

**UPRAVLJANJE ZALIHAMA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI  
PRIMJENOM NEWSVENDOR MODELA**

**INVENTORY CONTROL IN AUTOMOTIVE INDUSTRIES USING  
NEWSVENDOR MODEL**

**Doc. dr. Hadis Bajrić**  
Univerzitet u Sarajevu,  
Mašinski fakultet, Sarajevo

**Prof. dr. Izet Bijeonja**  
Univerzitet u Sarajevu,  
Mašinski fakultet, Sarajevo

**Doc. dr. Edin Kadrić**  
Univerzitet u Sarajevu,  
Mašinski fakultet, Sarajevo

**Prof. dr. Mugdim Pašić**  
Univerzitet u Sarajevu,  
Mašinski fakultet, Sarajevo

**REZIME**

*U radu su predstavljene način, mogućnosti i benefiti upravljanja zalihama u automobilske industriji primjenom Newsvendor modela. Kako se Newsvendor model primarno koristi za upravljanje zalihama jednoperiodičnih proizvoda, u ovom radu je izvršeno njegovo prilagođavanje a kako bi bio adekvatan za upravljanje zalihama u automobilske industriji (višeperiodični proizvodi). Mogućnosti predložene pristupa su demonstrirane na podacima bh. kompanija iz automobilske industrije. Izvršena je komparacija realiziranih politika i predloženih politika upravljanja zalihama dobivenih Newsvendor modelom. Za analizu potražnje, a u smislu određivanja adekvatnog modela predviđanja i adekvatne statističke distribucije, korišteno je vlastito softversko rješenje. Analize su pokazale da domaći logistički sistemi iz automobilske industrije imaju značajan prostor za unaprjeđenje usluge uz istovremeno smanjenje zaliha.*

**Ključne riječi:** upravljanje zalihama, Newsvendor model, automobilska industrija

**ABSTRACT**

*In this paper, the new approach, possibilities and benefits of the inventory control in the automotive industry using the Newsvendor model have been presented. The Newsvendor model is primarily used for inventory control of single period items, because of that, in this paper it was necessary to make adjustment of the model to be adequate for inventory control in the automotive industry (multi period items). The possibilities of the proposed approach are demonstrated on the data collected from domestic automotive companies. Comparison of realized policies and suggested inventory management policies obtained with the Newsvendor model was carried out. In order to analyze the product demand, in terms of determining an adequate forecasting model and adequate statistical distribution, own software solution was used. Analyzes have shown that domestic automotive logistics systems have significant opportunity for improving services while reducing inventories.*

**Keywords:** inventory control, Newsvendor model, automotive industry

## 1. UVOD

Prisustvo zaliha u skladištu uzrokuje niz troškova koji se jednim imenom zovu troškovi držanja zaliha. U ove troškove se ubrajaju [12]: troškovi kapitala vezanog u zalihe, troškovi poreza, troškovi osiguranja, troškovi skladišnog prostora, troškovi skladišnih operacija, troškovi plata uposlenika, troškovi zastarijevanja zaliha, troškovi kvarenja i troškovi sitne krađe. Troškovi držanja zaliha na godišnjem nivou iznose od 20 do 50 % ukupne vrijednosti zaliha [11, 12], i često dostižu i premašuju milionske iznose, te mogu ozbiljno ugroziti normalno poslovanje preduzeća. Na primjer, Cisco Systems je 2001. godine zbog zastarjelosti otpisao 2,2 milijarde dolara komponenti koje je imao u zalihama i u isto vrijeme otpustio 8.500 radnika [1]. Troškovi držanja zaliha su proporcionalni količini zaliha u skladištu pa je u cilju njihove minimizacije potrebno da broj i količina uskladištenih artikala bude što manja. S druge strane, nepostojanje ili nedostatak zaliha može da znači obustavljanje proizvodnih procesa, neiskorištavanje tržišnih prilika, gubitak poslovnih partnera, kaznene troškove, narušavanje imidža i dr. Ova kategorija troškova zaliha, iako teško mjerljiva, može dovesti u pitanje i opstanak preduzeća. Iz perspektive minimizacije troškova nedostatka zaliha potrebno je da zalihe budu što veće. Dakle, politika zaliha je predmet konflikta, s jedne strane postoje zahtjevi da zalihe budu što veće jer se povećava i efikasnost proizvodnih sistema i nivo usluge kupaca, s druge strane zalihe proizvode troškove koji su, u opštem slučaju, proporcionalni njihovoj količini, pa je iz tog razloga potrebno da budu što manje.

