

Sveučilište: Sveučilište u Rijeci

Fakultet: Tehnički fakultet

Akadska godina: 2010/2011

Prezentacija studentske prakse



Student: Nikola Vitulić
Studij: Tehnološko informatičko inženjerstvo
Studijska godina: 5. godina

Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković

Ime industrijskoga mentora: prof.dr.sc. Vid Jovišević

Skoro četiri desetljeća Mašinski fakultet Sveučilišta u Banja Luci svojom vizijom i praksom ostvaruje na najvišem nivou obrazovanje i istraživanje u području strojarstva. Znanja i potrebe društva i privrede utiču na koncipiranje suvremenih programa obrazovanja. Kvaliteta obrazovanja uvijek je određen snagom fundamentalnih i primijenjenih istraživanja. Kao jedan od najstarijih fakulteta i utemeljivača Sveučilišta u Banja Luci, Mašinski fakultet je, ne samo obrazovao više od 1500 inženjera strojarstva, već je često bio BiH lider u implementaciji novih tehnologija, kao što su npr. aplikacije Internet tehnologije (1995. god.) i robotike (2007. god.).



Fakultet izvodi pet studijskih programa na preddiplomskim, diplomskim i doktorskim studijima usklađeni prema bolonjskom procesu. To su programi:

- PROIZVODNO MAŠINSTVO
- ENERGETSKO I SAOBRAĆAJNO MAŠINSTVO
- MEHATRONIKA
- INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT
- ZAŠTITA NA RADU

Sa pet studijskih programa, 48 nastavnika i suradnika, 12 laboratorija, 5 predavaona, računalnim centrom, knjižnicom i wireless internetom, Mašinski fakultet predstavlja jednu od najznačajnijih ustanova visokog obrazovanja tehničke struke u BiH.

Mašinski fakultet Sveučilišta u Banja Luci objedinjuje danas djelatnost 11 zavoda, i to:

- Katedra za automatizaciju i mehanizaciju
- Katedra za industrijsko inženjerstvo i menandžment
- Katedra za inženjerstvo zaštite radne sredine
- Katedra za matematiku i opšte predmete
- Katedra za materijale, zavarivanje i metalurgiju
- Katedra za mehaniku i konstrukcije
- Katedra za motore vozila i saobraćaj
- Katedra za termotehniku i termoenergetiku
- Katedra za tehnologiju obrade drveta
- Katedra za tehnologiju obrade rezanjem i obradne sisteme
- Katedra za tehnologiju plastičnosti i obradne sisteme

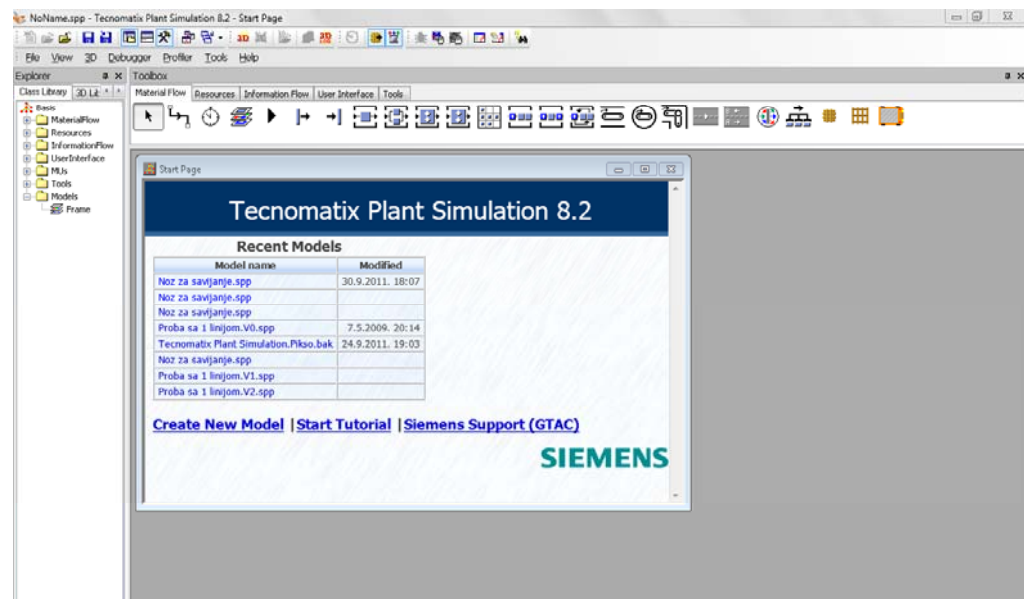
➤ Prikaz plana provođenja studentske prakse

- ✓ Upoznavanje laboratorija za projektiranje tehnoloških procesa Mašinskog fakulteta u Banjoj Luci;
- ✓ Pregled ostvarenih rezultata u laboratoriju – objavljeni radovi, praktični projekti, diplomski radovi studenata itd.
- ✓ Analiza softvera za modeliranje i simulaciju proizvodnih procesa “Tecnomatix Plant Simulation“;
- ✓ Analiza tehnološkog procesa proizvodnje alata za čeono savijanje lima;
- ✓ Primjena softvera za modeliranje i simulaciju proizvodnih procesa “Tecnomatix Plant Simulation“ na primjeru tehnološkog procesa proizvodnje alata za čeono savijanje lima;
- ✓ Prikaz i analiza rezultata optimizacije simulacijskog modela tehnološkog procesa proizvodnje alata za ugaono savijanje lima;

Primarni zadatak moje praktične nastave je bio upoznati softver “Tecnomatix Plant Simulation“ koji služi za modeliranje, simulaciju i analizu procesa obrade.

Ova aplikacija ima mogućnost:

- Upravljanje ciklusom proizvodnog okruženja
- Sakupljanje podataka o toku proizvodnje
- Optimizaciju procesa proizvodnje određenog proizvoda
- Simulacija kompletnog toka materijala u proizvodnji uključujući sve relevantne proizvodne, skladišne i transportne aktivnosti
- Itd...



Simulacija proizvodnih procesa se izvršava se pomoću sljedećih koraka:

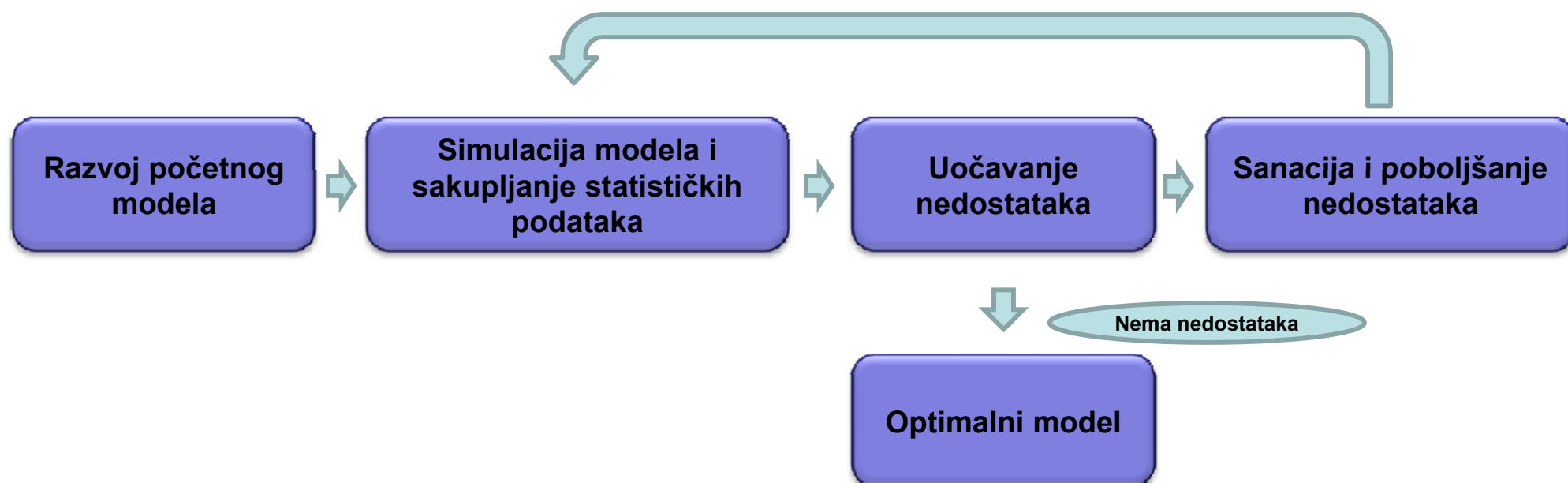
- Procjena i sakupljanje podataka iz realnih proizvodnih procesa koji su neophodni za projektiranje simulacijskog modela,
- Određivanje cilja simulacijske studije i stvaranje simulacije u skladu sa definiranim ciljevima,
- Pokretanje eksperimenta za izvođenje simulacije u sklopu modela, što daje određeni broj rezultata,
- Interpretacija podataka simulacije proizvodnog modela

U procesu definiranja zadatka i ciljeva simulacijskog modela najčešće je potrebno postaviti sljedeća pitanja:

- Koju propusnost i kakav rezultat možemo očekivati?
- Koji je optimalni broj resursa (strojeva, radnika, alata)?
- Gdje su potrebna i veličina međuskladišta?
- Kolika je optimalna količina proizvoda za obradu?
- Koja strategija obrade je najoptimalnija za model?

Postupak modeliranja i optimizacije proizvodnog sustava.

- ✓ Razvijanje početnog simulacijskog modela
- ✓ Simulacija modela i sakupljanje statističkih podataka na osnovi početnog modela
- ✓ Uočavanje nedostataka
- ✓ Sanacija i poboljšanje nedostataka te dodavanje novih elemenata model
- ✓ Ponovljena simulacija



Softver koristimo za sljedeća dva scenarija projektiranja procesa

1. Planiranje novog proizvodnog sustava.

- Otkrivanje i eliminacija problema koji bi inače zahtijevali korektivne mjere u pogledu cijene i vremena tokom lansiranja proizvodnje,
- Određivanje i optimizacija vremena, kao što su vremena transporta, zastoja, vremena ponovnog pokretanja, kao i kapacitet proizvodnih sustava,
- Utvrđivanje granica efikasnosti strojeva, kao i cijelog proizvodnog sustava,
- Istraživanje kako utječu kvarovi na kapacitet i iskorištenje strojnog parka,
- Određivanje broj radnika,
- Dobivanje informacija o ponašanju proizvodnog pogona.

2. Unaprjeđenje postojećih proizvodnih sustava.

- Pобољшanje performansa postojećih proizvodnih sustava preko implementacije mjera koje su dokazane u simulacijskom okruženju,
- Optimizacijom kontrolnih strategija koje su ranije definirane,
- Testiranje izvršavanja dnevnih ili višednevnih postupaka u svrhu nesmetanog obavljanja proizvodnog procesa i rješavanja eventualnih zapreka.

Prikaz osnovnih klasa softvera Tecnomatix Plant Simulation

➤ Baza sa klasama

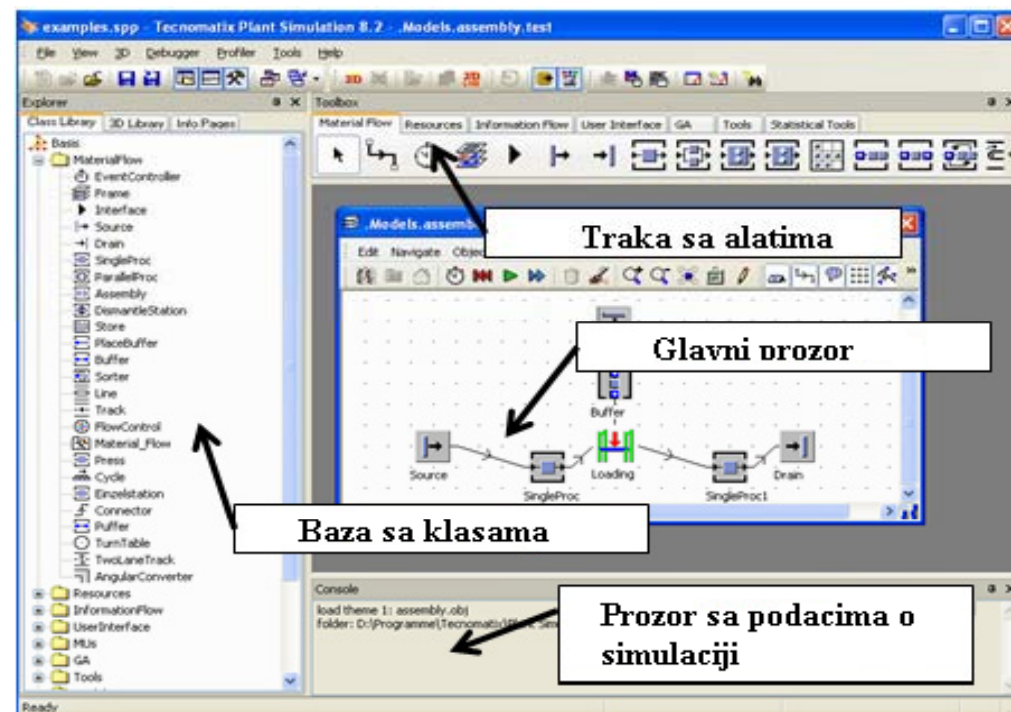
Baza sa klasama sadrži sedam klasa unutar kojih se nalaze objekti koji pripadaju tim klasama. Tu ćemo naći sve potrebne objekte za izvođenje simulacije. Ovdje možemo stvarati nove mape (klase) u koje je moguće postavljanje svoje baze objekata. Objekte možete umnožavati, premještati ili uvoditi iz drugih modela.









➤ Prozor sa podacima o simulaciji

Prozor sa podacima o simulaciji prikazuje podatke vezane za tekuću simulaciju. To mogu biti nastale greške tokom procesa simuliranja ili statistički podaci. Korištenjem naredbe Print moguće je te podatke ispisati u prozoru sa podacima.








➤ Traka s alatima

Traka s alatima omogućuje brzi pristup bazi sa klasama i njezinim objektima.



