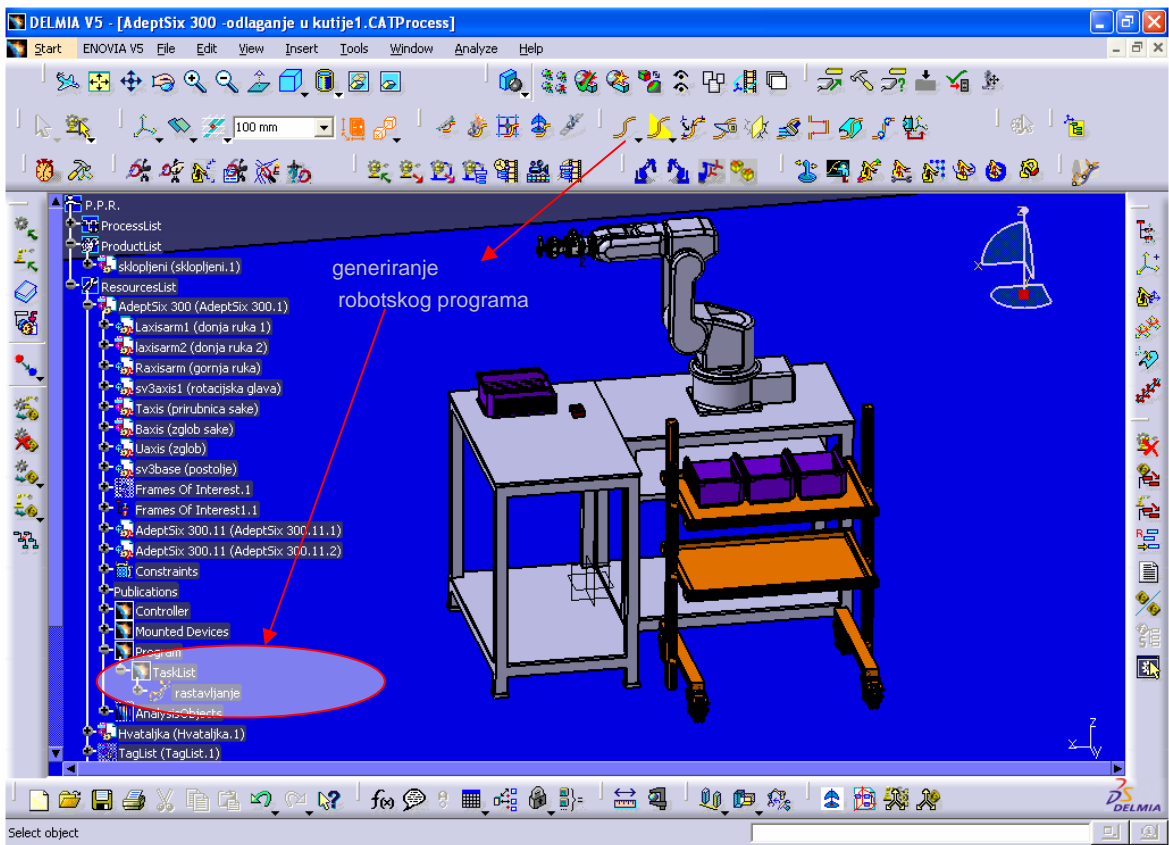
Slika 7. Definiranje robotskih parametara – prozor 3.



