

## PRIMENA SOFTVERA LOGWARE U EDUKACIJI MENADŽERA LOGISTIKE SOFTWARE LOGWARE APPLICATION IN EDUCATION OF LOGISTICS MANAGERS

Lena Đorđević, Slobodan Antić

**REZIME:** U radu se razmatra mogućnost primene softverskih aplikacija i simulacije u procesu edukacije operacionih menadžera. Program Logware se navodi kao jedan od raspoloživih alata, u kontekstu softverske podrške u obrazovanju. Opisana su dva modula računarskog programa Logware, pogodnog za analizu i rešavanje raznovrsnih problema i planiranje logističkih i aktivnosti lanca snabdevanja. Prikazom mogućnosti simulacije procesa u lancu snabdevanja, korišćenjem SCSIM modula, ukazuje se na onaj aspekt softvera Logware koji omogućava njegovo korišćenje za interaktivni razvoj znanja i unapređenje veština kadrova u oblasti menadžmenta logistike i lanaca snabdevanja. Prikazom modula ROUTE ukazuje se na aspekt softvera Logware koji omogućava da se, na neposredan način, korisnicima približe složeni problemi rutiranja. Predstavljanjem problema na koje se odnosi modul ROUTE naznačena je razlika između obrazovnih i praktično primenljivih softvera.

**KLJUČNE REČI:** softverska podrška u obrazovanju, interaktivni razvoj znanja, unapređenje veština.

**ABSTRACT:** The paper discusses the applicability of software applications and simulation in the education of operations managers. Program Logware is referred as one of the available tools, in the context of software support in education. There are represented two modules of software Logware, that are useful for analyzing a variety of logistics and supply chain problems and logistics and supply chain planning. Review of supply chain process simulation using SCSIM module notes the aspect of Logware software, as a tool for interactive development of knowledge and skills improvement of logistics and supply chain managers. Review of module ROUTE indicate the aspect of software that makes it appropriate for the introducing to complex routing problems. Problems relevant to the module ROUTE are represented in point of differentiation between educational and practically applicable software.

**KEY WORDS:** software support of education, interactive development of knowledge, skills improvement

### 1. UVOD

Usled zahteva za sve kraćim periodima realizacije narudžbina i zahteva za njihovom raznovrsnošću, visoka fleksibilnost lanca snabdevanja nameće se kao imperativ u svetu modernog poslovanja. Adekvatno planiranje i efikasnost procesa u lancu snabdevanja može doprineti ostvarenju željene fleksibilnosti. Unapređenja organizacije logističkih procesa, uključujući analizu tokova materijala i proizvoda, zahtevaju određena ulaganja, bez garancije da će doneti očekivani profit. Ulaganje novca u takve aktivnosti može se minimizirati upotrebom primerenih softverskih alata, koji su danas menadžerima logistike i lanaca snabdevanja na raspolaganju. Uzroci rasta popularnosti primene simulacije u poslovanju, ali i u obrazovanju putem primenjenih softvera, su očigledne prednosti koje donose. Na taj način učesnicima se omogućava da donose odluke u situacijama analognim realnim, ali bez rizika, za kratko vreme, po niskoj ceni, itd.

U ovom radu se sagledava mogućnosti i prednost uvođenja softverske podrške u studijske programe logistike i lanaca snabdevanja. Koncept primene softvera, simulacije i igara, kao i koristi koje proizilaze iz ovakvog oblika edukacije predstavljaju popularnu tematiku, obrađivanu u mnogobrojnim radovima i istraživanjima poslednjih decenija. Rad je usmeren na identifikaciju prednosti uvođenja ovog koncepta u edukativni proces, sa idejom daljeg razvoja i istraživanja u ovom pravcu.

Rad je strukturiran na sledeći način: na početku se predstavlja koncept primene softvera, simulacije i igara, kao i koristi koje proizilaze iz ovakvog oblika edukacije; zatim se u skladu sa mnogobrojnim radovima i istraživanjima analizira primena softvera u edukaciji studenta logistike; četvrto poglavlje odnosi

se na softver Logware, uz detaljan prikaz odabranih modula aplikacije; nakon prikaza predstavljaju se problemi na koje se jedan od modula odnosi, da bi se naglasila razlika između obrazovnih i praktično primenljivih softvera; na kraju rada se rezimiraju ključne prednosti uvođenja softverske podrške u proces edukacije operacionih menadžera i dalji pravci mogućeg istraživanja.

### 2. SOFTVERSKA PODRŠKA U OBRAZOVANJU

E-learning predstavlja opšti koncept, koji se odnosi na učenje zasnovano na računarskoj, interaktivnoj tehnologiji i učenju na daljinu, kako se navodi u [1]. Terminom edutainment, koji potiče od engleskih reči "education" i "entertainment", se označava koncept učenja koji omogućava igračima da na interesantan način razumeju složene poslovne probleme i da aktivno učestvuju u procesu donošenja odluka u cilju rešavanja ovih problema, kako se prikazuje u [2]. Primena ovog tipa igara počinje devedesetih godina 20. veka, uporedo sa ekspanzijom tržišta računara. Prema [3], najčešće su zastupljene video igre sa edukativnim ciljevima.

