Stručni rad

Školabiznisa
Broj 2/2012
UDC 658.78

Miloš Japundžić*
Dragan Jočić**

(s,S) MODELI UPRAVLJANJA ZALIHAMA

Sažetak: *Razmatraju se (s,S) modeli zaliha, pri čemu je S maksimalni nivo zaliha, dok s predstavlja sigurnosni nivo zaliha. Uvek kada nivo zaliha padne na vrednost s naručuje se nova količina zaliha M = S− s, uz pretpostavku S >2s. Vreme nabavke (vreme koje protekne od trenutka plasiranja narudžbine do njenog prijema) ima stohastički karakter i ukoliko se desi situacija da je zahtev mušterije ispostavljen u trenutku kada je nivo zaliha 0, taj zahtev nije zadovoljen i ide u orbitu nezadovoljenih mušterija. Ti nezadovoljeni zahtevi se nakon određenog vremena ponovo razmatraju i zadovoljavaju ukoliko je u tom trenutku nivo zaliha pozitivan. U radu je ilustrovana primena modela na izbor vrednosti optimalnih parametara s i S koji minimiziraju ukupan očekivani trošak.*

Ključne reči: *(s,S) modeli zaliha, nivo zaliha, upravljanje zalihama, vreme nabavke.*

(s,S) INVENTORY MANAGEMENT MODELS

Abstract:*The paper deals with(s,S) inventory models, where S is maximum inventory level, while s represents safety stock level. Whenever the inventory level falls to slevel, an order M = S− s is placed assuming S >2s . The lead time (time between the placement of an order and delivery) has a stochastic character and if the customer's demand is placed at the time whenthe inventory level is zero, the demand is not satisfied and it goes to an orbit of unsatisfied customers. After a random amount of time these unsatisfied demands arereconsidered and satisfied provided that the inventory level is positive at the time. The paper illustrates application of the model to the selected parametre values s and S which minimize the total expected cost.*

Key words: *(s,S) inventory models, inventory level, inventory management, lead time.*

Uvod

Upravljanje zalihama spada u granu poslovnog odlučivanja zaduženog za planiranje i kontrolu zaliha. Glavna uloga modela za upravljanje zalihama je da pruže odgovor na dva osnovna pitanja u procesu poslovnog odlučivanja:

*MrMilošJapundžić, asistent, Visokaposlovnaškolastrukovnihstudija, Novi Sad.
**MrDraganJočić, predavač, Visokaposlovnaškolastrukovnihstudija, Novi Sad.

- Kadatrebanaručitirobu, odnosnokadatrebazadatinovinalogzaproizvodnju?
- Kojukoličinu robe trebanaručitioddobavljača, odnosnokojukoličinu je potrebnoproizvesti u proizvodnompogonu?

Odgovor na prethodna pitanja, između ostalog, zavisi od: a) ukupnih troškova držanja zaliha, b) troškova skladištenja zaliha, c) manipulativnih troškova sa zalihama i vremena povrata kapitala vezanog u zalihama.

Ukupni troškovi zaliha obuhvataju troškove pribavljanja zaliha, troškove držanja zaliha, kao i troškove nedostatka zaliha. Troškovi pribavljanja zaliha obuhvataju troškove ispostavljanja porudžbina (uključujući i troškove pripreme proizvodnje), troškove pripreme, istovara, smeštaja i kontrole zaliha, kao i propuštene količinske rabate i ostale popuste.

Troškovi pribavljanja zaliha su najčešće prisutni u vezi sa istraživanjem tržišta nabavke, preliminarnim pregovorima sa dobavljačima, smeštajem sirovina, evidencijom i isplatom ulaznih faktura i sl. Često su nabavke ovakvih zaliha rutinske prirode, jer se iste nabavljaju po ustaljenim standardima i to od poznatih dobavljača i uz relativno nepromenjene nabavne cene.