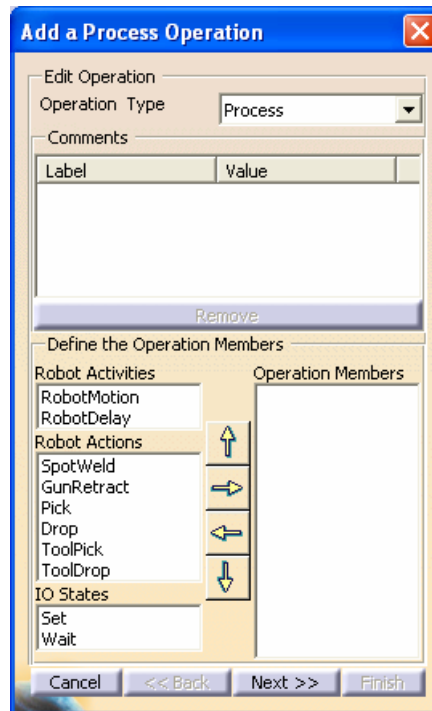
Slika 8. Učitavanje robota i hvataljke



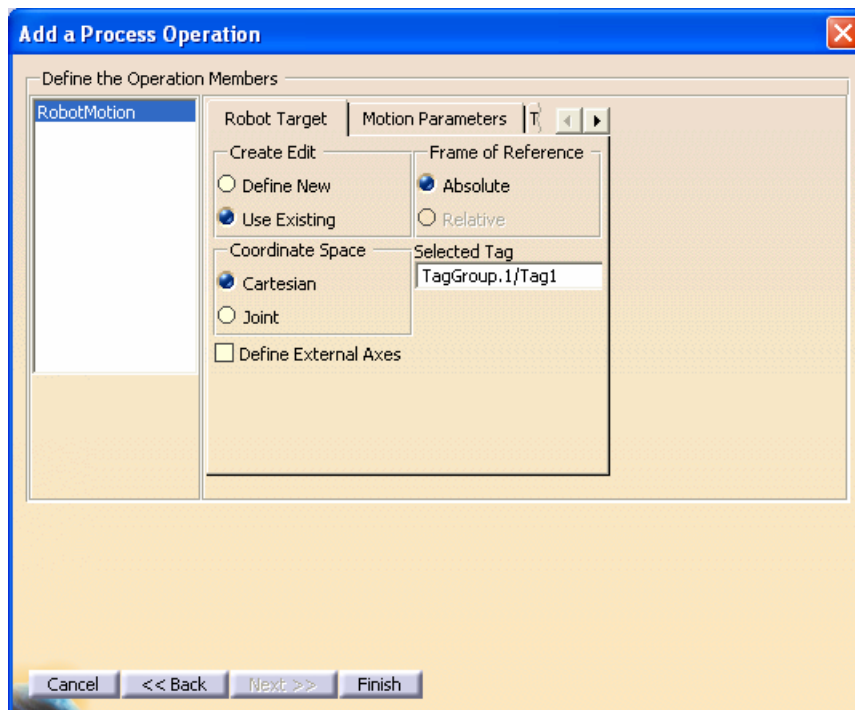
Slika 9. II. varijanta sustava rasklapanja



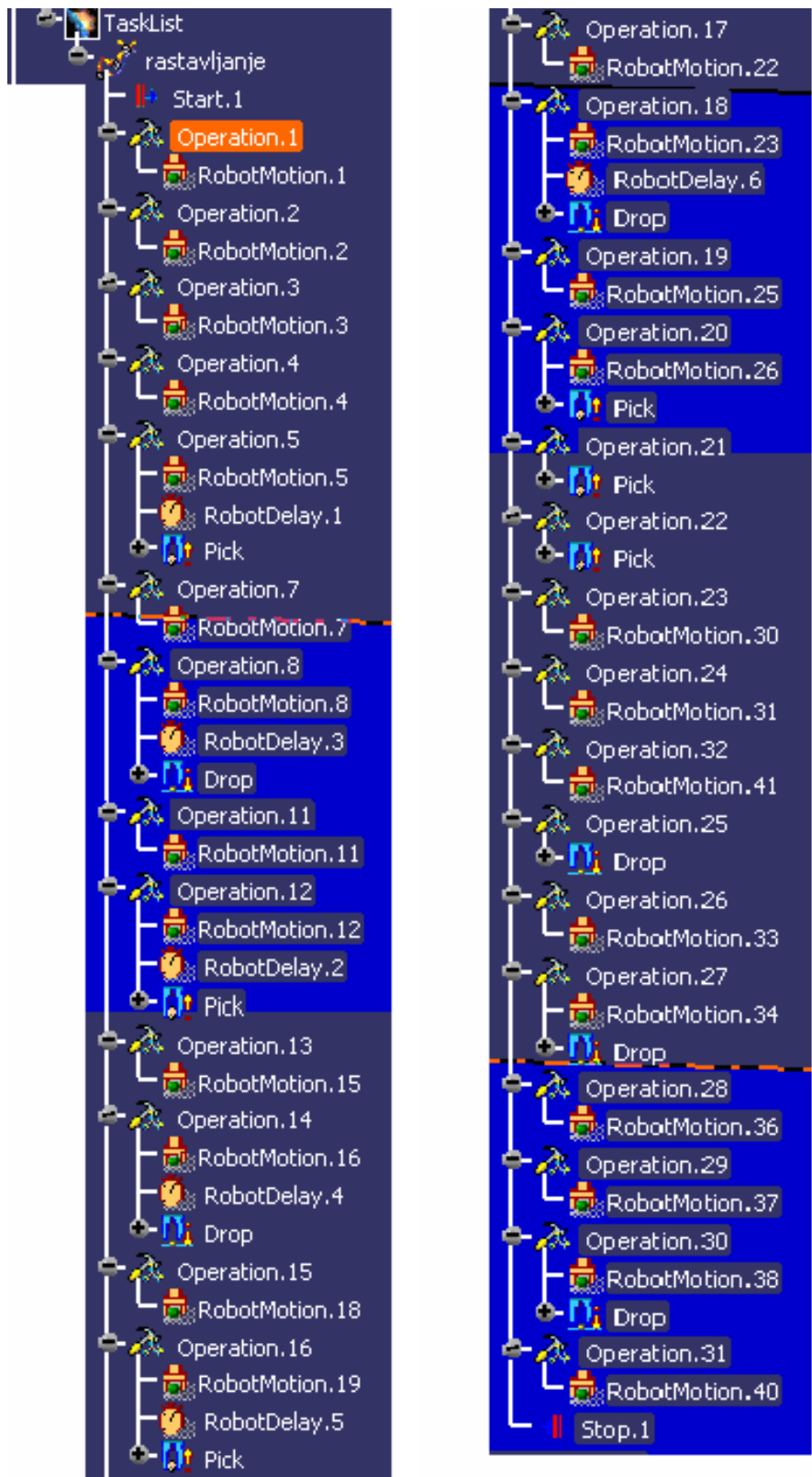
Slika 10. Generiranje robotskog programa