Primenjene igre mogu se definisati kao igre čija svrha nije zabava. Ciljevi ovih igara su sveobuhvatniji od ciljeva igara tipa edutainment. Oni obuhvataju sve aspekte obrazovanja (nastava, obuka, informisanje) i sve starosne grupe. Učenje zasnovano na igrama (Game-based learning, GBL) opisuje se kao grana primenjenih igara, koja se odnosi na aplikacije sa definisanim ishodom učenja, kako se navodi u [4]. Učenje zasnovano na digitalnim igrama (Digital game-based learning, DGBL) je pojam vrlo blizak učenju zasnovanom na igrama, sa dodatnim ograničenjem, koje se odnosi na digitalne igre. Ovaj tip igara

je prema [5,6] zasnovan na dve premise: način razmišljanja je promenjen, današnjim studentima “maternji jezik” je jezik digitalnih medija. Nove generacije studenata navikle su na radikalno novi oblik kompjuterskih i video igara. Novi oblik zabave je oblikovao sklonosti i sposobnosti kako dece, tako i odraslih, pružajući im ogroman potencijal za učenje.

Na osnovu mnogobrojnih radova i istraživanja autora, među kojima su M. Prensky, J. P. Gee, C. Aldrich, S. Johnson, D. Gibson i drugi, može se zaključiti da se poslednjih decenija sve više razvijaju i koriste softveri za podršku procesima obrazovanja kadrova. Prednosti primene softvera u edukativne svrhe su brojne: omogućava se primena analitičkih tehnika u okruženju bez poslovnog rizika, razvijaju se sposobnosti timskog rada i odlučivanja, proces učenja postaje zanimljiviji i povećava se motivacija i interes za predmet ili istraživačko područje. Jedna od posebnih pogodnosti učenja, odnosno razvoja veština uz pomoć računarske simulacije je efekat ubrzanja i sažimanja vremena učenja, koje je u stvarnosti znatno duže.

Simulacijom se izbegava rizik ograničavanja studenata na potpuno teorijsku postavku obrazovanja. Kao što se navodi u [7], postoji potreba da studenti, na neki način, neposredno iskuše probleme koji se pojavljuju u radu organizacionih sistema. Primena softvera u edukaciji podstiče aktivno učenje, za razliku od onoga koje se pasivno odvija u obliku predavanja *ex cathedra*. Osim toga, uvođenjem simulacije u nastavni proces težište nastavnog procesa prebacuje se sa predavača na studente.

Kada govorimo o vezi kompjuterske simulacije i učenja neophodno je napraviti razliku između učenja o simulaciji i učenja korišćenjem simulacije, kako se navodi u [8]:

- U slučaju učenja fokusiranog na simulaciju, računarska simulacija je predmet učenja. Odnosi se na koncept modelovanja, metodologiju simulacije i softverske alate za modeliranje i simulaciju, sa ciljem da se studentu omogući da primeni računarsku simulaciju za rešavanje praktičnih problema. Problemi mogu biti uopšteni ili specifični za određene oblasti primene, kao što su npr. problemi logistike i lanaca snabdevanja.
- U oblasti učenja zasnovanog na simulaciji, računarska simulacija (obično u kombinaciji sa animacijom ili nekom drugom tehnikom vizualizacije) se koristi kao sredstvo za podršku učenju u određenoj oblasti. Ovde simulacioni modeli imaju za cilj objašnjenje i razumevanje složenih procesa, ilustraciju apstraktnog znanja, prikaz veza ili međuzavisnosti i omogućavaju iskustveno učenje ili primenu znanja.

Distinkcija pojmova odnosi se i na veze između simulacije i e-učenje, odnosno učenje uz pomoć elektronskih medija. Prema [9] tehnologija e-učenja koristi se za učenje kroz rad i percepciju okruženja za učenje zasnovano na problemu. Studenti se suočavaju sa situacija u kojima treba brzo doneti odluke, u skladu sa novim informacijama, radeći timski i oslanjajući se na svoju sposobnost da kreiraju i koriste znanja koja će omogućiti da inoviraju i lansiraju virtuelne proizvode na tržište pre virtuelnih konkurenata. Uloga simulacije je podrška ovim procesima učenja:

- Računarska simulacija može biti sastavni deo interaktivnog okruženja. Studenti je mogu koristiti bez poznavanja metodologije simulacije i bez potrebe za učenjem teorije o simulaciji.
- Metodologija simulacije se namerno i svesno može primeniti u određenom kontekstu u okruženju specijalizovanim za eksperimentisanje.
- Osnovni koncept obrazovanja i obuke kroz simulaciju podrazumeva korišćenje elektronske tehnologije, uključujući upotrebu simulacije za učenje kroz simulaciju.

U slučaju e-učenja i simulacije koristi se kompjuter kao centralni medij, što čini njihovu zajedničku primenu vrlo pogodnom. Nema promene konteksta, a dodatni alati nisu potrebni. Prema [10], onlajn simulacije se čak mogu posmatrati kao sledeći korak e-učenja. Studenti dobro prihvataju ovaj oblik učenja usled kompleksnosti, realizama, kao i prilike da primenjuju nove veštine u okruženju bez rizika. Predavači ih rado uvrstavaju u program usled činjenice da su studenti motivisani za rad.

### 3. SOFTVERI U EDUKACIJI STUDENATA LOGISTIKE

Logistika se izuzetno brzo razvija kako u oblasti nauke, tako i praktične primene. Kompetencije menadžera logistike danas obuhvataju portfolio različitih znanja iz oblasti inženjerstva i menadžmenta, kao i razvijene raznovrsne sposobnosti: definisanje i rešavanje problema, planiranje, projektovanje, upravljanja i kontrola procesa, upravljanje znanjem, kao i visoko razvijene logističke i socijalne veštine. Usled ovih zahteva, kako se navodi u [11] programe logističkog obrazovanja i treninga neophodno je projektovati na način koji će studentima obezbediti:

- deklarativno znanje, oblika “znajući da ...”,
- konceptualno znanje tipa “znajući kako” i
- proceduralno znanje koje je “know-how” za odgovarajuću oblast.