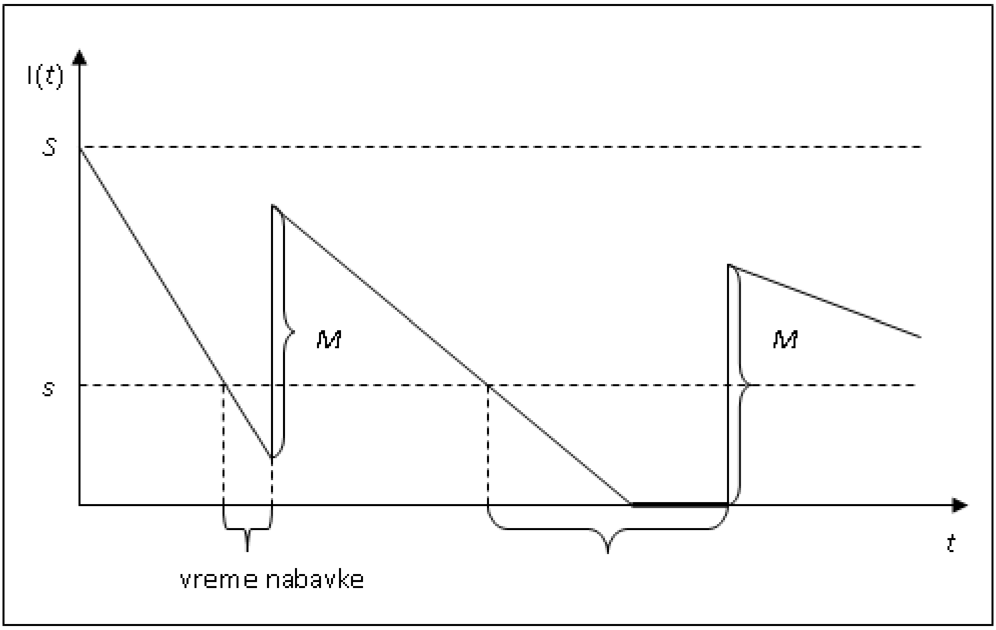
Troškovi držanja zaliha su jednim delom fiksni troškovi, a drugim delom promenljivi, u zavisnosti od promene obima zaliha. Fiksni karakter imaju troškovi magacinskog prostora i opreme (amortizacija, održavanje, grejanje, zakupnina, klimatizacija, obezbeđenje objekta i sl.). Troškovi držanja zaliha vezuju deo izvora finansijskih sredstava, te su ovi troškovi u literaturi poznati pod nazivom *oportuni troškovi*. Promenljivi dodatni troškovi su prouzrokovani dejstvom raznih rizika pri držanju zaliha, kao što su gubitak vrednosti zaliha, izloženost zaliha oštećenju i kvaru, pronevera i sl. Dodatni troškovi često nastaju u postupku rukovanja zalihama (premeštanjem zaliha sa jedne lokacije na drugu) i njihovim skladištenjem.

Troškovi nedostatka zaliha nastaju u slučajevima kada je prisutan nedostatak zaliha sirovina, materijala i nedostatak zaliha gotovih proizvoda. U prvom slučaju (nedostatku zaliha sirovina i materijala),povećavaju se ukupni troškovi usled smanjenja obima proizvodnje. U drugom slučaju (nedostatku zaliha gotovih proizvoda),gube se prispele porudžbine kupaca, kvari se imidž preduzeća i umanjuje finansijski rezultat preduzeća.

Ako je vreme potrebno da se nakon slanja porudžbina zaprime isporuke zaliha u skladište neizvesno, preduzeće neće dopustiti da očekivane zalihe padnu na nulu, pre nego što se ispostavi nova porudžbina zaliha. Iz tog razloga se preduzeće opredeljuje za držanje jednog dela sigurnosnih zaliha. Veličina sigurnosnih zaliha zavisi od stepena neizvesnosti uredne nabavke zaliha, pa tako – što je veća neizvesnost to je prisutnije opredeljenje u preduzeću da drži veći nivo sigurnosnih zaliha. Takođe, još jedan faktor koji utiče na veličinu sigurnosnih zaliha jeste trošak njihovog održavanja.

Opis modela

Pretpostavljamo da se vreme koje protekne između uzastopnih zahteva mušterija modelira eksponencijalnom raspodelom sa parametrom λ, dok je vreme koje protekne između uzastopnih popunjavanja zaliha takođe modelirano eksponencijalnom raspodelom sa parametrom μ. Pored toga, vreme između uzastopnih pokušaja usluživanja je eksponencijalno sa parametrom α_j, u slučaju kada je j zahteva nezadovoljeno. Definišimo sa $I(t)$ i $N(t)$ nivo zaliha, odnosno broj neusluženih mušterija u vremenskom trenutku t, redom. Grafička ilustracija (s,S) modela upravljanja zalihama je prikazana na Slici 1.



