

RAČUNARSKI SISTEMI ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

Rezime: Svakodnevna borba za tržište, usled jake konkurencije, dovodi do niza promena koje moraju da uslede kako bi se zadržala ili poboljšala pozicija na tržištu. Bez obzira da li je u pitanju proizvod ili usluga, mora se imati u vidu stalno poboljšanje sa svih aspekata. Preduzeće koje želi da opstane na globalnom tržištu mora imati jasnu viziju svoje budućnosti i strategiju kao način ostvarivanja ciljeva preduzeća u okruženju u kojem posluje. Vizija i strategija se prevode u niz konkretnih ciljeva preduzeća. Primena simulacije u upravljanju proizvodnjom danas je neophodna i obavezujuća sa aspekta skraćivanja vremena proizvodnje, proširenja asortimana proizvoda, smanjenja škarta i povećanja produktivnosti i ekonomičnosti proizvodnje. Ovaj rad predstavlja pokušaj da se ukaže na mogućnost upotrebe računarskih sistema, odnosno simulacije, u upravljanju proizvodnjom. **Ključne reči:** upravljanje proizvodnjom, računarski sistemi, simulacija, softver

COMPUTER SYSTEM FOR PRODUCTION MANAGEMENT

Abstract: Everyday competition for a market, due to strong rivalry, results in the sequence of changes which should result in order to keep or get better positions on market. Whether it is a product or a service, constant improvement should be taken into account from all aspects. Corporation who wants to survive on global market must have a distinct vision of its own future, and also a strategy of accomplishing its goals in existing environment. Vision and strategy are turned into corporation's precisely defined goals. Nowadays, the application of simulation in production management is necessary and obliging from the perspective of time saving in production, broadening the variety of products, reducing the waste and increasing the productivity and economy of production. This paper presents an attempt of implementation computer system and simulation in production management. **Key words:** production management, computer system, simulation, software

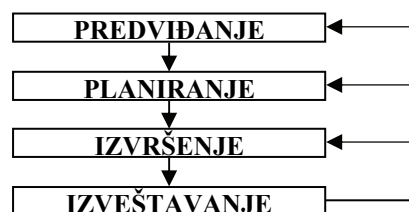
1. UVOD

Upravljanje proizvodnjom je problem koji je nastao onog trenutka kada je grupa ljudi udružila svoje sposobnosti u cilju ostvarenja proizvodnih rezultata koje su unapred odredili. Rezultat proizvodnih aktivnosti od pre nove ere je ideja o osnovnim fazama upravljanja: planiranje, priprema, izvršenje, kontrola. Proizvodnja, kakva je danas poznata, nastala je zahvaljujući industrijskoj revoluciji u 18. veku. Već tada su se sprovodile aktivnosti koje su i danas neophodne za efikasnu i racionalnu proizvodnju. U livnici Soho, 1800. godine su se mogli naći konkretni dokazi o istraživanju tržišta, prognoziranju, planiranju lokacije za izgradnju livnice, studiju o mogućnostima mašina, standardima proizvodnje, planu proizvodnje, standardizovanju komponenti, računovodstvu i obuci zaposlenih radnika. Od tada do danas ideja je ostala ista, dok su se organizaciona sredstva i tehnike za upravljanje proizvodnjom promenile. Od usmenih i pisanih naredbi, preko pomoćnih sredstava za ručno planiranje i kontrolu izvršenja proizvodnih aktivnosti, stiglo se do sofisticiranih računarskih sistema za upravljanje proizvodnjom, čime su znatno porasle mogućnosti za pribavljanje, obradu i prenos podataka, potrebnih za primenu savremenih metoda upravljanja proizvodnjom. Razvoj hardvera i softvera omogućio je masovnu i uspešnu primenu računara u proizvodnji. Do ekspanzije te primene došlo je izgradnjom koncepta 'Planiranje potreba za materijalom' MRP (MRP je skraćenica od engleskih reči Material Requirements Planning, što znači 'planiranje potreba za materijalom'). Programski paketi za upravljanje proizvodnjom, zasnovani na MRP sistemima, na tržištu su se pojavili početkom 60-ih godina ovog veka, nedugo pošto su MRP sistemi široko prihvaćeni u proizvodnim kompanijama. Iako su pioniri u eri upravljanja proizvodnjom pomoću računara, MRP sistemi i danas predstavljaju najpouzdaniji i najčešće korišćeni softverski alat za upravljanje proizvodnjom [1]. Razmatranje uspešnosti primene sistema za upravljanje proizvodnjom u praksi ukazuje na veliku razliku između potencijala koje ti sistemi imaju i njihove primene u praksi. Autor J.J. Skivington smatra da su ovi sistemi u praksi uglavnom neuspešni. Njegovo mišljenje je da je to zbog toga što je u proizvodnim preduzećima prisutno izvesno nerazumevanje činjenice da koncept upravljanja