U skladu sa prethodno stečenim znanjima i ciljem određenog programa edukacije, studenti se suočavaju sa različito postavljenim problemima:

- prepoznavanje osnovnih struktura i procesa;
- smanjenje broja procesa na neophodne;
- razumevanje paralelnih procesa;
- razumevanje uzročno-posledičnih odnosa i sl.

Nastavni programi studija se projektuju sa ciljem da rezultiraju korom kompetencija stručnjaka određenog profila koji će biti prepoznatljivi na tržištu radne snage i od strane poslodavaca, kako se navodi u [12]. Kvalitet takvih programa se meri primenljivošću znanja svršenih studenata. U tom smislu, primena softvera može biti jedan od elemenata sa značajnim uticajem na osposobljavanje i profesionalni razvoj logističara.

Uspešne kompanije, kao što su Dell, Wal-Mart, Zara i Li&Fung svoju korporativnu strategiju usmeravaju u cilju postizanja superiornosti u odnosu na konkurente, prema [13]. One ostvaruju kompetitivnu prednost efikasnim upravljanjem

kompleksnim mrežama interakcija na više kontinenata i između preduzeća u procesima nabavke, montaže i distribucije robe u globalnom kontekstu. Takav način poslovanja zahteva od zaposlenih visok nivo stručnosti i iskustva u različitim oblastima. Sve to ustanove visokog obrazovanja stavlja pred izazov razvoja nastavnih programa koji će studente osposobiti za rad i upravljanje u složenim situacijama koje se javljaju u preduzećima i globalnim lancima snabdevanja.

Neki od raspoloživih softverskih proizvoda primenljivi u edukaciji studenta operacionog menadžmenta, u oblasti logistike su POM, WINQSB, Arena simulation software, Flexsim, Enterprise Dynamics i mnogi drugi.

POM za Windows razvijen je od strane Weiss-a 1997. godine. Softver se odnosi na širok opseg problema iz oblasti operacionog menadžmenta. POM nudi module za raspoređivanje, planiranje zaliha, linearano programiranje, simulaciju, transport i dr.

WinQSB razvio je Chang 1998. godine. Pogodan je za edukaciju u oblasti operacionog menadžmenta i operacionih istraživanja. Raspoloživi moduli odnose se na dinamičko, linearno, celobrojno, nelinearno programiranje, markovljeve procese, raspoređivanje i dr.

Arena je softver namenjen simulaciji diskretnih događaja, razvijen od strane Systems Modeling, odnosno Rockwell Automation. Korisnik gradi model postavljanjem modula (objekata različitih oblika), koji predstavljaju procese. Linijama se povezuju moduli i precizira tok procesa. Moduli imaju konkretne akcije na tokovima, protok i vreme, i predstavljaju odraz realnog sistema. Statistički podaci (npr. vreme ciklusa) mogu da se snime i predstave u vidu izveštaja. Arena softver ima mogućnost integracije sa Microsoft paketima. To uključuje Visual Basic for Applications, tako da modeli mogu da se automatizuju u slučaju primene specifičnih algoritama. Podržan je uvoz elemenata iz Microsoft Visio programa, kao i komunikacija sa u Excel spredšitovima i Access bazama podataka.

FlexSim je softver namenjen simulaciji diskretnih događaja u proizvodnji. Razvijen je od strane FlexSim Software Products, Inc. Kao softver opšte namene može se koristiti za simulaciju u različitim oblastima:

- Proizvodnja: proizvodna montažna linija
- Logistika i distribucija: projektovanje lanaca snabdevanja, projektovanje distributivnih centara, planiranje usluga, skladištenje itd.
- Transport: planiranje sistema saobraćaja, koordinacija pomorskog saobraćaja, saobraćajne gužve, itd.
- Druge oblasti: procesi u rudarstvu, tok podataka u mreži itd.

Enterprise Dynamics predstavlja softversku platformu za simulaciju diskretnih događaja, koju su razvili u kompaniji INCONTROL Simulation Solutions. Platforma obuhvata više biblioteka podataka, u zavisnosti od oblasti za koju će se raditi simulacija. Enterprise Dynamics namenjen je simulaciji kompleksnih logističkih problema u cilju njihovog rešavanja. Osnovne karakteristike softvera su :

- Objektno-orijentisani rad, modeli se sastavljaju od elemenata iz biblioteke. Promene u biblioteci elemenata imaju efekat na elemente modela.

- Odvojena biblioteka elementa može se vrlo lako kreirati, npr. u cilju integrisanja pod-komponenti, koje se javljaju više puta u modelu ili u biblioteci, kako bi se generisali kontrolni elementi strategije. Hijerarhijska struktura može da se uspostavi i slobodno se premestiti na različite nivoe (na primer: proizvod u kartonu, u kutiji, na paleti, u skladištu, itd).
- Dodeljivanje promenljivih različitim elementima je jednostavno (putem imena, kanala povezivanja, pokazivačem, itd.).
- Omogućeno je interaktivno simuliranje sistema.
- Korisniku je na raspolaganju 3D vizuelizacija.
- Otvorena arhitektura softvera obezbeđuje integraciju sa drugim programima.

Arena, FlexSim i Enterprise Dynamics predstavljaju komercijalne softvere, koji se koriste u kompanijama za simulaciju procesa, u cilju rešavanja kompleksnih problema. Navedeni softveri su raspoloživi i u edukativne svrhe. Edukativne verzije programa imaju oskudnije mogućnosti za rad, ali su veoma pogodno za upoznavanje studenta sa realnim poslovnim problemima i pružaju mogućnost donošenja odluka i rešavanja problema u simuliranom okruženju. POM i WinQSB namenjeni su za rad u učionici.