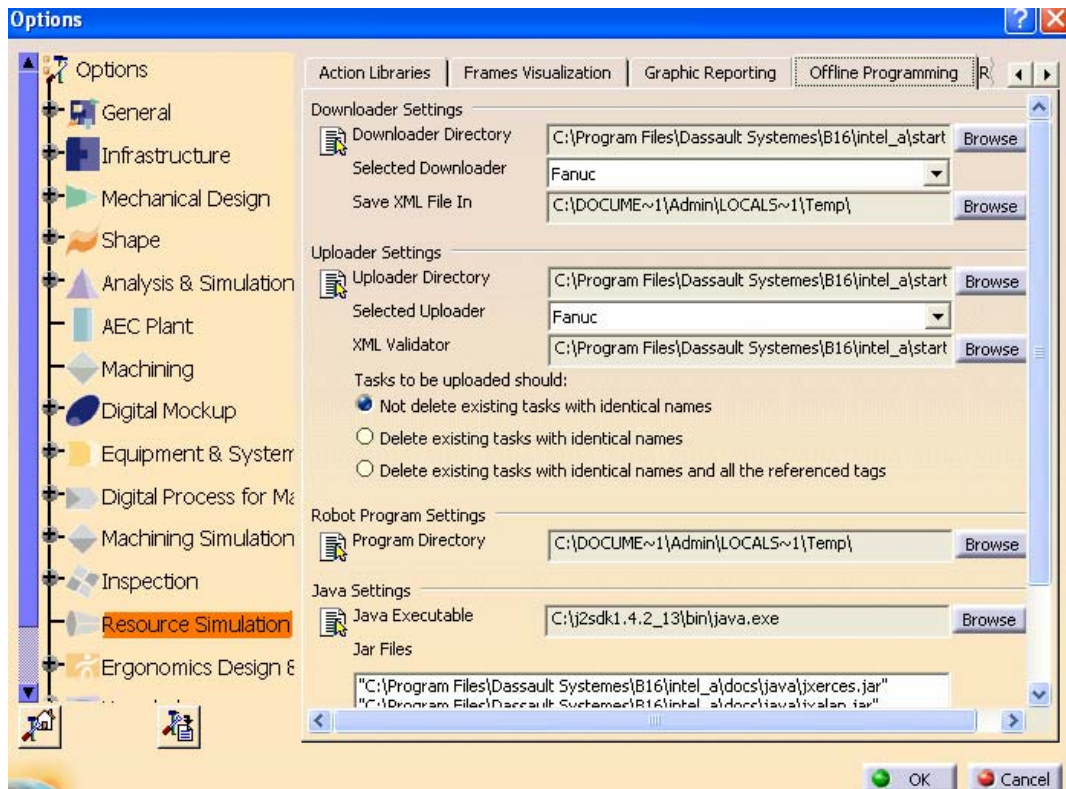
Slika 11. Dodjeljivanje operacije procesu