proizvodnjom koji podržavaju sistemi za upravljanje proizvodnjom nije nov. U naporu da sofisticiraju svoju proizvodnju kompanije najčešće zaborave da obezbede efikasno funkcionisanje osnovnih proizvodnih procesa, što je preduslov za primenu savremenih, računarskih organizacionih sredstava.

2. SISTEMI ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

Za realizaciju zadataka upravljanja proizvodnjom koriste se odgovarajući sistemi, koji podrazumevaju model upravljanja proizvodnjom, organizaciona sredstva i tehnike. Model upravljanja proizvodnjom ima ulogu da se na osnovu strukture otkriju funkcionalne zavisnosti objekata i njihovih atributa i da se prati vremenski tok proučavanih pojava na realizaciji uzrok-posledica. Po autoru J.J. Skivingtonu model upravljanja proizvodnjom može se prikazati sledećom slikom[2].



Slika 1. Model upravljanja proizvodnjom

Model upravljanja proizvodnjom se sastoji iz četiri faze: *Predviđanje:* predviđanje tražnje; predviđanje prodaje; osnovni program proizvodnje; osnovni plan proizvodnje; *Planiranje:* planiranje potreba za materijalom; sastavnica materijala; upravljanje zalihama; planiranje kapaciteta; planiranje proizvodnje; planiranje održavanja; *Izvršenje:* priprema proizvodnje; lansiranje; dispečiranje; kontrola; *Izveštavanje:* izveštaji za pojedinačne elemente; izveštaji za integralni sistem. Organizaciona sredstva i tehnike za upravljanje proizvodnjom određuju podelu sistema za upravljanje proizvodnjom na ručne i računarske. Ručni sistemi za upravljanje proizvodnjom se mogu podeliti na centralizovane i decentralizovane. Računarski sistemi za upravljanje proizvodnjom mogu se, dalje, podeliti na:

- MRP sistemi
- Specijalizovani sistemi (programski paketi koji pomažu u rešavanju određenih problema upravljanja proizvodnjom, npr. Upravljanje zalihama, održavanje itd.).
- Sistemi za simulaciju proizvodnog procesa.
- Ekspertne sisteme za upravljanje proizvodnjom.

3. PROIZVODNI PROCES

Proizvodni proces je deo proizvodnog sistema. On obuhvata sve ono što se događa sa predmetom rada, proizvod ili usluga, između njegovog ulaza u proizvodni proces i izlaska iz proizvodnog procesa.

Operacije obrade izvode se na mestima rada ili radnim mestima. Taj deo proizvodnog procesa, koji je takođe proces, ali manjeg obima, zove se rad na proizvodni radnim mestima. To je samo jedan, ali osnovni, od više elementarnih procesa u proizvodnji. To znači da svaki proizvodni proces ima više elementarnih procesa, ima odgovarajuću strukturu [3].

3.1. Struktura proizvodnog procesa

Nova vrednost se stvara samo tokom elementarnog procesa rad na proizvodnim radnim mestima. Ostali elementarni procesi (kontrola kvaliteta, unutrašnji transport, skladištenje, preventivna zaštita radnika na radu, preventivno održavanje sredstava za rad, snabdevanje energijom i tehnološkim fluidima), uglavnom povećavaju troškove proizvodnje, produžavajući proizvodni ciklus, a time i rokove isporuke i posložavaju proces proizvodnje. To posložavanje smanjuje fleksibilnost proizvodnog sistema i u celini smanjuje nivo organizovanosti radne organizacije. Zato kod postojeće proizvodnje treba prvo izvršiti racionalizaciju samog procesa proizvodnje, pa tek onda usavršavanje elementarnih procesa u proizvodnji.