Slika 1. Nivo zaliha za (s,S) model u vremenskom trenutku t

Iz navedenih pretpostavki proizilazi da je proces $\{(I(t), N(t)), t \geq 0\}$ dvodimenzionalni proces Markova na prostoru stanja $E = \{0,1,..., s, s+1,..., S\}\times\{0,1,2,...\}$. Brzina prelaza procesa, $q_{(i,j)}$, iz stanja (i,j) u bilo koje drugo stanje (m,n), za različite slučajeve, data je sa:

1) $s < i \leq S,\ j \geq 1$,

$$q_{(i,j)(m,n)} = \begin{cases} \lambda, & (m,n) = (i-1,j), \\ j\alpha_j, & (m,n) = (i-1,j-1), \\ -(\lambda + j\alpha_j), & (m,n) = (i,j), \end{cases}$$

2) $0 < i \leq s,\ \ j \geq 1$,

$$q_{(i,j)(m,n)} = \begin{cases} \lambda, & (m,n) = (i\text{-}1,j), \\ j\alpha_j, & (m,n) = (i\text{-}1,j\text{-}1), \\ \mu, & (m,n) = (i+M,j), \\ -(\lambda+j\alpha_j+\mu), & (m,n) = (i,j), \end{cases}$$

3) $i = 0,\ \ j \geq 1,$

$$q_{(i,j)(m,n)} = \begin{cases} \lambda, & (m,n) = (i,j+1), \\ \mu, & (m,n) = (M,j), \\ -(\lambda+\mu), & (m,n) = (i,j), \end{cases}$$

4) $0 < i \leq s,\ \ j = 0,$

$$q_{(i,j)(m,n)} = \begin{cases} \lambda, & (m,n) = (i\text{-}1,j), \\ \mu, & (m,n) = (i+M,j), \\ -(\lambda+\mu), & (m,n) = (i,j), \end{cases}$$

5) $i = 0,\ \ j = 0,$

$$q_{(i,j)(m,n)} = \begin{cases} \lambda, & (m,n) = (i,j+1), \\ \mu, & (m,n) = (M,j), \\ -(\lambda+\mu), & (m,n) = (i,j). \end{cases}$$

Za nas su od interesa verovatnoće da će sistem u vremenskom trenutku t biti u stanju (i,j), pod uslovom da je u početnom trenutku t =0 bio u stanju $(S,0)$, odnosno, veličine $P(i,j,t) = P\{I(t) = i,\ N(t) = j \mid I(0) = S,\ N(0) = 0\}$, $(i,j)\in E$. Svakom procesu Markova se pridružuju odgovarajuće diferencijalno-diferencne jednačine Kolmogorova (*The Kolmogorov forward equations*) oblika:

(1) $$\frac{d}{dt}P(i,j,t) = \sum_{(m,n)\neq(i,j)} P(m,n,t)q_{(m,n)(i,j)} - P(i,j,t)q_{(i,j)(i,j)},$$

pri čemu važi:

(2) $$q_{(i,j)(i,j)} = \sum_{(m,n)\neq(i,j)} q_{(i,j)(m,n)}.$$

U zavisnosti od vrednosti parametara i ij u skupu E, razlikujemo 7 slučajeva, i za svaki od tih slučajeva, koristeći jednakosti (1), (2) i brzine prelaza stanja (1)–(5), formiramo odgovarajuću diferencijalno-diferencnu jednačinu Kolmogorova:

- $i = S,\ j \geq 1.$

S obzirom na to da u ovom slučaju važi:

$$\sum_{(m,n)\neq(i,j)} P(m,n,t)q_{(m,n)(i,j)} = \mu P(s,j,t),$$
$$q_{(i,j)(i,j)} = \lambda + j\alpha_j,$$

pridružena jednačina ima oblik:

(3) $$\frac{d}{dt}P(S,j,t) = -(\lambda + j\alpha_j)P(S,j,t) + \mu P(s,j,t),$$

- $S\text{-}s \leq i \leq S\text{-}1,\ j \geq 1$

(4)
$$\frac{d}{dt}P(i,j,t) = -(\lambda + j\alpha_j)P(i,j,t) + (j+1)\alpha_{j+1}P(i+1,j+1,t) + \lambda P(i+1,j,t)$$
$$+\mu P(i-M,j,t),$$

- $0 < i \leq S\text{-}s\text{-}1,\ j \geq 1$

(5) $$\frac{d}{dt}P(i,j,t) = -(\lambda + j\alpha_j + \mu(1-\delta_i))P(i,j,t) + (j+1)\alpha_{j+1}P(i+1,j+1,t)$$
$$+\lambda P(i+1,j,t),$$

- $i = S,\ j = 0$

(6) $$\frac{d}{dt}P(S,0,t) = -\lambda P(S,0,t) + \mu P(s,0,t),$$

- $s < i \leq S\text{-}1,\ j = 0$

(7) $$\frac{d}{dt}P(i,0,t) = -\lambda P(i,0,t) + \alpha_1 P(i+1,1,t) + \lambda P(i+1,0,t)$$
$$+\mu(1-\delta_i)P(i-M,0,t),$$

- $0 < i \leq s,\ \ j = 0$

(8) $$\frac{d}{dt}P(i,0,t) = -(\lambda + \mu)P(i,0,t) + \alpha_1 P(i+1,1,t) + \lambda P(i+1,0,t),$$

- $i = 0,\ j \geq 1$

(9) $$\frac{d}{dt}P(0,j,t) = -(\lambda+\mu)P(0,j,t) + (j+1)\alpha_{j+1}P(1,j+1,t) + \lambda\left[P(0,j-1,t)+P(1,j,t)\right].$$

Kod jednačina (5) i (7) za δ_{i} je zadovoljeno:

$$\delta_{\mathrm{i}} = \begin{cases} 1, & s+1 \le i \le S\text{-}s\text{-}1 \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

Veličinu $\lim_{t\to\infty} P(i,j,t)$ možemo posmatrati kao verovatnoću da će u daljoj budućnosti sistem biti u stanju (i,j), pa je opravdano uvesti oznaku $q(i,j) = \lim_{t\to\infty} P(i,j,t)$. Na taj način jednačine (3)–(9) mogu biti zapisane kao:

(10) $$q(i,0) = \left(\frac{k(\lambda+\mu)}{\alpha+k\lambda}\right)^{i} q(0,0),\ 0<i \le s+1,$$

(11) $$q(i,0) = \left(\frac{k\lambda}{\alpha+k\lambda}\right)^{i-1}\left(\frac{(\alpha+k\lambda)(\lambda+\mu)}{\lambda}\right)^{s} q(0,0),\ s+1<i \le S\text{-}s,$$

(12) $$q(i,0) = \frac{k}{\alpha+k\lambda}\left\{\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda}\right)^{s}\lambda\left(k\lambda\right)^{i-1} - \mu\left(\frac{k(\lambda+\mu)}{\alpha+k\lambda}\right)^{i-M-1}\right\}q(0,0),$$

S-s $+1 \le i \le S$,

(13) $$q(0,j) = \frac{k^{-j}}{\lambda+\mu}\left(\lambda(1+k)+\mu\right)q(0,0),\ j \ge 1,$$

(14) $$q(i,j) = \frac{k^{-j}\left(\lambda+\mu\right)}{(\lambda+\mu+\alpha)}\left(\frac{\lambda+\mu}{\alpha+k\lambda}\right)^{i} q(0,0),\quad 0<i \le s,\ j \ge 1,$$

(15) $$q(i,j) = k^{i-j}\lambda^{i+1-s}\left(\alpha+k\lambda\right)^{s-i}\left(\lambda+\mu\right)^{s} q(0,0),\ s<i \le S\text{-}s\text{-}1,\ j \ge 1,$$

(16) $$q(S-s,j) = \left\{\frac{\mu}{\alpha-\mu}\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\frac{k^{-j}}{\lambda+\alpha+\mu}\left[1-\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\right)^{s}\right] + \frac{k^{-j}}{\lambda+\mu}\left(\lambda(1+k)+\mu\right)\right\}q(0,0),\ j \ge 1$$