Primena softverskih proizvoda u menadžmentu logistike i lanaca snabdevanja doprinosi razvoju inovativnosti i ideja za ostvarivanje cilja, a uzimajući u obzir okruženje. Za analizu realnih logističkih procesa snabdevanja, transporta, distribucije, itd. i rešavanje problema koji se javljaju pri njihovoj realizaciji (npr. određivanja lokacije skladišta, određivanje ruta, određivanje politike zaliha, itd.) može se koristiti softverski paket *Logware*. Osnovni cilj primene ovakvog programa u edukaciji studenata logistike je upoznavanje se kompleksnim poslovnim problemima, razvoj veština i sposobnosti rešavanja konkretnih logističkih problema, kao i korišćenje analitičkih tehnika pri njihovom rešavanju.

#### 4. SOFTVER LOGWARE

Logware predstavlja skup softverskih programa za analizu različitih problema koji se javljaju u oblastima logistike i lanaca snabdevanja, kako se navodi u [14]. Softver je razvio R. H. Ballou sa Weatherhead School of Management, Case Western Reserve University. Sastoji se od šesnaest modula, prikazanih na slici 1.



Slika 1. – Moduli softvera LOGWARE



- FORECAST se koristi za predviđanje vremenskih serija pomoću eksponencijalnog ujednačavanja i metode dekompozicije vremenskih serija;
- Moduli ROUTE, ROUTEQ, ROUTER koji su namenjeni rešavanju problema rutiranja: određivanje najkraćeg putanja između dve zadate tačke, određivanje svih najkraćih putanja od zadate tačke do ostalih datih tačaka, određivanje međusobno najkraćih putanja za svaki par datih tačaka, problem trgovačkog putnika (određivanje najkraćeg putanja koja kroz svaku datu tačku prolazi samo jednom);
- INPOL za određivanja optimalne politike zaliha po principu *EOQ*;
- Moduli COG, MULTICOG, PMED, WARELOCA namenjeni su određivanju lokacije objekta metodom centra gravitacije, P-mediane, analizom studije slučaja Soap Company;
- LAYOUT modul služi za pozicioniranje proizvoda u skladištu;
- MILES se koristi u cilju određivanja rastojanja između dve tačke;
- TRANLP je namenjen za rešavanja transportnog problema primenom linearnog programiranja;
- LNPROG služi rešavanju opštih problema linearnog programiranja simpleks metodom;
- MIPROG se odnosi na rešavanje problema celobrojnog programiranja metodom grananja i ograđivanja;
- MULREG koristi se za određivanje jednačine linearne regresije procedurom regresije ili korelacione analize;
- SCSIM modul predstavlja simulaciju toka proizvoda u lancu snabdevanja.

#### 4.1 Modul SCSIM

SCSIM (Supply Chain Simulation) je modul softverskog paketa Logware, koji simulira stvarne tokove proizvoda kroz lanac snabdevanja. Lanac snabdevanja, posmatran u ovom modulu, sastoji se od četiri ešalona, počev od fabrike do klijenta, kako je prikazano Slikom 2.

Simulacija se, u ovom modulu, koristi za određivanje performansi i finansijskih pokazatelja lanca snabdevanja u slučajevima primene različitih metoda predviđanja, politike zaliha, transportnih usluga i troškova naručivanja u kanalima snabdevanja. Performanse i finansijski pokazatelji lanca snabdevanja se prikazuju izveštajima i graficima.

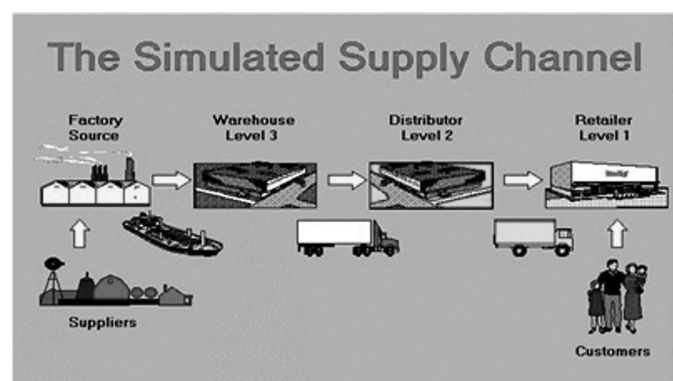
Tok proizvoda se simulira metodom Monte Carlo. Simulacija u okviru SCSIM modula realizuje se u skladu sa unapred definisanim pretpostavkama, koje korisnik ne može menjati, kako se navodi u [14]. Pretpostavkama je definisano:

- normalna raspodela sa minimalnom srednjom vrednošću 1;
- brojevi manji od jedan se zaokružuju na jedan;
- vremenski period posmatranja je 1 dan, u nedelji od 7 dana, mesecu od 30 dana i godini od 360 dana;
- pristigle zalihe za određeni dan se dodaju zalihama pre smanjenja izazvanog prodajom za taj dan;

- minimalna vrednost tražnje, prodaje ili proizvodnje je jedan;
- obim proizvodnje je ceo broj;
- ulazni podaci veći od  $10^9$  izazivaju greške;
- neispunjene narudžbine postaju nezadovoljena tražnja, koja se zadovoljava pristizanjem odgovarajuće količine zaliha; nezadovoljena tražnja se ne smatra izgubljenom prodajom.