Dominante karakteristike distribucionih mreža rezervnih (servisnih) dijelova u automobilskoj industriji su deterministička vremena naručivanja i deterministička vremena isporuke, te stohastička potražnja. Donosioci odluka u ovim sistemima imaju izazov da odrede optimalnu količinu naručivanja kako bi se zadovoljila potražnja tokom sljedećeg planskog perioda, balansirajući između nivoa servisa (raspoloživost dijelova prema krajnjim kupcima) i troškova držanja zaliha. Naručiti premalo, znači da neka prodaja ne može biti realizirana što prouzrokuje troškove dodatne ili hitne narudžbe, troškove izgubljene prodaje, moguće kaznene troškove, gubljenje ugleda i poslovnog kredibiliteta, gubljenje budućih ugovora i prodaja i dr. Naručiti previše znači napraviti nepotrebnii trošak držanja zaliha.

News vendor model je jedan od modela upravljanja zalihama koji omogućava određivanje optimalnog nivoa servisa (eng. service level) korištenjem objektivnih, troškovnih parametara. News vendor model se primarno koristi u industrijama jednoperiodičnih proizvoda (eng. single period item) kao što je npr. konfekcijska industrija, konditorska industrija, uslužne djelatnosti. News vendor model se, uz određene modifikacije, može koristiti i za upravljanje zalihama višeperiodičnih proizvoda (eng. multi period item) u logističkim sistemima sa determinističkim vremenima naručivanja [6, 7, 8].

News vendor model omogućava objektivno izračunavanje optimalnog nivoa servisa na osnovu jediničnih troškova manjka odnosno jediničnih troškova viška. Kada je određen optimalni nivo servisa potrebno je na osnovu analize potražnje odrediti količine zaliha koje će osigurati optimalni nivo servisa. Dakle, News vendor model zahtijeva poznavanje tipa distribucije potražnje i parametara distribucije potražnje [6, 7, 8]. Za modeliranje potražnje mogu se koristiti i kvantitativni modeli predviđanja, pri čemu se količina zaliha za određivanje optimalnog nivo servisa određuje na osnovu prognoze i standardne devijacije grešaka korištenog modela predviđanja.

Najčešće korištene teorijske distribucije za modeliranje potražnje su: normalna, gamma [4, 13, 14], Poissonova, negativna binomna [13, 14], eksponencijalna, lognormalna [14]. Pored teorijskih distribucija u teoriji i praksi se koriste i empirijske distribucije [15].

Potražnja može imati različite distribucije sa različitim parametrima, a što zavisi od mnogobrojnih faktora, pa je iz tog razloga potrebno potražnju tretirati različitim distribucijama. Na primjer, Poissonova distribucija je pogodna za predmete slabe potražnje, pogotovo ako je standardna devijacija potražnje približno jednaka kvadratnom korijenu srednje vrijednosti

potražnje [9, 13]. Gama distribucija je pogodna za predmete nepravilne potražnje, jer je jako fleksibilna, desno asimetrična, sa izrazitim grupisanjem podataka oko nule [5, 15].

U mnogim slučajevima se koristi i normalna distribucija za modeliranje potražnje. Iako normalna distribucija može biti pogodna za modeliranje visoke potražnje, ona nije adekvatna za modeliranje slabe, prekidne ili nepravilne potražnje [3, 9]. Također, postoje i drugi problemi sa korištenjem normalne distribucije. Normalna distribucija je definisana za sve vrijednosti lokacijskog parametra iz skupa realnih brojeva, pa u slučaju kada je srednja vrijednost potražnje mala, određeni dio distribucije se proteže na negativne brojeve, što je za proces koji se razmatra nemoguće, jer potražnja nikada ne može biti negativna [3, 9].

