

# PRIMENA SOFTVERA GPSS PRI OPTIMIZACIJI PROIZVODNOG PROCESA

## IMPLEMENTATION OF GPSS SOFTWARE IN OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESS

Radomir Brzaković<sup>1)</sup>, mr Zoran Marjanović<sup>2)</sup>

**Rezime:** Ovaj rad predstavlja pokušaj da se kroz konkretan primer ukaže na mogućnost upotrebe softvera GPSS u upravljanju proizvodnim procesom. Primer se odnosi na praćenje procesa i stepana korišćenja proizvodnih kapaciteta. Primer je realizovan kroz modeliranje realnog sistema i simulaciju u GPSS-u.

**Ključne reči:** GPSS, simulacija, modeliranje, proces

**Abstract:** This paper represents an attempt of implementation GPSS software in production process management by actual sample. Example refers to monitoring of process and production efficiency estimating. Illustration is implemented by real system modelling and GPSS simulation.

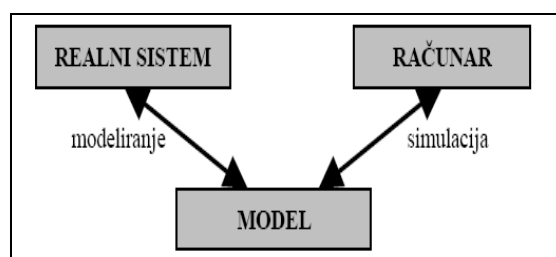
**Key words:** GPSS, simulation, modelling, process

### 1. UVOD

Modeliranje izražava našu sposobnost da mislimo i zamišljamo, da koristimo simbole i jezike, da komuniciramo, da vršimo generalizacije na osnovu iskustva, da se suočavamo sa neočekivanim. Ono nam omogućava da uočavamo obrasce, da procenjujemo i predviđamo, da upravljamo procesima i objektima, da izložimo značenje i cilj. Upravo zato, modeliranje se najčešće posmatra kao najznačajnije konceptualno sredstvo koje čoveku stoji na raspolaganju.[1] U najširem smislu, modeliranje predstavlja isplativo korišćenje nečeg (modela) umesto nečeg drugog (realni sistem) sa ciljem da se dođe do određenog saznanja. Rezultat modeliranja je model. Model je uprošćena i idealizovana slika realnosti. On omogućava da se suočimo sa realnim svetom (sistemom) na pojednostavljen način, izbegavajući njegovu kompleksnost i ireverzibilnost, kao i sve opasnosti koje mogu proisteći iz eksperimenta nad samim realnim sistemom. Cilj modela je da uobličiti na vidljiv, često formalan način, ono što je suštinsko za razumevanje nekog aspekta njegove strukture ili ponašanja [2]. Pod simulacijom, računarski stručnjaci, organizatori, menadžeri ili statističari, podrazumevaju proces izgradnje apstraktnih modela za neke sisteme ili podsisteme realnog sveta i obavljanje većeg broja eksperimenata nad njima. Posebno nas interesuje slučaj kada se ti eksperimenti odvijaju na računaru – računarsko modeliranje i simulacija.

### 2. MODELIRANJE I SIMULACIJA

Savremeno modeliranje nezamislivo je bez računara. U modeliranju, računari se koriste u dva cilja: u razvoju modela i u izvođenju proračuna na osnovu stvorenog modela. Na taj način, modeliranje pomoću računara postaje disciplina kojom se mogu adekvatno i efikasno prikazivati složeni sistemi i oblikovati i ispitivati njihovo ponašanje. Izraz modeliranje i simulacija izražava složenu aktivnost koja uključuje tri elementa: realni sistem, model i računar (slika1).[2]



**Slika 1. Relacije modeliranja i simulacije**

Pod realnim sistemom podrazumevamo uređen, međuzavisan skup elemenata koji formiraju jedinstvenu celinu i deluju zajednički kako bi ostvarili zadati cilj ili funkciju, bez obzira da li se radi o prirodnom ili veštačkom sistemu, i takođe, bez obzira da li taj sistem u posmatranom trenutku postoji ili se njegovo postojanje planira u budućnosti. Model, kao i svaki realni sistem, ima svoje objekte koji se opisuju atributima ili promenljivim.