<i>Connector</i>	Povezivanje objekata u smjeru toka materijala tijekom modeliranja simulacijskog modela.	
<i>EventController</i>	Pomoću ovog objekta vrši se upravljanje vremenom odnosno startanje, zaustavljanje ili resetiranje simulacije.	
<i>Frame</i>	Dozvoljava ubacivanje novog modela u već postojećem modelu (npr. više obrada na jednom stroju).	
<i>Source</i>	Predstavlja ulaz materijala u proces obrade unutar simulacijskog modela.	
<i>Drain</i>	Predstavlja izlaz materijala iz procesa obrade.	
<i>SingleProc</i>	Predstavlja proces koji se obavlja na određenom radnom mjestu odnosno stroju. Ovako predstavljen proces se odnosi na pojedinačnu obradu odnosno na obradu jednog radnog komada u jednom vremenskom intervalu.	
<i>ParallelProc</i>	Predstavlja paralelne procese koji se obavljaju na određenom radnom mjestu. Ovako predstavljen proces se odnosi na obradu više radnih komada na jednom radnom mjestu ili stroju u jednom vremenskom intervalu.	
<i>PlaceBuffrt</i>	Predstavlja lokaciju u proizvodnji za smještaj međuskладиšta.	

Prikaz osnovnih objekata koje koristimo modeliranju i simulacijama proizvodnih sustava

<i>FlowControl</i>	Predstavlja mjesto u pogonu na kojemu se obavlja kontrola i upravljanje tokom materijala. Moguće je radne komade raspodijeliti po vrsti i količini u određene serije.	
<i>Entity</i>	Predstavlja komad koji se obrađuje u simulacijskom modelu.	
<i>ShiftCalendar</i>	Predstavlja vremenski kalendar pomoću kojega je moguće programirati smjenski rad te uklopiti godišnje odmore i pauze u promatrani vremenski interval.	
<i>Method</i>	Metode služe za upravljanje i kontroliranje toka materijala u simulacijskom modelu. Komplikiraniji modeli ne bi mogli odraditi pravilno simulaciju bez jedne ili više metode.	
<i>TableFile</i>	Predstavljanje podataka u tablicama, ovisno o namjeni tabele tako se ona i podešava. U tablici mogu biti brojevi ili tekstualni podaci.	
<i>Chart</i>	Grafičko predočjenje određenih statističkih podataka. Ovisno o vrsti podataka tako se grafikon i formira.	
<i>SankeyDiagram</i>	Stvara liniju toka materijala (pokazuje kuda je radni komad prošao tokom simulacije).	

Nakon upoznavanja softvera za modeliranje i simulaciju proizvodnih procesa zadatak mi je bio izraditi simulacijski model kojim se želi dobiti optimalni proizvodni sustav za proizvodnju jednog proizvoda. Proizvod je definiran tehnološkim i radioničkim nacrtom. Također za proizvod je definiran i tehnološki postupak te prema njemu je potrebno simulirati proizvodnju.

Zahtjevi za izradu modela su sljedeći:

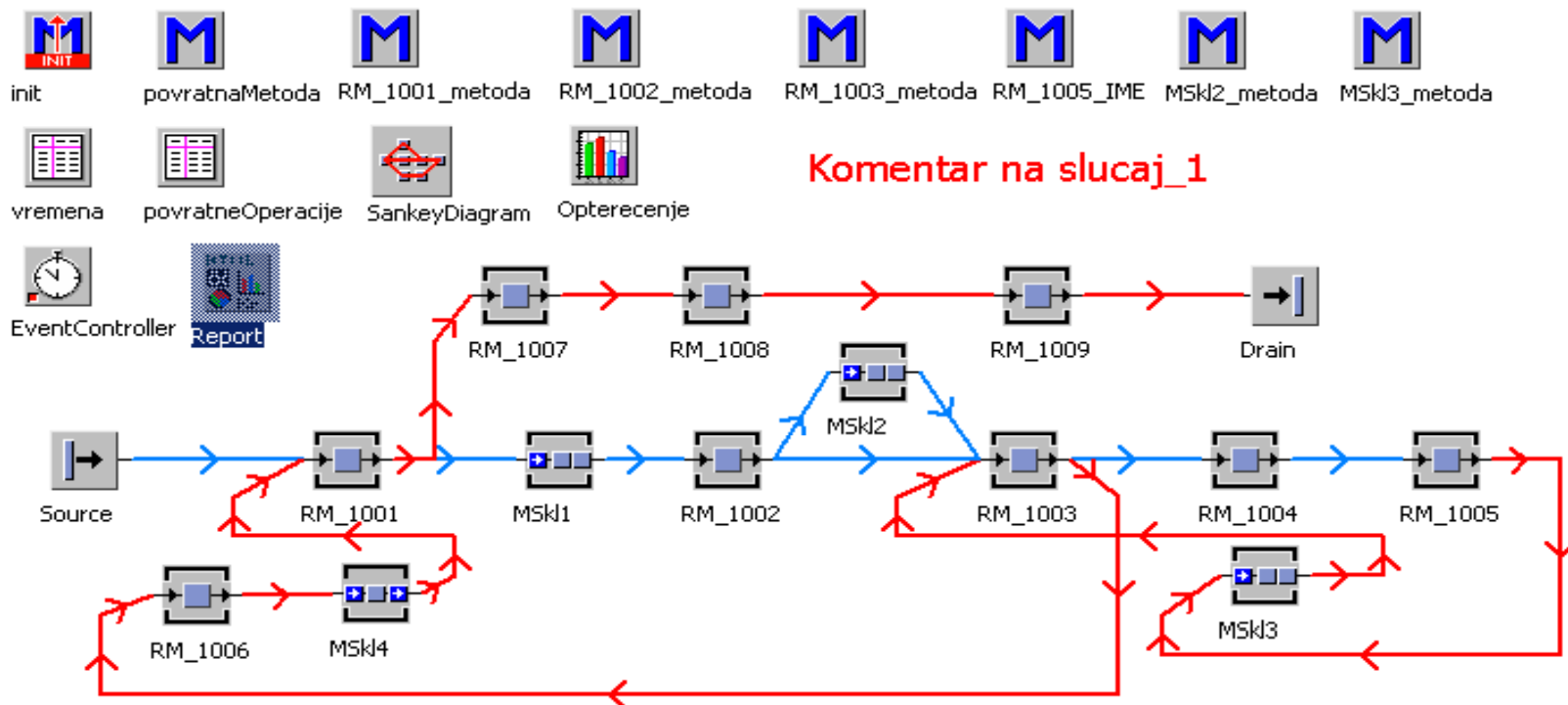
- ✓ Izraditi model za definirani radionički nacrt,
- ✓ Izraditi model za definirani tehnološki postupak i u skladu sa definiranim remenima izrade i pripremnim završnim vremenima,
- ✓ Model je potrebno izraditi uz optimalne troškove proizvodne opreme u odnosu količinu proizvoda na godišnjoj razini
- ✓ Potrebno je težiti ujednačenom opterećenju proizvodne opreme

U danoj tablici prikazani su podaci vezani za obradu na temelju kojih je zasnovano modeliranje virtualnog proizvodnog sustava.