Ulazni podaci podrazumevaju obim tražnje, prodaju i troškove, metode predviđanja i kontrole zaliha i izbor tipa transporta sa statističkim performansama. Vreme se uvek izražava u danima, dok se troškovi, prihodi i profit izražavaju u dolarima. Ulazni podaci mogu se podeliti u sledeće grupe:

- Inicijalizacija: dužina simulacije, broj iteracija, prodajna cena;
- Tražnja potrošača: krajnja tražnja, obrazac tražnje;
- Ulazi za nivo 1, 2 i 3: podaci o pozicijama za proizvodnju, vrednost pozicije, troškovi držanja zaliha, troškovi nezadovoljene tražnje, politika popunjavanja zaliha;
- Metod predviđanja: za predviđanje prodaje se koriste tri metode, pri čemu se dve zasnivaju na vremenskim serijama, dok treću metodu predviđanja može definisati korisnik sam;
- Politika naručivanja: tačka naručivanja, period naručivanja zaliha;
- Fabrika: cena i obim proizvodnje, vreme proizvodnje, nabavna vrednost, troškovi narudžbine;



Slika 2. – Učesnici lanca snabdevanja u modulu SCSIM

Rezultati simulacije se dobijaju u obliku grafika ili izveštaja, a moguće je ih je, u cilju dalje analize, jednostavno eksportovati u spreadsheet programe kao što je Excel. Ažuriraju se i raspoloživi su na uvid u svakom simuliranom danu, kao i za svaki prethodni period nakon inicijalne simulirane godine. Za željeni period rezultati se dobijaju kao godišnji prosek.

Finansijski izveštaj, jedan od izveštaja koji može biti stavljen na raspolaganje igraču, predstavlja uvid u:

- prihod;
- troškove nabavke pozicija;
- bruto profit;
- troškove proizvodnje;
- troškove transporta;
- troškove manipulacije;
- troškove naručivanja;

- troškove zaliha;
- troškove nezadovoljene tražnje;
- ukupne troškove;
- neto profit; itd.

Izveštaj performansi, koji se može analizirati u u modulu SCSIM, se odnosi na:

- predviđanje prodaje;
- prodaju po kanalima;
- prosečni nivo zaliha;
- obrt zaliha;
- dnevnu nezadovoljenu tražnju;
- broj pojavljivanja nezadovoljene tražnje;
- prosečno zadovoljenje tražnje u procentima;
- dnevnu količinu naručivanja;
- broj narudžbina;

Osnovni ciljevi efektivnog i efikasnog lanca snabdevanja prepoznaju se u zahtevima da se isporučiti pravi proizvod u pravo vreme u pravoj količini i na pravom mestu sa minimalnim troškovima. Za realizaciju ovih zahteva potrebno je prikupiti podatke o parametrima ključnih procesa, odrediti da li su zadovoljeni zahtevi sa aspekta troškova, vremena ciklusa ili varijabilnosti, pa na osnovu tih informacija donositi odluke kako bi se osiguralo da sve komponente lanca snabdevanja funkcionišu efikasno. Modul SCSIM softverskog paketa Logware, na neposredan način, može studentima približiti ovu složenu problematiku. Učesnicima simulacije je, primenom softvera, omogućeno da menjanjem vrednosti ulaznih parametara uoče kakav uticaj ti parametri imaju na konačan ishod.

#### 4.2 Modul ROUTE

Softverski paket Logware sadrži tri modula za određivanje najkraće putanje između zadatih tačaka. Oni se koriste za rešavanje tzv. problema rutiranja: određivanje najkraće putanje između dve zadate tačke, određivanje svih najkraćih putanja od zadate tačke do ostalih datih tačaka, određivanje međusobno najkraćih putanja za svaki par datih tačaka, problem trgovačkog putnika.

Određivanje najkraćih putanja predstavlja fundamentalni problem kombinatorne optimizacije. Prva tri od navedenih problema rutiranja mogu se rešavati sa polinomskom zavisnošću vremena izvršenja od veličine problema, dok četvrti problem spada u grupu NP-kompletnih problema i ne postoji opšte efikasno rešenje. Prvi problem se najefikasnije rešava rešavanjem odgovarajućeg problema drugog tipa. Treći tip problema tada može da se reši tako što se prethodni algoritam primeni n puta, gde je n broj mesta za koje se određuju putanje.

Jedan od modula softverskog paketa Logware je program ROUTE koji određuje najkraće putanje između gradova, odnosno najkraće putanje između početne tačke i svih ostalih tačaka, pri čemu je data mreža tačaka i linija između njih. Program može da rešava probleme dimenzija do 500 tačaka. Rešavanje se započinje definisanem početne tačke. Druga sekcija se koristi za definisanje liste tačaka i njihovih opisa, prikazana je Slikom 3. X i Y koordinate služe za crtanje grafika putanja i nemaju uticaja na izračunavanje najkraćih putanja.

| Point no. | Node no. | Node name  | X-coord | Y-coord |
|-----------|----------|------------|---------|---------|
| 1         | 1        | A-AMARILLO | 2.30    | 11.10   |
| 2         | 2        | B          | 7.30    | 11.10   |
| 3         | 3        | C          | 6.60    | 8.50    |
| 4         | 4        | D          | 8.20    | 2.80    |
| 5         | 5        | E          | 13.90   | 11.00   |
| 6         | 6        | F          | 13.10   | 6.00    |
| 7         | 7        | G          | 12.50   | 1.90    |
| 8         | 8        | H          | 16.60   | 4.90    |
| 9         | 9        | I-OK CITY  | 19.20   | 10.70   |
| 10        | 10       | J-FT WORTH | 19.60   | 3.30    |

Slika 3. – Definisana lista čvorova

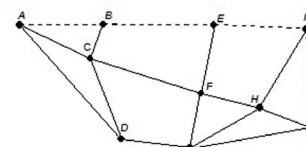
Ulazni podaci mogu da se unose i menjaju na dva načina: u samom prozoru programa ili importovanjem iz Excel radnih listova. Za formu unosa podataka u Excel koristi se već postojeći macro kod.