(17) $$q(S-i,j)=\frac{\mu}{\alpha-\mu}\frac{(\lambda+\mu)^2}{(\lambda+\alpha)\left(\lambda+\alpha+\mu\right)}\left(\frac{\lambda+\mu}{\alpha+k\lambda}\right)^s k^{-j}\left(\frac{\lambda+\alpha k^{-1}}{\lambda+\alpha}\right)$$
$$\left[1-\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\right)^{i+1}\right]q(0,0),$$
$0 < i \le s\text{-}1,\ j \ge 1,$

(18) $$q(S,j)=\frac{\lambda\mu}{\lambda+\alpha}k^{s-j}\left(\lambda+\mu\right)^s q(0,0), j\ge 1.$$

Na taj način smo veličine $q(i,j)$, $0 \le i \le S$, $j \ge 0$, izrazili preko veličine $q(0,0)$, pa nam još ostaje da nju izračunamo. S obzirom na činjenicu da važi relacija $\sum_{i=0}^{S}\sum_{j=0}^{\infty}q(i,j)=1$, ukoliko $\sum_{i=0}^{S}\sum_{j=0}^{\infty}q(i,j)$ predstavimo kao:
$$\sum_{i=0}^{S}\sum_{j=0}^{\infty}q(i,j)=q(0,0)+\sum_{i=1}^{S}q(i,0)+\sum_{i=0}^{s}\sum_{j=1}^{\infty}q(i,j)+\sum_{i=s+1}^{S-s}\sum_{j=1}^{\infty}q(i,j)+\sum_{i=S-s+1}^{S}\sum_{j=1}^{\infty}q(i,j)$$
,

koristeći jednakosti (10)–(18) proizilazi:
$$q(0,0)\left(1+T_1+T_2+T_3+T_4\right)=1,$$

odnosno:
$$q(0,0)=\left(1+T_1+T_2+T_3+T_4\right)^{-1},$$

pri čemu su T_1, T_2, T_3 i T_4 dati sa:
$$T_1=\frac{k(\lambda+\mu)}{\alpha+\left(k-1\right)\lambda+\mu}\left[1-\left(\frac{\lambda+\mu}{\alpha+k\lambda}\right)^s\right]+\frac{k\lambda}{\alpha}(k(\lambda+\mu))^s\left[1-\left(\frac{k\lambda}{\alpha+k\lambda}\right)^{M-s-1}\right]$$
$$+\frac{k}{\alpha+k\lambda}\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda}\right)^s\left(k\lambda\right)^M\left(\frac{1-\left(k\lambda\right)^s}{1-k\lambda}\right),$$
$$T_2=\frac{\lambda\left(1+k\right)}{\left(k-1\right)\left(\lambda+\mu\right)}-\frac{k\mu}{\left(\alpha+k\lambda\right)\left(\alpha-k\mu\right)}\left[1-\left(\frac{k\left(\lambda+\mu\right)}{\alpha+k\lambda}\right)^s\right]$$
$$+\frac{k\left(k^s-1\right)\left(\lambda+\mu\right)^2}{\left(k-1\right)^2\left(\lambda+\mu+\alpha\right)\left(\alpha+k\lambda\right)}+\frac{\lambda^2\left(\lambda+\mu\right)}{\left(\alpha+k\lambda\right)^s\left(k-1\right)\left(\alpha+\left(k-1\right)\lambda\right)},$$
$$T_3=\frac{\mu}{\alpha-\mu}\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\frac{1-\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\right)^s}{\left(k-1\right)\left(\lambda+\mu+\alpha\right)}+\frac{\lambda\left(1+k\right)+\mu}{\left(k-1\right)\left(\lambda+\mu\right)}+\frac{\lambda\mu k^s\left(\lambda+\mu\right)^s}{\left(\lambda+\alpha\right)\left(k-1\right)},$$

$$T_4 = \frac{\mu(\lambda+\mu)^2}{(\alpha-\mu)(\lambda+\alpha)(\lambda+\mu+\alpha)}\left(\frac{k(\lambda+\mu)}{\alpha+k\lambda}\right)^s \frac{\alpha+k\lambda}{k(k-1)(\alpha+\lambda)}\left[s-\frac{(\lambda+\mu)^2}{(\lambda+\alpha)(\alpha-\mu)}\left(1-\left(\frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha}\right)^{s+1}\right)\right].$$

dok je:

$$k = \left(\frac{\lambda+\alpha}{\mu}\right)^{\frac{1}{M}}.$$

Kontrolni problem

Ilustrovaćemo izbor optimalnih vrednosti za kontrolne parametre *s* i *S*, koje minimiziraju ukupan očekivani trošak po jedinici vremena *T*(*s*,*S*). Pri tome, pretpostavka je da se ukupan trošak sastoji od:

- fiksnihtroškova*K*pojedinicivremena;
- troškovaporudžbina*C*pojedinicivremena;
- troškova*w*pojedinicivremenaasociranihsanezadovoljenimzahtevima.

Znači, za ukupan trošak po jedinici vremena važi relacija:

$T(s,S) = K + C \times$ {očekivanibrojnarudžbinapojedinicivremena}

$+\ w\times$ {očekivanovremečekanjazahteva u orbiti},

pričemu je zadovoljeno:

{očekivanibrojnarudžbinapojedinicivremena}=

$$\left[\frac{k^{s+1}(\lambda+\mu)}{\alpha+k\lambda}\left(\frac{\lambda}{k-1}\right)^2(\lambda(k-1)+\alpha)+\lambda(k(\lambda+\mu))^s\right]q(0,0),$$

{očekivano vreme čekanja zahteva u orbiti}= $E(W)$ =

$$(E_1+E_2+E_3+E_4+E_5+E_6)m_{01}q(0,0),$$

$$E_1 = \theta_2 + \frac{\lambda+\mu+\alpha}{\lambda k_1(k_1^2-1)} - \theta_5 - \frac{k_1^{-s}(1-k_1)\mu\theta_1^{M-s+1}}{\lambda+\alpha k_1}\left(\frac{1}{k_1(k_1^2-1)}+\frac{\alpha}{\lambda}\theta_{51}\right),$$

$$E_2 = \left[\frac{1}{k^2-1}+\frac{1}{k^3-1}-\left(\frac{\alpha}{k}\right)^2\frac{k-1}{\lambda(k\lambda-\alpha)}\right]\frac{1}{m_{01}(\lambda+\alpha)},$$

$$E_3 = \frac{\theta_6\theta_7(1-k_1^{-s})}{k(\lambda+\mu+\alpha)k_1(1-k_1)(kk_1-1)} + \frac{k^{s+1}\theta_1\theta_3\lambda}{k_1^{s+1}(kk_1-1)}\left(1-\frac{k\lambda\theta_1}{k\lambda+\alpha}\right)^{M-s-1},$$

$$E_4 = \frac{\mu\theta_3\left(1-\theta_3^{\,s}\right)}{\alpha-\mu} + \frac{k_1^{-(s+1)}}{k_1-1}\theta_1^{M-s}\theta_2,$$

$$E_5 = \frac{\mu}{\alpha-\mu} - (\theta_3\theta_6^{\,s}\theta_7\left[\frac{\left(k_1\theta_1\right)^{-s}}{k_1-1}\frac{\lambda+\alpha}{\alpha\left(1-k_1\right)}\theta_1^{M+1}\left(1-\theta_1^{s-1}\right) - \frac{\left(\lambda+\alpha\right)^{-(s+1)}}{\mu-\alpha k_1}\theta_3\theta_1^{M+1}(1-\theta_4^{\,s-1})\right]$$

,

$$E_6 = \frac{\lambda\mu}{\lambda+\alpha}k^s\theta_1^M\frac{k_1^{-(s+1)}}{kk_1-1},$$

k_1 je koren jednačine $(\lambda+\mu+\alpha)-\lambda k_1-\alpha k_1^2-\mu k_1^{-M}=0$, čiji je moduo veći od 1,

$$m_{01} = \frac{k_1^{\,s-1}(1-k_1)^2}{1-k_1^{s+1}},$$

$$\theta_1 = \frac{\lambda+\alpha k_1}{\lambda+\alpha},\quad \theta_2 = \frac{\lambda+\mu+k\lambda}{\lambda+\mu},\quad \theta_3 = \frac{\lambda+\mu}{\lambda+\alpha},\quad \theta_4 = \frac{\lambda+\alpha k_1}{\lambda+\mu},\quad \theta_{51} = \frac{\alpha^2}{\lambda^2-\alpha^2},\quad \theta_5 = \theta_{51}\left(\frac{\alpha}{\lambda}\right)^2 + \frac{\alpha^2}{\lambda\left(\lambda+k\alpha\right)},$$

$$\theta_6 = \frac{k\left(\lambda+\mu\right)}{\alpha+k\lambda},\quad \theta_7 = \frac{\lambda+\mu}{\lambda+\mu+\alpha}.$$