Br.	Naziv obrade	Naziv stroja za obradu	Pripremno završno vrijeme [min]	Vrijeme obrade [min]
10	Odsijecanje	Tračna pila	10	10
20	Glodanje	Portalna glodalica	30	90
30	Vibriranje	Uređaj za vibriranje	15	20
40	Blanjanje	Dugohodna blanjalica	30	42
50	Kaljenje	Uređaj za kaljenje	15	9
60	Vibriranje	Uređaj za vibriranje	15	20
70	Brušenje ravno	Brusilica za ravno brušenje	10	52
80	Odsijecanje na mjeru	Tračna pila	5	10
90	Čeono glodanje	Horizontalna glodalica	15	10
100	Čeono brušenje	Brusilica za čeono brušenje	60	36
110	Pranje	Uređaj za pranje	5	5

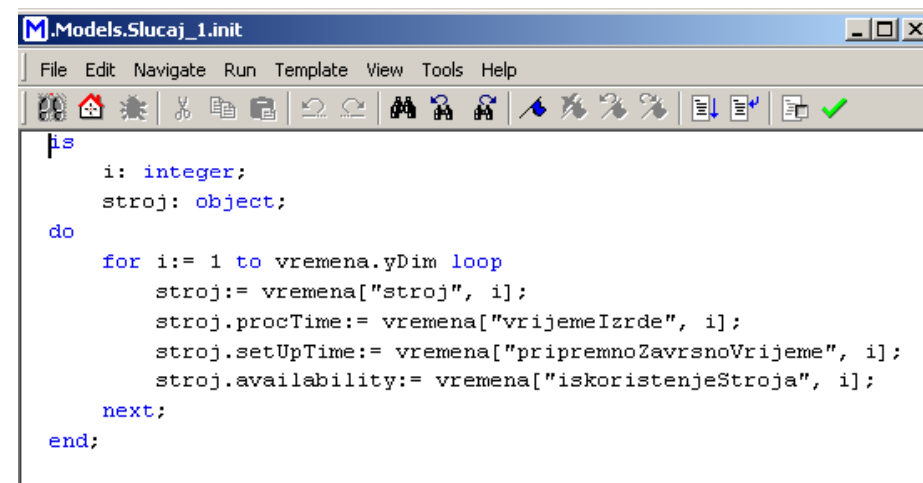
Model 1

- Koristimo devet strojeva za obradu
- Četiri međuskладиšta
- Na strojevima RM_1001 i RM_1003 koriste se povratne operacije
- Ulaz materijala u proces obrade vršimo konstantno u intervalu od 56 minuta
- Nakon stroja RM_1005 izratku po nazivu "Entity" mijenja se ime u "POVR" da bi mogli na strojevima RM_1001 i RM_1003 vršiti sortiranje proizvoda



Br.	Oznaka:	Vrsta stroja:
1.	RM_1001	Tračna pila
2.	RM_1002	Portalna glodalica
3.	RM_1003	Uređaj za vibriranje
4.	RM_1004	Dugohodna blanjalica
5.	RM_1005	Uređaj za kaljenje
6.	RM_1006	Brusilica za ravno brušenje
7.	RM_1007	Horizontalna glodalica
8.	RM_1008	Brusilica za čeono brušenje
9.	RM_1009	Uređaj za pranje

- Init metoda (slika desno) i povratnaMetoda korištene su za upravljanje vremenima obrade na strojevima, dok su ostale metode korištene su za upravljanje tokom materijala kroz proces obrade
- Vremena obrade i pripremna završna vremena za operacije 10., 20., 30., 40., 50., 70., 90., 100., i 110. nalaze se u tabeli vremena i učitavaju se pri svakom novom pokretanju simulacije a vremena za operacije 60. i 70. učitavaju na pripadajući stroj neposredno prije obrade



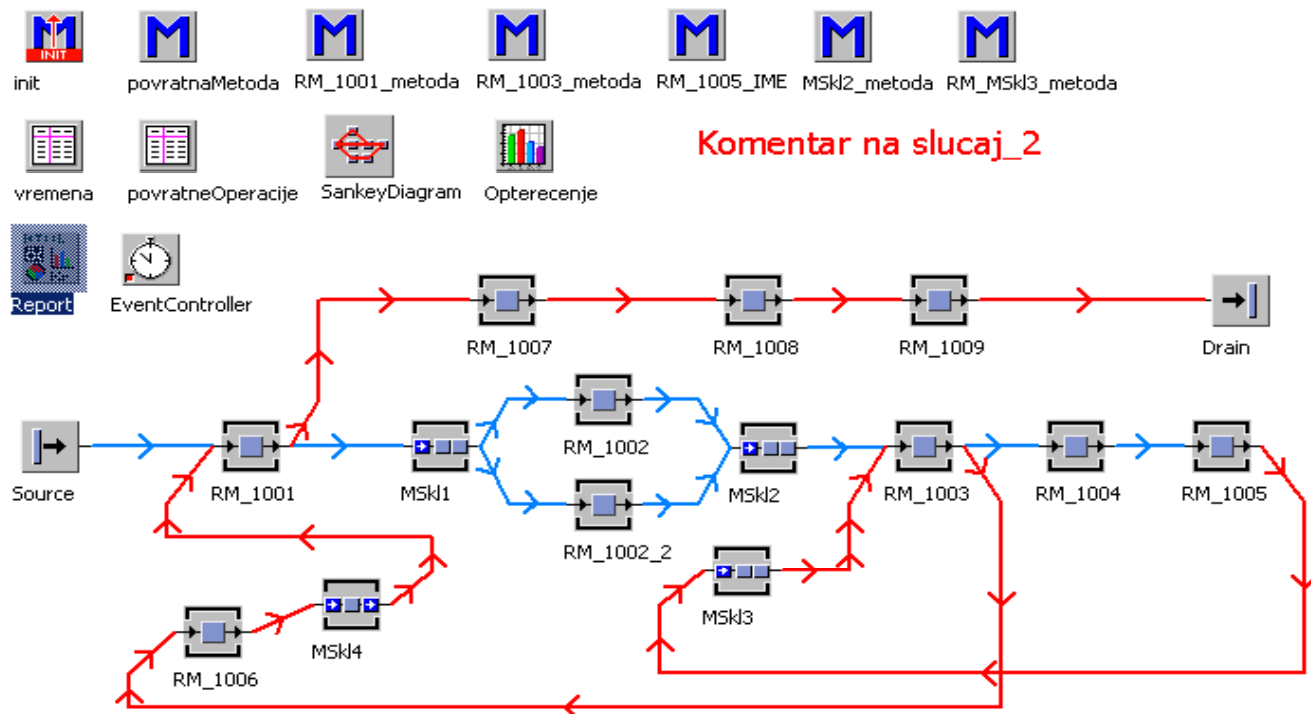
```

i: integer;
stroj: object;
do
  for i:= 1 to vremena.yDim loop
    stroj:= vremena["stroj", i];
    stroj.procTime:= vremena["vrijemeIzrde", i];
    stroj.setUpTime:= vremena["pripremoZavršnoVrijeme", i];
    stroj.availability:= vremena["iskoristenjeStroja", i];
  next;
end;

```

MODEL 2

- Simuliranjem proizvodnje u Modelu 1 dolazimo do zaključka da imamo usko grlo u proizvodnji
- U Modelu 2 proizvodnog pogona dodajemo jedan stroj više u svrhu povećanja produktivnosti
- Stroju sa najvećim vremenom obrade pridružujemo još jedan stroj sa istim karakteristikama te vršimo obradu paralelno na dva stroja
- Alat SankeyDiagram korišten je u svim modelima kao pokazatelj putanje materijala
- Plave linije na slici modela prikazuju putanju obratka prije promjene imena a crvene linije prikazuju putanju obratka poslije promjene imena