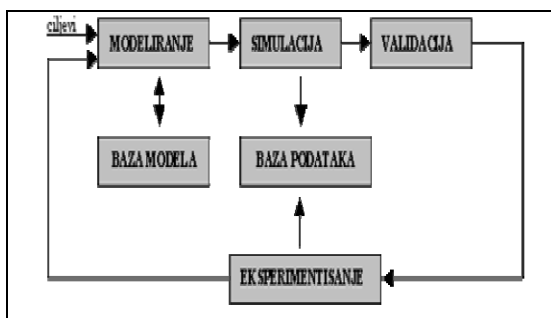
1) Radomir Brzaković, dipl. inf., Fiat automobili Srbija, Kragujevac, email: brzijax@yahoo.com

2) mr Zoran Marjanović, dipl. ing., Zastava automobili, Kragujevac, email: z.marjanovic74@yahoo.com

On je apstraktni prikaz sistema i daje njegovu strukturu, njegove komponente i njihovo uzajamno delovanje. Računar kao treća komponenta ove aktivnosti, predstavlja uređaj sposoban za izvršenje instrukcija modela, koji na bazi ulaznih podataka generiše razvoj modela u vremenu.

Međutim, pored ovih elementa, pažnju treba usmeriti i na otkrivanje i definisanje relacija koje postoje između njih. Modeliranje je proces kojim se uspostavlja veza između realnog sistema i modela, dok je simulacija proces koji uspostavlja relaciju između modela i računara (slika 1).

Na slici 2 su prikazane aktivnosti procesa modeliranja i simulacije sa bazom modela kao centralnim objektom. Procesom modeliranja se upravlja na osnovu ciljeva koji se generišu van granica sistema. Svaki novi cilj inicira aktivnost sinteze modela. Pri sintezi modela se koristi raspoloživo znanje iz baze modela i baze podataka. Ove baze čuvaju i organizuju prikupljene podatke o realnom sistemu. Faze simulacije (eksperimenti sa modelom) i validacije slede fazu izgradnje modela.[2].



**Slika 2. Proces modeliranja i simulacije**

Relacija modeliranja odnosi se na validnost modela. Validnost ili valjanost modela opisuje koliko verno jedan model predstavlja simulirani sistem. Proces utvrđivanja stepena slaganja podataka o realnom sistemu sa podacima modela naziva se validacija modela. Proces validacije je veoma značajan, jer se na osnovu njega donose odluke o upotrebljivosti rezultata simulacije, izmeni modela, izmeni ulaznih promenljivih, daljem nastavku, ponavljanju simulacije, itd.

Relacija simulacije odnosi se na proveru da li simulacioni program verno prenosi model na računar kao i tačnost kojom računar izvršava instrukcije modela. Pre poređenja stvarnih podataka sa podacima koje generiše računar, mora se utvrditi tačnost, odnosno korektnost računara. Proces procene korektnosti simulatora naziva se verifikacija. Validacija vodi novom eksperimentisanju nad realnim sistemom i može da zahteva dodatne modifikacije ili čak odbacivanje i reinicijalizaciju prvobitnog modela. U tom procesu, kao rezultat nedostatka podataka u bazi znanja mogu se formulisati novi ili izmeniti

postojeći ciljevi. Na kraju, kao rezultat javlja se jedan ili više modela koji vode ka ispunjenju eksternih ciljeva. Modeli se mogu memorisati u bazi modela i koristiti u nekoj narednoj fazi aktivnosti.

### 3. SIMULACIJA U JEZIKU GPSS

GPSS (General Purpose Simulation System) predstavlja interpreterski jezik za simulaciju diskretnih – stohastičkih sistema. Koristi se u slučajevima kada matematička ili statistička analiza nije moguća ili ne daje zadovoljavajuće rezultate. Prvu verziju ovog jezika GPSS-I razvio je Geoffrey Gordon još daleke 1961.god. za tadašnje računare IBM-704 i IBM-709. Od tada je GPSS pretrpeo mnoga poboljšanja tako da je sada u upotrebi poslednja verzija ovog jezika GPSS-V koju isporučuje IBM. Takođe postoje verzije drugih proizvođača softvera kao što su GPSS/66 (Honeywell Series 60 level 66) i GPSS/UCC (University Computing Corporation's) kao i verzije drugih nezavisnih proizvođača softvera[3].

#### 3.1 Osobine GPSS jezika

GPSS je simulacioni sistem u kome se na jednostavan način pomoću naredbi ugrađenog jezika specificira struktura modela i vrši simulacija. Po završenoj simulaciji na raspolaganju su statistički pokazatelji o ponašanju modela u toku simulacije. U toku simulacije, simulacioni sat (Clock) zadat standardnim numeričkim atributom C1, kao i većina standardnih numeričkih atributa uzimaju samo celobrojne (diskretne) vrednosti.