| Point no. | From Node no. | From Node name | To Node no. | To Node name | Cost   |
|-----------|---------------|----------------|-------------|--------------|--------|
| 1         | 1             | A-AMARILLO     | 2           | B            | 90.00  |
| 2         | 1             | A-AMARILLO     | 3           | C            | 138.00 |
| 3         | 1             | A-AMARILLO     | 4           | D            | 348.00 |
| 4         | 2             | B              | 5           | E            | 84.00  |
| 5         | 2             | B              | 3           | C            | 66.00  |
| 6         | 3             | C              | 4           | D            | 156.00 |
| 7         | 3             | C              | 6           | F            | 90.00  |
| 8         | 4             | D              | 7           | G            | 48.00  |
| 9         | 5             | E              | 9           | I-OK CITY    | 84.00  |
| 10        | 5             | E              | 6           | F            | 120.00 |
| 11        | 6             | F              | 8           | H            | 60.00  |
| 12        | 6             | F              | 7           | G            | 132.00 |
| 13        | 7             | G              | 8           | H            | 48.00  |
| 14        | 7             | G              | 10          | J-FT WORTH   | 150.00 |
| 15        | 8             | H              | 9           | I-OK CITY    | 132.00 |
| 16        | 8             | H              | 10          | J-FT WORTH   | 126.00 |
| 17        | 9             | I-OK CITY      | 10          | J-FT WORTH   | 126.00 |

Slika 4. – Ulazni podaci za čvorove

Problem se rešava primenom teorije grafova, pri čemu tačke predstavljaju čvorove grafa, a direktne putanje između tačaka grane tog grafa. Granama grafa može da se pridruži proizvoljna težinska funkcija, tako da određivanje minimalne putanje predstavlja određivanje one putanje između dva čvora kojom se minimizira suma težina grana u putanji. Kako je prikazano Slikom 4., rastojanje između dva čvora ne mora da predstavlja euklidsko rastojanje ta dva čvora, već može predstavljati trošak koji se napravi pri prelasku od prve do druge tačke.

| EXAMPLE PROBLEM  |  |
|--|--|
| Origin node number = 1 Number of nodes = 10                |  |
| Number of arcs = 17  |  |
| Shortest paths from origin node 1 to all destination nodes |  |
| Cost Path  |  |
| 90.00 1 -> 2   |  |
| 138.00 1 -> 3  |  |
| 294.00 1 -> 3 -> 4   |  |
| 174.00 1 -> 2 -> 5   |  |
| 228.00 1 -> 3 -> 6   |  |
| 336.00 1 -> 3 -> 6 -> 8 -> 7                               |  |
| 288.00 1 -> 3 -> 6 -> 8                                    |  |
| 258.00 1 -> 2 -> 5 -> 9                                    |  |
| 384.00 1 -> 2 -> 5 -> 9 -> 10                              |  |



Slika 5. – Numerički i grafički prikaz rešenja problema u modulu ROUTE

Rešenje problema je predstavlja najkraća putanja između definisanih čvorova (Slika 5.). U skladu sa određenom putanjom raspoloživ je i podatak o odgovarajućoj vrednosti (trošku ili dužini) puta. Dobijeno rešenje raspoloživo je i u formi grafa.

Graf se sastoji od čvorova definisanih ulaznim podacima i grana sa pridruženim proizvoljnim težinskim funkcijama. Na grafu se isprekidanim linijama predstavlja dobijena najkraća putanja.

**5. POGODNOST UPOTREBE LOGWER-A U PREDUZEĆIMA**

Softverska aplikacija Logware prevashodno predstavlja aplikaciju za logističko obrazovanje i trening studenata i menadžera u praksi, u cilju povećavanja nivoa znanja iz oblasti metoda operacionih istraživanja i operacionog menadžmenta. Istovremeno, ovakva kategorizacija softverske aplikacije Logware, prevashodno govori da je ona veoma malo, odnosno skoro uopšte nije primenjiva u praktičnim okolnostima, za različite rutinske operacije koje se obavljaju u preduzećima.

Da bi se naznačila razlika između obrazovnih i praktično primenljivih softvera, za primer se može uzeti jedan od najbitnijih praktičnih problema - problem rutiranja u transportu ili rute vozila. Modul za optimizaciju kod rutiranja je raspoloživ u softverskoj aplikaciji Logware, opisan u modulu Route.

U kontekstu razlike obrazovnih i praktično primenljivih softvera neophodno je naglasiti da realni sistemi za optimizaciju rada vozila, odnosno računarski podržani sistemi rutiranja i raspoređivanja vozila, predstavljaju sisteme koji na najefikasniji način zadovoljavaju potrebe savremenog transporta. Početak korišćenja ovih sistema vezuje se za period naglog razvoja geografskih informacionih sistema (GIS) i računarske tehnike. Pod pojmom rutiranje podrazumeva se proces određivanja putanje (ili putanja) kretanja na osnovu definisanih zahteva korisnika, a u cilju pronalazjenja optimalnog rešenja (npr. za minimalne troškove transporta, minimalno utrošeno vreme, najkraće rastojanje).