4. MODELIRANJE I SIMULACIJA

4.1. Modeliranje i modeli

Modeliranje predstavlja jedan od osnovnih procesa ljudskog uma. Ono je usko vezano za način ljudskog razmišljanja i rešavanja problema. 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. U najširem smislu, modeliranje predstavlja isplativo (u smislu troškova) korišćenje nečeg (modela) umesto nečeg drugog (realni sistem) sa ciljem da se dođe do određenog saznanja. Rezultat modeliranja je model.

4.2. Računarska simulacija

Da bi model bio koristan, od suštinske je važnosti to da se za dati ograničeni skup njegovih opisnih promenljivih, njegovo ponašanje može odrediti na praktičan način: analitički, numerički ili putem eksperimenta, gde se za izvesne, uglavnom slučajne ulaze, posmatraju odgovarajući izlazi. Ovaj poslednji proces naziva se simulacija.

Reč simulacija u svakodnevnoj upotrebi može da označi veći broj različitih aktivnosti, kao na primer: složene video igre, ispitivanje uticaja brojnih faktora na let novih modela aviona, deo eksperimenta u socio-psihološkim istraživanjima itd. Izraz modeliranje i simulacija izražava složenu aktivnost koja uključuje tri elementa: realni sistem,

model i računar. Modeliranje je proces kojim se uspostavlja veza između realnog sistema i modela, dok je simulacija proces koji uspostavlja relaciju između modela i računara. 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 podataka (ulaznih promenljivih, parametara), daljem nastavku simulacije, 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 (simulator), mora se utvrditi tačnost, odnosno korektnost simulatora. Proces procene korektnosti simulatora naziva se verifikacija [4].

4.3. Simulacioni proces

Simulacioni proces je struktura rešavanja stvarnih problema pomoću simulacionog modeliranja. On se može prikazati u obliku niza koraka koji opisuju pojedine faze rešavanja problema ovom metodom (životni ciklus simulacije). Struktura simulacionog procesa nije strogo sekvencijalna, već je moguć i povratak na prethodne korake procesa, zavisno od rezultata dobijenih u pojedinim fazama procesa. Broj faza i redosled njihovog obavljanja zavisi od svake konkretne situacije, ali je ipak moguće navesti jedan opšti, uređen skup procedura.



Slika 2. Dijagram toka simulacionog procesa

5. RAČUNARSKI SISTEMI ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

Ubrzani razvoj računarskog hardvera i softvera uslovio je prevazilaženje primene ručnih sistema za upravljanje proizvodnje. Računari su postali jedno od osnovnih sredstava za rad u proizvodnji i predstavljaju najznačajniji doprinos daljem tehnološkom razvoju. Pored primene računara u projektovanju i razvoju proizvoda, rukovanju i upravljanju proizvodnom opremom, numeričkom upravljanju, kontroli procesa, robotskim sistemima, automatskim skladištima, automatski vođenim vozilima itd., računar ima značajnu ulogu i u upravljanju proizvodnjom. Kao alternativa projektovanju i implementaciji vlastitog informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom, kompanije danas imaju na raspolaganju veliki broj komercijalnih sistema za upravljanje porizvodnjom .

5.1. Softveri za simulaciju proizvodnih procesa

Prednosti korišćenja simulacije u proizvodnom menadžmentu su sledeće: simulacija je relativno veran prikaz realnog sistema; može se koristiti za analizu velikih i kompleksnih realnih problema koji se ne mogu rešiti konvencionalnim modelima proizvodnog menadžmenta; simulacija dozvoljava rad sa bilo kojom raspodelom verovatnoća; zahvaljujući simulaciji efekti mogućih promena u sistemu su odmah vidljivi; simulacija dopušta 'šta-ako' analize; simulacija ne remeti realan sistem, što je velika prednost jer je nemoguće eksperimentisati sa pravim fabrikama, bolnicama ili aerodromima.

Neke od oblasti u kojima se danas primenjuje simulacija su: avio-saobraćaj, gradski saobraćaj, distributivni sistemi, planiranje i upravljanje zalihama, predviđanje prodaje, terminiranje proizvodnje, investiranje, raspored radnih mesta, raspoređivanje radne snage itd.