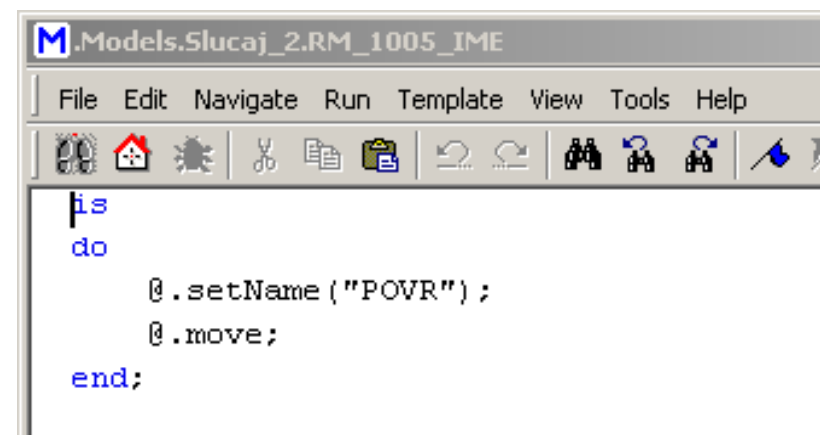


Br.	Oznaka:	Vrsta stroja:
1.	RM_1001	Tračna pila
2.	RM_1002	Portalna glodalica
3.	RM_1002_2	Portalna glodalica
4.	RM_1003	Uređaj za vibriranje
5.	RM_1004	Dugohodna blanjalica
6.	RM_1005	Uređaj za kaljenje
7.	RM_1006	Brusilica za ravno brušenje
8.	RM_1007	Horizontalna glodalica
9.	RM_1008	Brusilica za čeono brušenje
10.	RM_1009	Uređaj za pranje

- Stroju RM_1005 u svim modelima pridružena je metoda RM_1005_IME. Ova metoda ima funkciju da nakon što stroj RM_1005 završi obradu promijeni ime obratka u „POVR“.

To je vrlo bitan dio simulacije zato što nakon toga tok obrade u simulaciji vršimo po imenu obratka. To je vrlo jednostavna metoda i prikazana je dolje na slici

Lijevo u tabeli pojašnjene su oznake strojeva korištenih u modelu 1



```

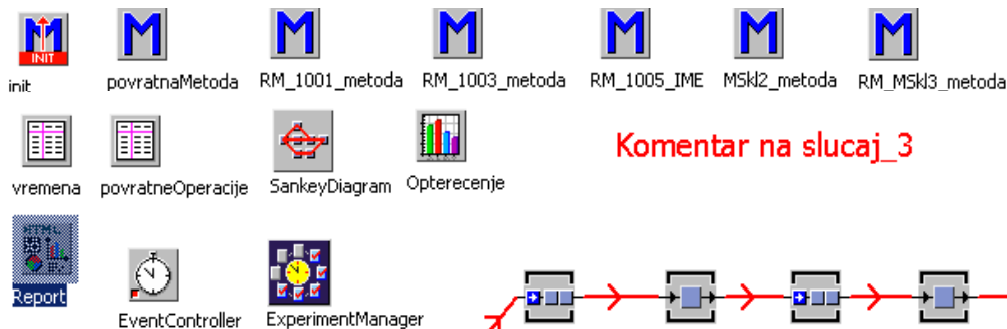
M.Models.Slucaj_2.RM_1005_IME
File Edit Navigate Run Template View Tools Help
is
do
    @.setName ("POVR") ;
    @.move;
end;

```

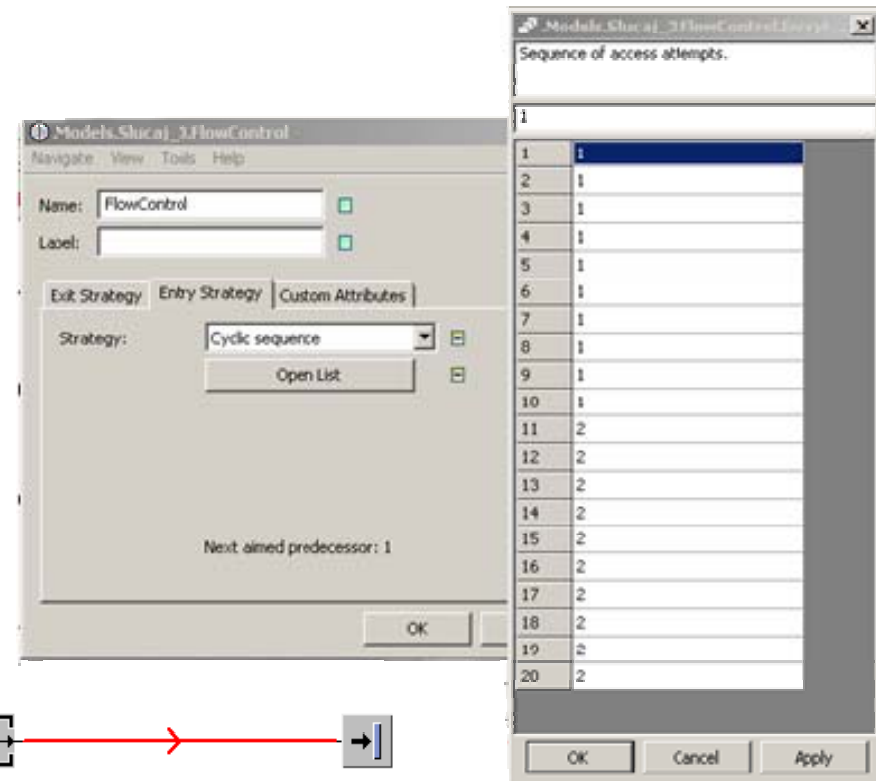
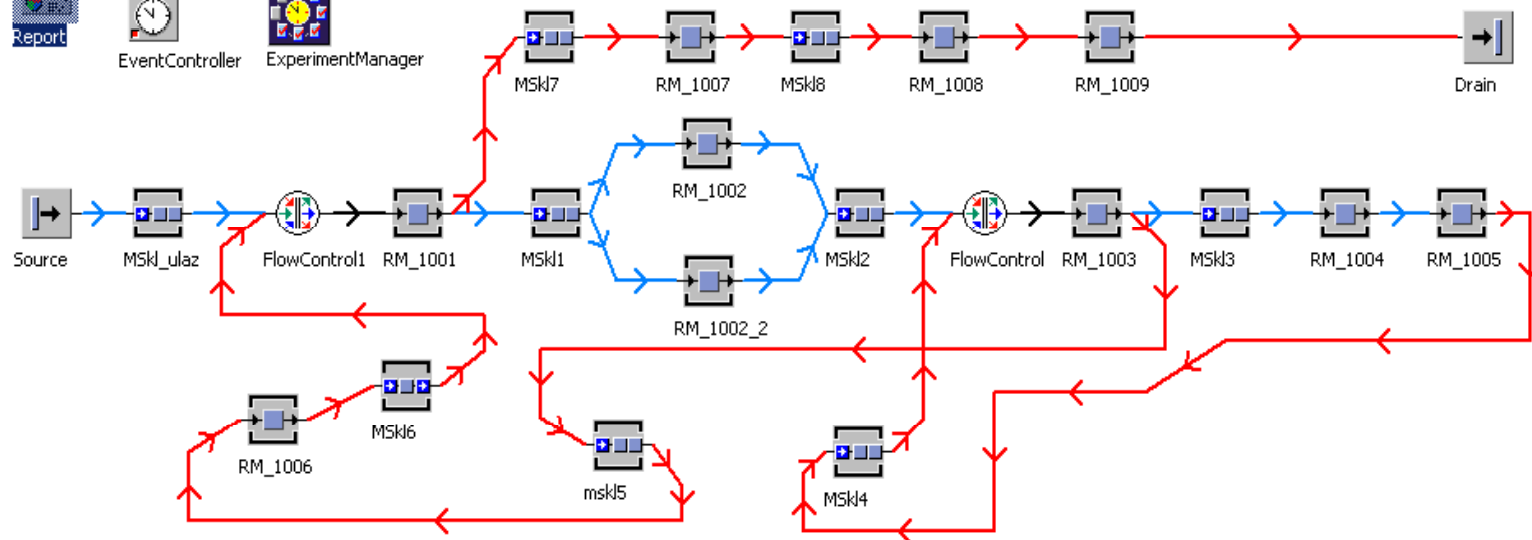
MODEL 3