Mapiranje, prostorne analize i geokodiranje predstavljaju izuzetno važnu karakteristiku softvera za rutiranje, koje ne mogu biti predstavljene geografskim koordinatama, kao što je to slučaj u softverskoj aplikaciji Logwer. Za veoma kratko vreme preko ovih sistema mogu se pronaći željene lokacije na karti, pronaći i izdvojiti dodatni podaci o njima, smešteni u različitim tabelama i konačno sve to analizirati. Ranije je to bio manuelan i vremenski veoma zahtevan proces, dok se danas korišćenjem GIS tehnologije svakome pruža prilika da u najkraćem roku dođe do kvalitetnih informacija i optimalnih rešenja, koja zadovoljavaju njegove potrebe. Tehnologija računarski podržanog mapiranja postaje veoma precizna i sofisticirana tako da su danas na raspolaganju vektorske mape koje mogu prikazati detalje na nivou ulica u svim gradovima, jednostavnim zumiranjem u cilju uvećanja izabranih oblasti. Takav nivo detalja je presudan za precizno rutiranje u gustim gradskim zonama pri dostavama sa velikim brojem zaustavljanja, bilo u maloprodajnim ili industrijskim objektima, bilo za kućnu dostavu (npr. za robe i dobra koja su naručena sa interneta ili putem telefona).

Postoje dva tipa ovih sistema, tzv. *sistemi za planiranje putovanja* (autoruteri) i složeniji i sofisticiraniji *sistemi raspoređivanja vozila*, kako se navodi u [15]. Kratak prikaz profesionalnih softvera za rutiranje, namenjenih praktičnoj primeni u kompanijama, prikazan je Tabelom 1., prema [16].

Autoruteri se koriste za manuelno planiranje pojedinačnih ruta gde korisnik određuje najbolju rutu kao i koji zahtevi će biti dodeljene kojoj ruti. Troškovi nabavke ovakvih softvera su

značajno manji od nabavke softverskih paketa sistema raspoređivanja vozila. Autoruteri mogu biti veoma efikasan alat za korisnike sa malim voznim parkom gde je broj ruta koje treba da se isplaniraju i broj zahteva za transportom koji treba da se rasporede po rutama mali.

Sistemi raspoređivanja vozila obrađuju informacije o poziciji korisnika usluga i količini i vrsti roba, pa na osnovu ovih podataka određuju potrebne transportne kapacitete, a sve u cilju stvaranja izvodljivih i što ekonomičnijih ruta. Ovi sistemi proračunavaju vreme potrebno za realizaciju zahteva za transportom i određuju količinu potrebnih transportnih resursa koristeći informacije o isporukama i prijemu robe i konstantnom proverom predhodno definisanih parametara transportnog procesa. Mogu se koristiti za dinamičko dnevno ili sedmično planiranje, kao i za analizu i usavršavanje strategija transporta. Planeri distribucije mogu proveriti alternativna rešenja, naći najbolje među njima i izvršiti manuelno podešavanje kada i gde je to potrebno.

| Naziv sistema                   | Kompanija (Snabdevač)   | Distributer za Srbiju |
|---------------------------------|---|-----------------------|
| DiPS                            | DiPS, Bridge House<br>BEWDLEY, Worcestershire DY12<br>IAB<br>United Kingdom<br>Tel: + (44) -0-1299 400528<br>Fax: +(44) -0-1299 403544<br>Website: www.dips.co.uk   | Ne postoji            |
| LogiX<br>(www.logixcentral.com) | Kontakt: Mr Wayne Savill<br>Distribution Planning Software<br>Ltd<br>Lygon Court, Hereward Rise<br>Halesowen, West Midlands, B62<br>8AN<br>England<br>Tel: +(44) -0-121 585 6633<br>Fax: +(44) -0-121 585 6303<br>BBS: +(44) -0-121 585 6187<br>Email: wayne.savill@dps-int.com<br>Website: www.dps-int.com | Ne postoji            |
| Optrak                          | Optrak Distribution Software<br>Limited<br>Princess Mary House, 4 Bluecoats<br>Avenue<br>HERTFORD, Hertfordshire SG14<br>1PB<br>United Kingdom<br>Tel: +(44)-0-199 241 1000<br>Fax: +(44)-0-199 241 1001<br>Website: www.optrak.co.uk   | Ne postoji            |
| Paragon                         | Paragon Software Systems plc<br>Allen Court, High Street,<br>Dorking,<br>Surrey, RH4 1AY,UK<br>Tel: +(44)-0-1306732600<br>Fax: +(44)-0-1306742666<br>E-mail: info@paragonrouting.com<br>Website: www.paragonrouting.com   | Ne postoji            |
| Roadnet                         | Roadnet 121 Systems Ltd<br>Broadway Business Centre, 32a<br>Stoney Street,<br>The Lace Market, Nottingham<br>NG1 1LL, UK<br>Tel: +(44)-0-115 924 7104<br>Website: www.121logistics.com  | Ne postoji            |



|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <b>Decartes</b>           | The Descartes Systems Group Inc.<br>120 Randall Drive, Waterloo,<br>Ontario N2V 1C6,<br>Canada<br>Phone: (519) 746-8110<br>Fax: (519) 747-0082<br>Website: www.descartes.com | Ne postoji  |
| <b>TruckStops</b>         | TruckStops Kingswood<br>MapMechanics<br>Canal Court, 155 High Street<br>Brentford TW8 8JA<br>Tel: 020 8568 7000<br>Website: www.mapmechanics.com                             | Ne postoji  |
| <b>ArcLogistics Route</b> | ESRI, 380 New York Street,<br>Redlands,<br>California 92373-8100,USA<br>Telephone: +1-909-793-2853<br>Fax: +1-909-793-5953<br>E-mail: info@esri.com<br>Website: www.esri.com | <b>GEOMATICS d.o.o.</b><br>Ilije Garašanina 51, Beograd<br>Mr Dušan Vitorovic<br>Mr Aleksandar Strumberger<br>Tel: +(381)-11-3346517<br>Tel: +(381)-11-3230212<br>Fax: +(381)-11-3346517<br>E-mail:<br>info@geomatics.co.yu<br>URL:<br>http://www.geomatics.co.yu |

Tabela 1. – Profesionalni softver za rutiranje

## 6. ZAKLJUČAK

Savremene kompanije u globalnom okruženju od zaposlenih zahtevaju visok nivo stručnosti, veština i iskustva u različitim oblastima. U skladu sa ovom činjenicom sticanje znanja budućih menadžera proizvodnje, logistike i lanaca snabdevanja ne može se odvijati samo u obliku predavanja ex catedra, već se u program moraju uvrstiti i praktične vežbe.