GPSS je jezik orjentisan na procese. Program u GPSS jeziku komponuje se kao skup opisa procesa u obliku delova programa koji specificiraju redosled aktivnosti i operacije koje se njihovim izvođenjem vrše nad atributima objekata modela. Objekti modela mogu biti statički i dinamički. Jedini dinamički objekat u GPSS-u je transakcija. Program u GPSSu sastoji se od niza statičkih objekata koji se nazivaju blokovi, kroz koje se u toku simulacije "kreću" transakcije. Statički entiteti mogu biti redovi, tabele, skladista, uređaji itd.

Transakcije generiše blok GENERATE. Kretanje transakcije kroz model predstavlja se pomoću odgovarajućih simbola blok dijagrama modela. Transakcija se kreće kroz model sve dok ne naiđe na blok koji nema uslova da je primi ili ne naiđe na blok TERMINATE koji uklanja transakciju iz modela. Ukoliko neki blok u modelu ne može da primi transakciju tada transakcija čeka da se ispuni uslov daljeg kretanja kroz model. Pri prolazu transakcije kroz jedan blok modela izvršavaju se odgovarajuće blok procedure koje

menjaju pojedine atribute objekata i time utiču na okruženje modela.

### 3.1.1 Vrste naredbi u GPSS-u

Naredbe simulacionog programa mogu da budu: a) Deklaracione naredbe, b) Blok naredbe i c) Kontrolne naredbe.

Deklaracionim naredbama programa definišu se atributi pojedinih permanentnih entiteta u programu. Blok naredbe čine osnovu modela sistema koji se simulira dok kontrolne naredbe služe za kontrolu izvršenja simulacije.

Trajanje simulacije može biti fiksno i određeno je tzv. tajmerom koji čini par GENERATE i TERMINATE naredbi ili ograničeno brojem transakcija koje su prošle kroz model što se kontroliše pogodnom upotrebom START i TERMINATE naredbi. Blok naredbe programa služe za specifikaciju modela koji se simulira. Model se sastoji od niza blok naredbi. Model se radi lakšeg razumevanja predstavlja u obliku blok dijagrama u kojem za svaki blok modela postoji određeni simbol. Blok naredba se izvršava kada transakcija prilikom kretanja kroz model naiđe na blok. Efekat izvršenja blok naredbe na entitete modela zavisi od prirode specificirane naredbe. Kontrolne naredbe služe za kontrolu izvršenja simulacije kao i eventualni uticaj na statistiku o ponašanju entiteta u toku simulacije. To su naredbe SIMULATE, START, RESET i CLEAR.

## 4. REALIZOVANI PRIMER SIMULACIJE

U ovom delu rada izložićemo primer za koji je urađena simulacija, kao i rezultate i dobijene zaključke posle simulacije.

Dva proizvoda se obrađuju na mašinama M1, M2 i M3. Proizvodi koje ćemo označiti sa P1 prvo se obrađuju na M1, a P2 na M2, a zatim oba proizvoda idu na obradu na mašinu 3. Pristizanje proizvoda P1 na M1 je dato diskretnom funkcijom, a P2 na M2 pristizaje na svakih  $5 \pm 2$ . Vremena obrade na M1 i M2 su  $2 \pm 1$ , i  $3 \pm 2$ , respektivno. Kada se završi obrada na M1 i M2 proizvodi odlaze na kontrolu kvaliteta (jedan kontrolor, trajanje 1 minut). Oni koji prođu kontrolu (93%) idu na obradu na M3. Obrada proizvoda na mašini M3 se obavlja po redosledu pristizanja, pri čemu je vreme obrade uniformno raspoređeno na intervalu [2-4] minuta. Izvršili smo simulaciju u trajanju od 4 sata. Odredili smo prosečna vremena čekanja P1 i P2 na M3, na kontrolu kvaliteta i prosečnu iskorišćenost M3 i kontrole kvaliteta. Odredili smo broj proizvoda koji nisu prošli kontrolu kvaliteta. Prikazni su samo neki od rezultata simulacije koji su neophodni za analizu i zaključak.