- Kroz simulaciju Modela 2 došli smo do zaključka sa nam je stroj RM_1003 usko grlo proizvodnje
- Problem nastaje zato što proizvodi koji se obrađuju dolaze pojedinačno i to jednom operacija 30 te jednom operacija 60
- Svaka promjena operacija na stroju potrebno je stroj pripremiti za obradu sljedeće operacije, što nas dovodi do velikog zastoja stroja pa sa time i cijele proizvodnje
- Kao rješenje ovog problema u Model 3 uveli smo grupni ulaz obratka na stroj i to u grupama po 10 komada. Najprije se obrađuje operacija 30, kada se obradi grupa od 10 komada ona slijedi grupa od 10 komada operacije 60
- Za raspodjelu obratka u grupe koristimo alat FlowControl kojemu se zada ulazne i izlazne varijable i on prema njima odrađuje raspodjelu
- U Modelu 3 koristili smo i još alat ExperimentManager pomoću kojega smo odredili optimalne veličine među-skladišta MSkl1, MSkl2 i MSkl6 koji su nam bitni u pogledu protoka materijala

Prikazan je meni alata ExperimentManagera pomoću kojega vršimo optimizaciju parametara proizvodnje



Komentar na slucaj_3



Prikaz rezultata simulacije proizvodnih modela

Model 1

- Testiranje modela započinjemo nakon projektiranja Modela 1
- Rad modela pratimo u toku godine dana (365 dana) uz 24 sata sadno vrijeme
- Pomoću računalne simulacije u mogućnosti smo dobiti rezultate rada proizvodnog pogona bez troškova uhadavanja pogona
- Pomoću simulacije Modela 1 dobivamo rezultate koji nisu povoljni za rad i to ne utječe bitno u financijsku situaciju pri projektiranju proizvodnog pogona, već jednostavno krećemo u optimizaciju ovog procesa i izrađujemo Model 2. Na slici desno prikazani su podaci rada strojeva u Modelu 1
- Iz tih podataka je vidljivo da je stroj RM_1001 u stanju blokade preko 70 % vremena

▪ RM_1001

U radu 24.97 %
U čekanju 0.18 %
U stanju otkaza 3.03 %
U stanju Blokade 71.83 %

▪ RM_1002

U radu 84.96 %
U čekanju 0 %
U stanju otkaza 15.03 %
U stanju Blokade 0.01 %

▪ RM_1003

U radu 37.75 %
U čekanju 29.03 %
U stanju otkaza 9.98 %
U stanju Blokade 23.23 %

▪ RM_1004

U radu 39.64 %
U čekanju 51.22 %
U stanju otkaza 9.05 %
U stanju Blokade 0.1 %

▪ RM_1005

U radu 8.49 %
U čekanju 78.53 %
U stanju otkaza 12.97 %
U stanju Blokade 0 %

▪ Izlaz proizvoda

Godišnja količina 4957 kom/god
Dnevna količina 14 kom/dan

▪ RM_1006

U radu 49.07 %
U čekanju 40.96 %
U stanju otkaza 9.97 %
U stanju Blokade 0 %

▪ RM_1007

U radu 9.43 %
U čekanju 70.43 %
U stanju otkaza 20 %
U stanju Blokade 0.13 %

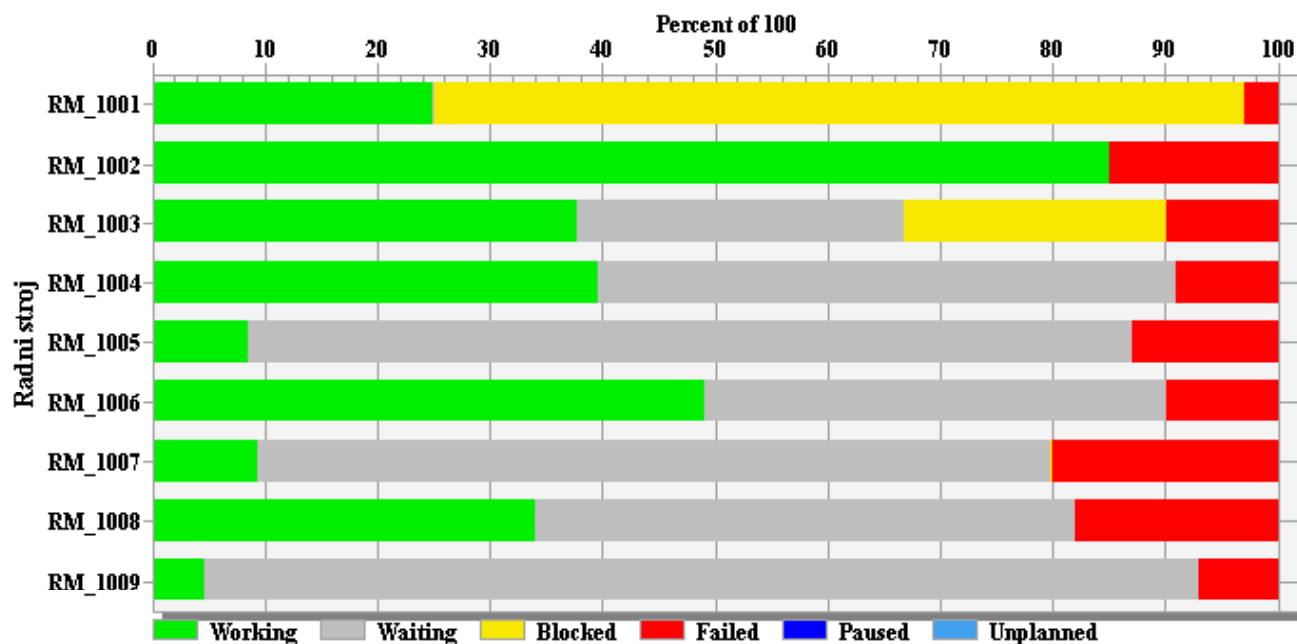
▪ RM_1008

U radu 33.95 %
U čekanju 47.95 %
U stanju otkaza 18.04 %
U stanju Blokade 0.06 %

▪ RM_1009

U radu 4.72 %
U čekanju 88.29 %
U stanju otkaza 6.99 %
U stanju Blokade 0 %

- Na grafu opterećenja strojeva u Modelu 1 vidi se što je zapravo uzrok blokade stroja RM_1001
- Stroj RM_1002 je usko grlo proizvodnje, njegovo vrijeme obrade je 90 minuta, što je najdulje vrijeme rada u procesu
- Sa takvom konfiguracijom modela (slika 3) u stanju smo dobiti 14 proizvoda na dan odnosno 4957 proizvoda godišnje
- Pošto je stroj RM_1001 u stanju blokade preko 70 % vremena koje nam je na raspolaganju to jednostavno nije model koji zadovoljava našim uvjetima te je potrebno ovaj model modificirati i optimirati da bi dobili veću uravnoteženost proizvodnje i najbitnije više obrađenih proizvoda u godini dana