Moduli softverskog paketa Logware su jedna od raspoloživih opcija koja se može primeniti za unapređenje nastavnog procesa studijskog programa i ishoda učenja, a putem interaktivnog razvoja veština kadrova u oblasti menadžmenta logistike i lanaca snabdevanja. Pogodnost njegove upotrebe je potvrđena i u okviru održavanja laboratorijskih vežbi iz predmeta Logistika, na studijskom programu osnovnih akademskih studija Operacioni menadžment Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu.

Logware se može uvrstiti i u programe logistici srodnih predmeta iz oblasti operacionog menadžmenta. Šira primena Logware modula bi omogućila praćenje ponašanja studenata i merenje efikasnosti samog programa. Analiza obrazaca ponašanja igrača, kreiranja strategija u različitim situacijama i prihvatanja novih znanja stečenih putem simulacije realnih procesa otvara mogućnosti za dalja istraživanja u ovom pravcu.

Na kraju, može se zaključiti da Logware predstavlja program pogodan za obuku, podizanje nivoa stručnosti i znanja budućih menadžera u oblasti logistike i lanaca snabdevanja. Ipak, njegova upotreba u svakodnevnom poslovanju kompanija je neznatna, zbog same prirode i složenosti praktičnih problema i sistema. Ovaj softver se može koristiti za simulaciju, kojom je neophodno imitirati dinamičke procese u realnim sistemima. Većina sistema ima stohastički karakter i veoma je kompleksna za analitičke metode evaluacije, tako da simulacija softverskim aplikacijama, kao što je Logware, predstavlja jedini način i

mogućnost „predviđanja“ ponašanja sistema. Programi ovog tipa dozvoljavaju eksperimentisanje sa sistemom, bez opasnosti ugrožavanje dnevnih operacija sistema.

## LITERATURA:

- [1] Hodson, P., Connolly, M. & Saunders, D., *Can computer-bases learning support adult learners*, Journal of Further and Higher Education, 25(3), 325-335., 2001.
- [2] Jovanović B., Vasiljević D., Ilić O., *O nekim logističkim igrama*, Skup privrednika i naučnika 4, Beograd, 2006.
- [3] Michael D., Chen, S., *Serious games: Games that educate, train, and inform.*, Boston, MA.: Thomson Course Technology., 2006.
- [4] Corti K., *Games-based Learning; a serious business application*. PIXE Learning Limited, 2006.
- [5] Prensky M., *Don't bother me mom, I'm learning!*, Paragon House Publishers., 2006.
- [6] Prensky M., *Digital Natives, digital immigrants*, On the Horizon (NCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.
- [7] Ammar, S., Wright, R., *Experiential learning activities in operations management*, International Transactions in Operational Research 6, 1999.
- [8] Neumann, G.; Page, B.; Kreutzer, W.; Kiesel, G.; Meyer, R., *Simulation and E-Learning*. In: B. Page, W. Kreutzer, *The Java Simulation Handbook – Simulating Discrete Event Systems in UML and Java*, pp. 401-433, Aachen: Shaker, 2005.
- [9] Jonassen, D., *E-Learning to Solve Problems.*, Keynote of ED-MEDIA World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Tampere, Finland, June 25-30, 2001.
- [10] Chapman, B., *Online Simulations 2005: A KnowledgeBase of 35+ Custom Developers, 300+ Off-the-Shelf Simulation Courses, and 40+ Simulation Authoring Tools*. brandon-hall.com.
- [11] Neumann, G., *Simulation education in logistics: case studies in a virtual learning environment*, 22nd European Conference on Modelling and Simulation, Nicosia, Cyprus, June 3- 6, 2008.
- [12] Đorđević L., Jovanović B., Vasiljević D., *Logističke igre u nastavnim programima strukovnih studija*, DTM, Beograd, 2010.
- [13] Corsi T.M., Boyson S., Verbraeck A., Van Houten S., Han C., Macdonald J.R., *The Real-Time Global Supply Chain Game: New Educational Tool for Developing Supply Chain Management Professionals*, Transportation Journal, 2006.
- [14] Ballou R.H., *Logware - selected computer programs for logistics/supply chain planning*, Pearson Education International, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.
- [15] FTA, *Computerised Routing and Scheduling for Efficient Logistics*, Freight Transport Association, UK, 2000.
- [16] DfT (Department for Transport), *Computerised Vehicle Routing and Scheduling (CVRS) for Efficient Logistics*, Freight Best Practice, UK, 2005.



M.Sc. Đorđević Lena  
Fakultet organizacionih nauka,  
Kontakt: lena.djordjevic@fon.bg.ac.rs  
Oblasti interesovanja: upravljački informacioni sistemi, logistika, lanci snabdevanja, predšit inženjerstvo.



Mr Antić Slobodan,  
Fakultet organizacionih nauka,  
Kontakt: antic.slobodan@fon.bg.ac.rs  
Oblasti interesovanja: upravljački informacioni sistemi, logistika, lanci snabdevanja, predšit inženjerstvo.