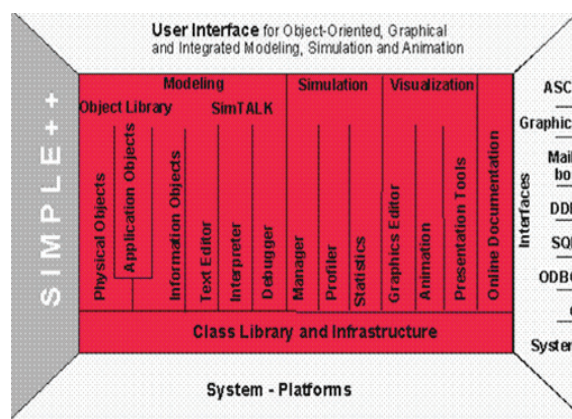
Simulacija može da ima i nedostatke kao što su: dobri simulacioni modeli su vrlo skupi; simulacija ne garantuje nalaženje optimalnog rešenja problema; simulacioni modeli ne daju odgovore bez adekvatnih, realnih ulaznih podataka; svaki simulacioni model je jedinstven i obično se ne može primeniti na druge probleme

Ovi problemi se danas mogu prevazići upotrebom simulacionih jezika, poput GPSS, SIMSCRIPT, DYNAMO ili spreadsheet softvera, kao i korišćenjem komercijalnih, lakih za upotrebu, programa kao sto su Witness, Promodel, Arena, Taylor II, AutoMod itd. Komercijalni softveri za simulaciju proizvodnih procesa su vrlo rasprostranjeni zbog mogućnosti koje imaju u planiranju, simulaciji i analizi proizvodnje, relativno niske cene i lakoće upotrebe, koja omogućava i neprogramerima da uspešno izvode eksperimente sa modelom. Ovakvi softveri rade u grafičkom okruženju, na UNIX- radnim stanicama ili na personalnim računarima sa UNIX ili Windows operativnim sistemima, podržavajući sledeće operacije: modelovanje, simulaciju i vizuelizaciju proizvodnog procesa. Na slici 3 prikazana je struktura simulacionog softvera SIMPLE++, proizvod kompanije AESOP. SIMPLE++ označava akronim za reči 'SIMulation in Production, Logistics and Engineering and its implementation in C++'. U modelu za modelovanje moguće je projektovati izgled proizvodnog pogona pomoću opcija *Fizički objekti* i *Informacioni objekti*. Fizički objekti su: mašine, konvejeri, linije, skladišta vozila, putevi, kontejneri, palete i delovi. Informacioni objekti služe za prikazivanje informacionih tokova između svih objekata. Oni mogu biti metode,

generatori, liste i podaci. Pomoću osnovnih objekata mogu se kreirati aplikativni objekti sa svojim dizajnom, funkcijama i ponašanjem. Na raspolaganju su sledeći aplikativni objekti: sistem automatski vođenih vozila, sistem konvejera, procesna industrija, skladište, personal, upravljanje pogonom, MRP.

Za unošenje raznih pravila za materijalne i informacione tokove, kao i za donošenje odluka koristi se jezik SimTalk, preko tekst editora. Posle projektovanja proizvodnog sistema moguće je startovati simulaciju. Simulacija se može izvoditi sa ili bez animacije. Moguće je primeniti bilo koji ulazni podatak, što je vrlo važno kod svakodnevnih optimizacija, kao što je terminiranje. Posle simuliranja procesa daju se statistički podaci u obliku raznih dijagrama ili tabela za pojedine delove ili za celu simulaciju.

Modul za vizuelizaciju sadrži alate za prezentaciju, grafički editor i animaciju. Alati za prezentaciju omogućavaju efektan prikaz parametara modela i rezultata simulacije. Grafički editor se koristi za kreiranje slika objekata. Mogu se koristiti i gotovi objekti. Animacija ide uporedo sa simulacijom i njena brzina se može menjati.



Slika 3. Struktura softvera SIMPLE++

Karakteristike softvera za simulaciju proizvodnih procesa:
Korisnički interfejs: Objektno orijentisano, grafičko okruženje sa prozorima, menijima i mišom, aplikativno orijentisan dijalog i verodostojna provera ulaznih podataka, korisnički definisani dijalog prozori, upravljanje ekranom preko zumiranja, 'integrisano radno okruženje': sve funkcije modelovanja, simulacije i animacije su istovremeno raspoložive, 'inkrementalna opercija' : detaljanje ili uproščavanje modela u svakom trenutku, 'neproceduralna opercija' : procedura modelovanja je nezavisna od toka simulacije, on-line dokumentacija i help funkcije.