Model 2

- Drugi model nastao je na temelju rezultata Modela 1
- U Modelu 1 stroj RM_1001 bio je u blokadi a to se desilo zbog zato što stroj (RM_1002) što slijedi poslije njega ima najdužu operaciju u sustavu (operacija 20) koja traje 90 minuta
- Kao rješenje za ovaj model o odlučili smo se za dodavanje još jednog stroja koji će obrađivati operaciju 20 i povećati produktivnost cijelog Modela 2
- Stroju smo pridružili oznaku RM_1002_2

▪ Izlaz proizvoda

Godišnja količina 6733 kom/god
Dnevna količina 18 kom/dan

▪ RM_1001

U radu 33.82 %
U čekanju 0.9 %
U stanju otkaza 3.05 %
U stanju Blokade 62.23 %

▪ RM_1005

U radu 11.54 %
U čekanju 75.37 %
U stanju otkaza 13.09 %
U stanju Blokade 0 %

▪ RM_1002

U radu 58.1 %
U čekanju 0.1 %
U stanju otkaza 14.97 %
U stanju Blokade 26.83 %

▪ RM_1006

U radu 66.64 %
U čekanju 23.26 %
U stanju otkaza 10.1 %
U stanju Blokade 0 %

▪ RM_1003

U radu 51.28 %
U čekanju 0.03 %
U stanju otkaza 10.05 %
U stanju Blokade 38.64 %

▪ RM_1008

U radu 46.12 %
U čekanju 35.83 %
U stanju otkaza 17.98 %
U stanju Blokade 0.07 %

▪ RM_1002_2

U radu 58.11 %
U čekanju 0.11 %
U stanju otkaza 13.02 %
U stanju Blokade 28.76 %

▪ RM_1007

U radu 12.81 %
U čekanju 67.02 %
U stanju otkaza 19.96 %
U stanju Blokade 0.2 %

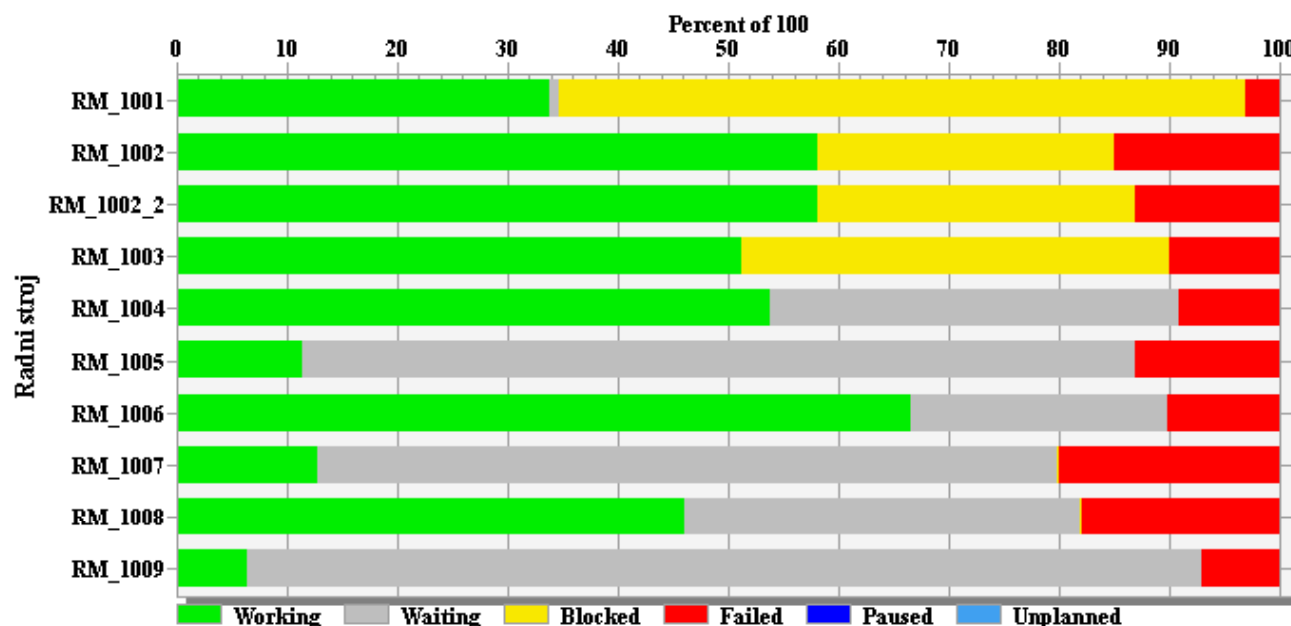
▪ RM_1004

U radu 53.85 %
U čekanju 36.98 %
U stanju otkaza 9.05 %
U stanju Blokade 0.12 %

▪ RM_1009

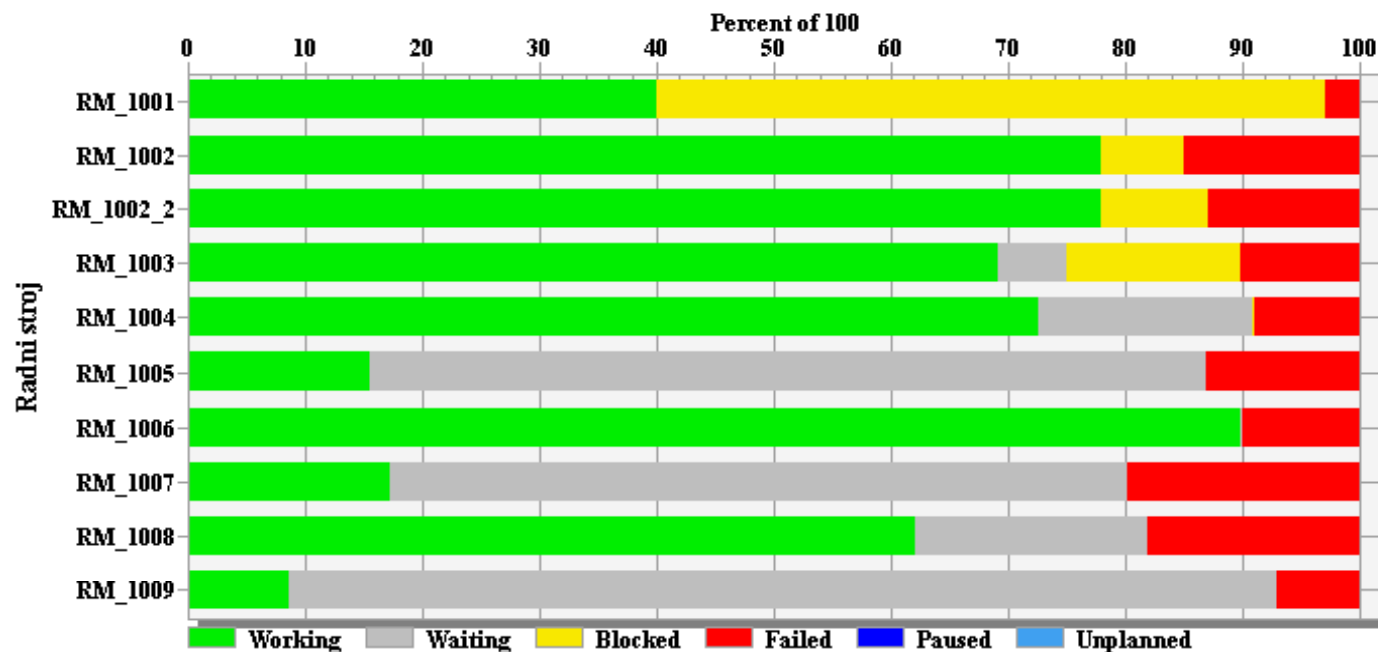
U radu 6.41 %
U čekanju 86.63 %
U stanju otkaza 6.96 %
U stanju Blokade 0 %