Podaci u Tabeli 1 i Tabeli 2 su dobijeni primenom programskog paketa *Matlab*. Analizirajući podatke u Tabeli 1, proizilazi da je za navedene vrednosti parametara, u cilju minimiziranja ukupnog troška, optimalno izabrati vrednosti $S\in\{12, 13, 14\}$. Da je izbor S=13 optimalan zaključujemo analizirajući Tabelu 2, s obzirom na to da će u tom slučaju očekivano vreme čekanja zahteva u orbiti biti minimalno.

Tabela 1. Ukupni očekivani trošak $T\,(s,S)$ po jedinici vremena za vrednosti parametara:
λ=0,1 α=0,02 μ=0,5 s=1 K=100 C=10 w=5

S	10	11	12	13	14	15
$T(s,S)$	100,0106	100,0104	100,0103	100,0103	100,0103	100,0104
S	16	17	18	19	20	-----
$T(s,S)$	100,0106	100,0110	100,0115	100,0122	100,0133	------

Izvor: Izračunavanja autora.

Tabela 2. Očekivano vreme čekanja zahteva u orbiti $E(W)$ za iste vrednosti parametara

S	10	11	12	13	14
$E(W)$	0,00213	0,00209	0,00209	0,00205	0,00206
S	15	16	17	18	19
$E(W)$	0,00208	0,00212	0,00219	0,00230	0,00245

Izvor: Izračunavanja autora.

Zaključak

U radu je razmotren (s,S) model upravljanja zalihama, pri čemu je S maksimalni nivo zaliha, dok s predstavlja sigurnosni nivo zaliha. Primena modela ilustrovana je na kontrolnom problemu, gde je uz prethodno izabrane vrednosti odgovarajućih parametara efektivno dobijena vrednost za kontrolni parametar S, tako da se minimizira ukupan očekivani trošak. Pri tome, pretpostavka je da se ukupan trošak sastoji od fiksnih troškova, troškova porudžbina, kao i troškova asociranih sa nezadovoljenim zahtevima. Takođe, za konačan izbor kontrolnog parametra Suzeto je u obzir i očekivano vreme čekanja zahteva u orbiti, za iste vrednosti parametara.

Literatura

[1] Artalejo, J.R., Krishnamoorthy, A., Lopez-Herrero, M. J., (2006) *Numerical analysis of (s,S)inventory systems with repeated attempts*, "Annals of Operations Research", Vol.141, No. 1, pp. 67–83.

[2] Bubnjević, D., (2010) *Upravljanje lancima snabdevanja – poslovni odgovor na globalizaciju robnih i informacionih tokova*, „Škola biznisa“, broj 4, str. 110–116, Novi Sad, Visoka poslovna škola strukovnih studija.

[3] Mihailović, B., Cvijanović, D., Hamović, V., (2011) *Menadžment koncepti i tehnike kao podrška poslovnom odlučivanju preduzeća*, „Škola biznisa“, broj 1,str. 75–88, Novi Sad, Visoka poslovna škola strukovnih studija.

[4] Muller, M., (2003) *Essentials of Inventory Management*, New York, American Management Association.

[5] Toomey, John W., (2000) *Inventory Management: Principles, Concepts and Techniques*,Massachusetts, Kluwer Academic Publishers.

[6] Ushakumari, P.V., (2006) *On (s,S) inventory system with random lead time and repeated demands*,"Journal of Applied Mathematics and Stochastic Analysis", Vol. 2006, pp. 1–22.

[7] Vunjak, N.M., (2002) *Finansijski menadžment –poslovne finansije,* Subotica, Ekonomski fakultet.

Primljeno: 26.12.2011.
Odobreno: 02.06.2012.