Modelovanje: Veličina modela nije ograničena, 'top-down' i 'bottom-up' modelovanje, kontrola nivoa parametara, neograničena hijerarhija modela i strukture procesa, neograničen broj nezavisnih generatora slučajnih promenljivih, različite pomoćne funkcije: automatsko povezivanje objekata, aktivno pozicioniranje preko koordinatne mreže, skrivanje povezujućih linija itd., spoljna manipulacija modelom sa drugim programima, osnovni objekti za materijalni i informacioni tok: mašina, skup paralelnih mašina, linija, skladište, traka, vozilo, konvejer, kontejner, generator, metod, podatak, stohastička raspodela parametara: konstantna, uniformna, normalna, eksponencijalna, geometrijska, hipergeometrijska i formule definisane od strane korisnika, fiksni i od strane korisnika definisani atributi za svaki objekat, grafički editor za definisanje i menjanje slike svakog objekat, menjanje slika

za vreme animacije, biblioteka slika sadrži različite ikone za prikazivanje objekata, više od 50 matematičkih, tekstualnih i logičkih funkcija, SimTalk: jezik sa jednostavnim komandama i strukturom, globalna ili lokalna kontrola jednog ili više objekata, materijalni i informacioni tokovi se mogu modelovati nezavisno.

Simulacija: Promena modela i parametara u toku simulacije, izbor brzine simulacije, prikaz korak po korak simulacije, razmena podataka u toku simulacije, grafički prikaz vrednosti parametara u toku i posle simulacije, statistika za totalno vreme simulacije, intervala i aktuelnog vremena, analiza simuliranog ponašanja.

Animacija: Slobodna definicija layout-a animacije, promena animiranih slika, prikaz hijerarhijskog nivoa otvorenih objekata u svakom trenutku, simulacija može ići sa ili bez animacije.

Ovaj sofisticiran softver za simulaciju proizvodnih procesa pruža i sledeće mogućnosti:

- C interfejs povezuje model sa spoljnim C programima, koji mogu da rade sa podacima poput jezika SimTalk;
- DDE (Dynamic Data Exchange) interfejs omogućuje razmenu podataka između različitih programa u toku simulacije. Tipičan primer aplikacije DDE je integracija sa spreadsheet softverom EXCEL u cilju grafičke prezentacije rezultata simulacije za vreme trajanja simulacije;
- GA je softver koji podržava iterativne optimizacije terminiranja proizvodnje koristeći genetske algoritme. Rezultujući podaci se prezentiraju pomoću Gantovih dijagrama. Ovi dijagrami se mogu analizirati i menjati i koristiti kao ulazni podatak za sledeću simulaciju. Postoje dve vrste ovih dijagrama: dijagram zauzetosti mašina i dijagram redosleda izrade proizvoda;
- Mailbox je klijent-server komunikacioni sistem koji obezbeđuje fleksibilnu, direktnu komunikaciju između softvera za simulaciju i drugih programa u mreži;
- SQL omogućava razmenu podataka sa SQL bazama podataka. Na raspolaganju je kompletan raspon SQL komandi. Podržane su najpopularnije baze podataka za Unix sisteme: INFORMIX i ORACLE.

Softveri za simulaciju proizvodnih procesa se vrlo lako mogu povezati i sa drugim komercijalnim paketima za proizvodni menadžment: za modelovanje poslovnih procesa, za planiranje layout-a, za planiranje i upravljanje proizvodnjom, za studiju rada itd. Takođe, oni se mogu povezivati sa CAD/CAM sistemima i tako postati deo CIM sistema [5].

Mnoštvo simulacionih softvera koji su dostupni može biti poražavajuće za nove korisnike. Danas se na tržištu mogu naći neki od sedećih softvera, koji su izabrani kao slučajni uzorak: SIMAS II; gPROMS; SES/Workbench; WITNESS; ARENA; EASY5; SIMPLORER; Promodel; SimBax; AutoSimulations; DynaWiz; AMESim; ShowFlow; cnet; QualNet; OPNET; Universal Mechanism 2.0; HCADWin.