Dok su statističke distribucije pogodnije za modeliranje manje frekventne potražnje, kvantitativni modeli predviđanja, kao što su modeli eksponencijalnog poravnjanja, su pogodniji za modeliranje frekventnijih potražnji [10].

## 2. NEWSVENDOR MODEL

Pretpostavke na kojima se zasniva Newsvendor model su [2, 6]:

- Proizvodi se posmatraju odvojeno (*engl.* single item). Proizvodi se razmatraju jedan po jedan, jer ne postoje interakcije između njih (npr. zajednički resursi, komplementarnost i sl.).
- Planiranje se vrši za jedno razdoblje (*engl.* single period). Potražnja u narednim periodima nije bitna za donošenje odluka, jer se zalihe mogu koristiti samo za zadovoljenje potražnje u planskom periodu (jednom periodu), a nikako u budućim periodima (npr. dnevne novine, pekarski proizvodi).
- Potražnja je stohastička.
- Distribucija potražnje je poznata.
- Isporučka se izvrši prije perioda potražnje. Svi proizvodi su isporučeni i raspoloživi za zadovoljenje potražnje.
- Troškovi prekomjernih zaliha i troškovi nedostajućih zaliha su linearni. Troškovi, u slučaju prekomjernih zaliha ili nedostajućih zaliha, su proporcionalni sa viškovima, odnosno, nedostajućim količinama proizvoda.
- Troškovi narudžbe su jednaki nuli.
- Ne postoje inicijalne (startne) zalihe.

Izvođenje Newsvendor modela se zasniva na radovima [2, 7]. Notacija korištena prilikom izvođenja je preuzeta iz [7]:

$x$  – potražnja,

$f(x)$  – funkcija distribucije vjerovatnoće od  $x$ ,

$F(x)$  – kumulativna funkcija distribucije od  $x$ ,

$P$  – prodajna cijena po komadu,

$C$  – nabavna (kupovna) cijena po komadu,

$V$  – sačuvana vrijednost (*engl.* salvage value) po komadu, jedinična vrijednost zaliha nakon planskog perioda,

$S$  – kazneni trošak po jedinici proizvoda u slučaju nedostatka zaliha (*engl.* shortage penalty cost per unit),

$C_o$  – trošak po jedinici prekomjernih zaliha (*engl.* unit overage cost):  $C_o = C - V$ ,

$C_u$  – trošak po jedinici nedostajućih zaliha (*engl.* unit underage cost):  $C_u = P - C + S$ ,

$Q$  – količina naručivanja, varijabla odlučivanja.

Profit planskog perioda se može definisati kao:

$$\pi = \begin{cases} (P - C)Q - S(x - Q), & \text{ako je } x \geq Q \\ (P - C)x - (C - V)(Q - x), & \text{ako je } x < Q \end{cases} \quad (1)$$

gdje je:

$$\begin{aligned} (P - C)Q & - \text{profit od prodatih } Q \text{ jedinica ako je } x \geq Q, \\ S(x - Q) & - \text{ukupni kazneni troškovi nedostajućih zaliha ako je } x \geq Q, \\ (P - C)x & - \text{profit od prodatih } x \text{ jedinica ako je } x < Q, \\ (C - V)(Q - x) & - \text{ukupni troškovi prekomjernih zaliha ako je } x < Q. \end{aligned}$$

Množenjem članova u formuli (1) dobija se:

$$\pi = \begin{cases} PQ - CQ + SQ - Sx, & \text{ako je } x \geq Q \\ Px - Cx - CQ + Cx + VQ - Vx, & \text{ako je } x < Q \end{cases} \quad (2)$$

Profit predstavljen formulom (2) se može napisati u sljedećem obliku:

$$\pi = \begin{cases} Q(P + S - C) - Sx, & \text{ako je } x \geq Q \\ x(P - V) - Q(C - V), & \text{ako je } x < Q \end{cases} \quad (3)$$

koji je pogodan za izračunavanje očekivanog profita:

$$E(\pi) = (P + S - C) \int_0^{+\infty} Qf(x)dx - S \int_0^{+\infty} xf(x)dx + (P - V) \int_0^Q xf(x)dx - (C - V) \int_0^Q Qf(x)dx. \quad (4)$$