Projekt je financiran uz potporu Europske Komisije



- Kao rezultat u ovom u Modelu 2 dobili smo povećanje godišnje količine proizvoda za 26 %, što daje količinu od 18 komada na dan odnosno 6733 komada proizvoda na godinu
- Usporedbom podataka na modela 1 i modela 2 također se može zaključiti da samo dobili i povećanje produktivnosti na stroju RM_1001
- Također vidljivo je da se stroju RM_1003 povećao udio vremena u radu za 13 %, ali povećao mu se i udio blokade stroja za 15 %
- Na grafu opterećenja strojeva u Modelu 2 (Slika 12) moguće je vidjeti kako blokada stroja RM_1003 utječe na cjelokupni proces

- Uvidom u rezultate Modela 2 došli smo do zaključka da je blokada stroja RM_1003 nastala zbog toga što taj stroj obrađuje dvije različite operacije operaciju 30 i operaciju 60
- Svaka promjena operacije znači ponovno prednamještanje stroja, a to znači veliko vrijeme zastoja odnosno blokade
- Da bi smanjili vrijeme blokade stroja a time povećali i njegovo vrijeme u obradi odlučili smo obradu na stroju RM_1003 formirati u grupe po 10 komada
- Sa time se dobiva jedno prednamještanje stroja uz obradu 10 komada i tako se ciklički proces ponavlja tokom godine.
- Iz grafa opterećenja strojeva u Modelu 3 vidi se da vrijeme blokade stroja RM_1003 ne utječe na vrijeme obrade



- Da bi smanjili vrijeme prednamještanja i za stroj RM_1001 koristimo istu metodu.
- Usporedbom modela 2 i modela 3 vidi se da je stroju RM_1003 povećano vrijeme obrade za 17 %
- Količina proizvoda koju Model 3 može izraditi je 9069 komada godišnje što je za 25 % veća proizvodnost od modela a2 odnosno za 45 % veća proizvodnost od modela 1.

▪ **Izlaz proizvoda**

Godišnja količina 9069 kom/god
Dnevna količina 25 kom/dan

▪ **RM_1001**

U radu 40.31 %
U čekanju 0.89 %
U stanju otkaza 3.05 %
U stanju Blokade 55.75 %

▪ **RM_1005**

U radu 15.56 %
U čekanju 71.35 %
U stanju otkaza 13.09 %
U stanju Blokade 0 %

▪ **RM_1002**

U radu 77.95 %
U čekanju 0.01 %
U stanju otkaza 14.97 %
U stanju Blokade 7.06 %

▪ **RM_1006**

U radu 89.77 %
U čekanju 0.12 %
U stanju otkaza 10.1 %
U stanju Blokade 0 %

▪ **RM_1003**

U radu 69.15 %
U čekanju 2.59 %
U stanju otkaza 10.05 %
U stanju Blokade 18.21 %

▪ **RM_1008**

U radu 62.12 %
U čekanju 19.8 %
U stanju otkaza 17.98 %
U stanju Blokade 0.1 %

▪ **RM_1002_2**

U radu 77.99 %
U čekanju 0 %
U stanju otkaza 13.02 %
U stanju Blokade 8.99 %

▪ **RM_1007**

U radu 17.26 %
U čekanju 62.78 %
U stanju otkaza 19.96 %
U stanju Blokade 0 %

▪ **RM_1004**

U radu 72.6 %
U čekanju 18.18 %
U stanju otkaza 9.05 %
U stanju Blokade 0.16 %

▪ **RM_1009**

U radu 8.63 %
U čekanju 84.41 %
U stanju otkaza 6.96 %
U stanju Blokade 0 %

- Da bi odredili optimalnu veličinu međuskladišta koristili smo alat ExperimentManager koji vrši optimizaciju ovisno o tome koje parametre zadamo.
- Optimizirali smo međuskladišta MSkl1, MSkl2 i MSkl6 i dobili optimalne rezultate prikazane na slici dolje
- Najveći broj dijelova na izlazu dobili smo na 10 eksperimentu pa su veličine skladišta na tom eksperimentu optimalne.

▪ Input values (Model parameter)

Control value	root.MSk1.Capacity	root.MSk2.Capacity	root.MSk6.Capacity
Exp 01	1	1	1
Exp 02	1	1	2
Exp 03	1	1	3
Exp 04	1	1	4
Exp 05	1	1	5
Exp 06	1	4	1
Exp 07	1	4	2
Exp 08	1	4	3
Exp 09	1	4	4
Exp 10	1	4	5
Exp 11	1	7	1
Exp 12	1	7	2
Exp 13	1	7	3
Exp 14	1	7	4

▪ Output values (Results of the simulation study)

Target value	root.Drain.statDeleted
Exp 01	14
Exp 02	26
Exp 03	2102
Exp 04	2102
Exp 05	2102
Exp 06	17
Exp 07	55
Exp 08	85
Exp 09	594
Exp 10	2473
Exp 11	25
Exp 12	85
Exp 13	85
Exp 14	594

ZAKLJUČAK

- S obzirom na predstavljene statističke podatke sva tri modela zaključujemo da je Model 3 optimalan model našeg proizvodnog sustava.
- Uz dodatak jednog stroja, nekoliko međuskladišta i grupacijom proizvoda na stroju RM_1003 i _1001 uspješni smo povećati proizvodnju u odnosu na Model 1 za 45 %, odnosno u odnosu na Model 2 za 25 %.
- U tabeli dani su usporedni podaci vezani za modele.

Model	Količina proizvoda na godinu	Broj strojeva	Broj međuskladišta	Povećanje produktivnosti u odnosu na Model 1
Model 1	4957	9	4	--
Model 2	6733	10	4	25 %
Model 3	9069	10	8	45 %

ZAKLJUČAK

Ovom praktičnom nastavom dobio sam nova iskustva. Saznao sam kako je planiranje i simulacija proizvodnje bitna stavka pri pokretanju nove proizvodnje ili pri unaprjeđivanju postojeće. Da bi se izbjegli troškovi uhodavanja i razne probleme prilikom startanja ili unaprjeđivanja proizvodnje u mogućnosti smo pomoću aplikacije Tecnomatix Plant Simulation izraditi više modela proizvodnje i odabrati najefikasnijeg. Ti virtualni modeli sadrže sve značajke pravih proizvodnih sustava npr. mogućnost programiranja smjena proizvodnje, vremena potrebnog za redovno održavanje strojeva, prikaz međuskladišta, strojeva i radnika.

Hvala na pažnji!!...