Postoji nekoliko stvari koje čine simulacioni paket idealnim. Neke su pogodnosti paketa kao što su podrška, reaktivnost na notifikaciju greške, interfejs, itd. Neke druge pogodnosti paketa koje pruža korisnicima, kao što su njihove potrebe, njihov nivo ekspertize, itd. Zbog tih razloga pitanje koji paket je najbolji, predstavlja iznenađni neuspeh procenjivanja. Prvo pitanje koje treba postaviti je u koju svrhu vam je potreban softver? U svrhu edukacije, obuke, studentskog projekta ili istraživanja?

Glavno pitanje glasi: Koji su bitni aspekti koji se traže u paketu? Odgovor zavisi od specifične aplikacije. Mada ipak, neki generalni kriterijumi su: ulazni kapaciteti, mogućnost optimizacije, izlazni rezultati, okruženje koje uključuje službu obuke i podrške, ulazno-izlazne statističke podatke analize mogućnosti, i naravno faktor troškova. Morate znati koje karakteristike su potrebne, prigodne i neophodne za vašu situaciju.

6. ZAKLJUČAK

Danas je nemoguće upravljati proizvodnjom bez pomoći modela upravljanja, organizacionih sredstava i tehnika. Ta pomoć je uglavnom realizovana preko primene računarskih sistema za upravljanje proizvodnjom.

Ručni sistemi su prevaziđeni pojavom mainframe računara, koji su postali jedno od osnovnih sredstava za rad u proizvodnim kompanijama. Kompanije su imale dve strategije korišćenja ove tehnologije na raspolaganju: projektovanje i implementacija vlastitog informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom i kupovina komercijalnih programskih paketa. Komercijalni softveri su se pokazali i efikasnijim i jeftinijim alatima, pa se, zbog velike potražnje, na tržištu pojavio veliki broj ovih programskih paketa.

Nagli razvoj informacionih tehnologija uticao je i na pojavu sistema za upravljanje proizvodnjom na personalnim računarima, što je uslovalo pad cene, još veću tražnju i tome srazmeran broj komercijalnih softvera. Ni za jedan sistem se ne može reći da je najbolji ili najgori, kao što ni jedan ne sadrži sve što je potrebno za upravljanje proizvodnjom. Može se reći da softverske kompanije veoma brzo reaguju na pojavu novih modela, ugrađujući ih u svoje pakete.

Opšta ocena o sistemima za upravljanje proizvodnjom je da oni u praksi pokazuju mnogo manje nego što njihovi potencijali obećavaju. Postoje dva razloga za to. Prvi je taj što proizvodne kompanije pre uvođenja sistema ne obezbede efikasno funkcionisanje osnovnih proizvodnih procesa. Drugi je taj što ne postoji sistem koji bi sam bio dovoljan da realizuje zahteve kompanije. Proizvodne kompanije bi trebalo da prvo instaliraju MRP sisteme, a da kritične funkcije za proces poboljšaju potrebnim specijalizovanim i simulacionim softverima.

7. LITERATURA

- [1]Gumaer R., Beyond ERP and MRPII, IIE Solutions, Vol. 29 No.9, pp.32-6, 1996
- [2]Skivington J., Computerizing Production Management Systems, Chapman & Hall, 1990.
- [3]Radović M., Proizvodni sistemi – projektovanje, analiza i upravljanje, FON, Beograd, 1999.
- [4]Radenković B., Stanojević M., Marković A., Računarska simulacija, FON, Beograd, 1999
- [5]Petronijević B., Radović M., Prilog poboljšanju strukture modela upravljanja proizvodnjom, FON, Beograd,1999
- [6]http://www.simlab.fon.bg.ac.yu/Download/Simulacija_u_poslovnomodlucivanju/Knjiga/knjiga.zip
- [7] Janković A, Skripta iz predmeta Modeliranje i Analiza sistema, CIMS I, Kragujevac, 2005.
- [8] <http://ubmail.ubalt.edu>
- [9] <http://lionhrtpub.com>

Autori: dipl. Ing. Brzaković Radomir, mr. Marjanović Zoran, Zastava automobil, Trg Topolivaca 4, Kragujevac
E-mail: brzijax@yahoo.com