Relative clock14400 Absolute clock14400  
Block counts

Block Current Total

1	0	170
2	0	170
3	15	170
4	0	155
5	0	155
6	0	155
7	0	155
8	2	155
9	0	153
10	0	229
11	0	229
12	0	229
13	0	229
14	0	229
15	0	229
16	0	229
17	0	229
18	0	229
19	0	214
20	0	214
21	0	214
22	0	214
23	0	214
24	0	214
25	2	214
26	0	212
27	0	212
28	0	77
29	0	77
30	0	77
31	0	77
32	0	77
33	0	77
34	0	77
35	1	77
36	0	76
37	0	76
38	0	15
39	0	15
40	0	4
41	0	4

Storage	1	2	3
Capacity	2	2	3
Average Contents	1.964	0.925	2.674
Average Utilisation	0.982	0.462	0.891
Entries	155	77	214
Average Time/tran	180.578	173.579	178.893
Current Contents	2	1	2
Maximum Contents	2	2	3

Table 1	
Entries in table	155
Mean argument	595.026
Standard deviation	364.087
Sum of arguments	92229.000

Table 2	
Entries in table	229
Mean argument	178.865
Standard deviation	66.269
Sum of arguments	40960.000

Table 3	
Entries in table	214
Mean argument	45.790
Standard deviation	51.536
Sum of arguments	9799.000

Table 4	
Entries in table	77
Mean argument	0.104
Standard deviation	0.912
Sum of arguments	8.000

170 proizvoda P1 je ušlo u red čekanja na obradu na mašini M1. U trenutku prekida simulacije je 15 komada je i dalje čekalo na obradu, a 155 je otišlo na obradu. 2 komada su na obradi a 153 je završilo obradu na M1. 77 proizvoda P2 je ušlo u red čekanja na obradu na mašini M2. 76 je obrađeno, a 1 se nalazi na obradi na mašini M2. Proizvodi P1 i P2 idu posle obrade na kontrolu kvaliteta. Ukupno ih je stiglo 229. Kontrolu je prošlo 214 proizvoda a odbačeno je 15. 214 proizvoda je nastavilo obradu na M3 i 212 je završilo obradu, a 2 komada se i dalje nalaze na M3. Iskorišćenost M1 je 98,2%, M2- 46.2%, a M3- 89,1%.

Radnike na masini M3 bi trebalo stimulisati na efikasniji rad. Time bi se postigla mogućnost izbacivanja masine M2 koja bi se mogla racionalnije iskoristiti na nekom drugom mestu.

## 5. ZAKLJUČAK

Potreba za simulacijom se može opisati na sledeći način:

- Eksperiment nad realnim sistemom je neizvodljiv, skup ili suviše složen.
- Stvaranje uslova pod kojima nastupa razaranje sistema.
- Sistem je suviše složen da bi se opisao analitički.
- Analitički model nema analitičko rešenje.
- Shvatanje funkcionisanja postojećeg sistema.
- Promena parametara modela.

- Faktor - vreme.
- Nema grešaka pri merenju.
- Moguće je zaustaviti odvijanje eksperimenta, kako bi se analizirale vrednosti stanja u tom trenutku[4].

Imajući u vidu rezultate dobijene kroz realizovan primer, kao i zaključke i mere koje se na osnovu rezultata mogu doneti i primeniti očigledna je korist od primene navedenog softvera. Pored urađenog primera ovaj softver se može primeniti i na niz drugih sistema i situacija. GPSS između ostalog omogućava i rad sa memorijskim lokacijama, aritmetičkim izrazima, korisničkim redovima, kao i definisanje različitih funkcija, indirektno adresiranje, zadavanje parametara transakcijama, i drugo. U cilju numeričke obrade koju zahtevaju složeniji modeli, GPSS procesor omogućuje pristup raznim internim varijablama simulatora, atributima transakcija i permanentnih entiteta, koje zajednički nazivamo standardnim numeričkim atributima (SNA)[5].

## LITERATURA

- [1] Radenković B., Stanojević M., Marković A.: Računarska simulacija, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1999.
- [2] Janković A.: Skripta iz predmeta Modeliranje i Analiza sistema, Centar za interdiciplinarne i multidiciplinarne studije i istraživanja, Kragujevac, 2005.
- [3] Radenković B.: Simulacija i simulacioni jezici-skripta, FON, 1991.
- [4] Janković A.: Modeliranje i Modeli, Power Point prezentacija, Centar za interdiciplinarne i multidiciplinarne studije i istraživanja, Kragujevac, 2005.
- [5] [http://www.simlab.fon.bg.ac.yu/Download/Simulacija\\_u\\_poslovnomo\\_odlucivanju\\_/Knjiga/knjiga.zip](http://www.simlab.fon.bg.ac.yu/Download/Simulacija_u_poslovnomo_odlucivanju_/Knjiga/knjiga.zip)
- [6] Aburdene, M. F.: Computer Simulation of Dynamic Systems, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 1988
- [7] Altman, D. : Osnovi teorije diskretnog modeliranja i simulacije, Marketing Iskra Delta, 1982