Slika 12. Definiranje dodijeljene operacije robotu



Slika 13. Operacije rasklapanja proizvoda pomoću II. varijante sustava rasklapanja



Slika 14. Options – Offline Programming

Prilog 1. Izlist robotskog programa generiranog u Delmiai

```

/PROG rasklapanje
/ATTR
OWNER          = MNEDITOR;
COMMENT        = "DELMIA OFFLINE PROGRAM - Resource Id ";
PROG_SIZE      = 0;
CREATE         = DATE 07- 05- 29 TIME 05:42:41;
MODIFIED       = DATE 07- 05- 29 TIME 05:42:41;
FILE_NAME      = ;
VERSION        = 0;
LINE_COUNT     = 0;
MEMORY_SIZE    = 0;
PROTECT        = READ_WRITE;
TCD: STACK_SIZE = 0,
    TASK_PRIORITY = 50,
    TIME_SLICE = 0,
    BUSY_LAMP_OFF = 0,
    ABORT_REQUEST = 0,
    PAUSE_REQUEST = 0;
DEFAULT_GROUP  = 1,1,*,*,*;
CONTROL_CODE   = 00000000 00000000;
/MN
1:  UTOOL_NUM = ;
2:  UFRAME_NUM = ;
3:J P[1] NaNsec FINE ;
4:J P[2] NaNsec FINE ;
5:J P[3] NaNsec FINE ;
6:J P[4] NaNsec FINE ;
7:J P[5] NaNsec FINE ;
8:  WAIT 0.3(sec);

```

```

9:J P[6] NaNsec FINE ;
10:J P[7] NaNsec FINE ;
11:  WAIT 1(sec);
12:J P[8] NaNsec FINE ;
13:J P[9] NaNsec FINE ;
14:  WAIT 1(sec);
15:J P[10] NaNsec FINE ;
16:J P[11] NaNsec FINE ;
17:  WAIT 1(sec);
18:J P[12] NaNsec FINE ;
19:J P[13] NaNsec FINE ;
20:  WAIT 0.3(sec);
21:J P[14] NaNsec FINE ;
22:J P[15] NaNsec FINE ;
23:  WAIT 0.2(sec);
24:J P[16] NaNsec FINE ;
25:J P[17] NaNsec FINE ;
26:J P[18] NaNsec FINE ;
27:J P[19] NaNsec FINE ;
28:J P[20] NaNsec FINE ;
29:J P[21] NaNsec FINE ;
30:J P[22] NaNsec FINE ;
31:J P[23] NaNsec FINE ;
32:J P[24] NaNsec FINE ;
33:J P[25] NaNsec FINE ;
34:J P[26] NaNsec FINE ;

/POS
P[11]{
  GP1:
  UF : , UT : ,          CONFIG : 'P o s , NaN, NaN, NaN',
  X = 551.662 mm, Y = 4.000 mm, Z = 376.000 mm,
  W = 53.834 deg, P = -89.999 deg, R = -60.834 deg
  GP2:
  UF : , UT : ,
  J1 = 0.000 mm, J2 = 0.000 mm
};
P[2]{
  GP1:
  UF : , UT : ,          CONFIG : 'P o s , NaN, NaN, NaN',
  X = 540.662 mm, Y = 2.500 mm, Z = 242.000 mm,
  W = 13.405 deg, P = -90.000 deg, R = -20.405 deg
  GP2:
  UF : , UT : ,
  J1 = -13.000 mm, J2 = -13.000 mm
};

...

P[25]{
  GP1:
  UF : , UT : ,          CONFIG : 'P o s , NaN, NaN, NaN',
  X = 763.662 mm, Y = -160.000 mm, Z = 103.400 mm,
  W = 13.795 deg, P = -90.000 deg, R = -20.795 deg
  GP2:
  UF : , UT : ,
  J1 = -4.000 mm, J2 = -4.000 mm
};
P[26]{
  GP1:
  UF : , UT : ,
  J1 = NaN deg, J2 = NaN deg, J3 = NaN deg,
  J4 = NaN deg, J5 = NaN deg, J6 = NaN deg
  GP2:
  UF : , UT : ,
  J1 = 0.000 mm, J2 = 0.000 mm
};
/END

```