Prvi izvod funkcije očekivanog profita se može naći koristeći Leibnitzovo pravilo:

$$\begin{aligned} \frac{\partial E(\pi)}{\partial Q} &= (P + S - C) \left[ \int_0^{+\infty} f(x)dx - Qf(Q) \right] - S[-Qf(Q)] + (P - V)[Qf(Q)] - (C - V) \left[ \int_0^Q f(x)dx + Qf(Q) \right] \\ &= (P + S - C) \int_0^{+\infty} f(x)dx - (C - V) \int_0^Q f(x)dx = (P + S - C)[1 - F(Q)] - (C - V)F(Q). \end{aligned} \quad (5)$$

Ako se prvi izvod funkcije očekivanog profita izjednači sa nulom dobija se:

$$F(Q^*) = \frac{P+S-C}{P+S-V}, \quad (6)$$

gdje je  $Q^*$  optimalna količina narudžbe, ali pod uslovom da je funkcija očekivanog profita konkavna. Konkavnost funkcije očekivanog profita se može dokazati izračunavanjem njenog drugog izvoda. Korištenjem Leibnitzovog pravila može se dobiti i drugi izvod funkcije očekivanog profita:

$$\frac{\partial^2 E(\pi)}{\partial^2 Q} = (P + S - C)[-f(Q)] - (C - V)f(Q) = (V - P - S)f(Q). \quad (7)$$

Iz obrasca (7) se može vidjeti da je drugi izvod funkcije očekivanog profita manji od nule za svaku vrijednost  $Q$ , što znači da funkcija ima maksimum za  $Q^*$ . Eksplicitni izraz za izračunavanje optimalne količine narudžbe  $Q^*$  slijedi iz (6):

$$Q^* = F^{-1} \left( \frac{P+S-C}{P+S-V} \right). \quad (8)$$

Iz izraza (8) se vidi da je neophodno poznavanje distribucije potražnje, odnosno njene kumulativne funkcije kako bi se mogla izračunati vrijednost optimalne količine naručivanja.

Omjer predstavljen razlomkom u obrascu (8) u literaturi je poznat pod imenom kritični omjer (*engl.* critical ratio) ili ciklični nivo servisa (*engl.* cycle service level – CSL). CLS je u stvari optimalni nivo servisa određen na osnovu troškovnih parametara.

Prilikom izvođenja Newsvendor modela osnovna pretpostavka je da je vijek trajanja proizvoda samo jedan planski period, te da se preostali proizvodi na kraju tog planskog perioda ne mogu koristiti da se zadovolji potražnja u narednom periodu. Većina proizvoda ipak ima duži vijek trajanja, a preostale zalihe nakon jednog perioda se mogu koristiti kao startne zalihe u narednom periodu. Newsvendor model se može koristiti za modeliranje ovakvih zaliha uz drugačiju interpretaciju troškova prekomjernih zaliha  $C_o$  [8]. Trošak prekomjernih zaliha  $C_o$  neće više biti  $C - V$ , nego će biti jednak trošku držanja zaliha po jedinici proizvoda preostalih na skladištu na kraju planskog perioda [8].

U slučaju da postoje početne zalihe, što je uobičajeno kod višeperiodičnih proizvoda, optimalna količina naručivanja  $Q_s^*$ , je definisana sljedećim izrazom [8]:

$$Q_s^* = \begin{cases} Q^* - Q_0, & \text{ako je } Q_0 < Q^* \\ 0, & \text{ako je } Q_0 \geq Q^* \end{cases}. \quad (9)$$

U slučaju primjene Newsvendor modela za upravljanje zalihama višeperiodičnih proizvoda, optimalna količina naručivanja  $Q^*$ , određena pomoću obrasca (8), se može posmatrati kao optimalan nivo do kojeg se naručuje odnosno popunjava (*engl.* order up to point).

### 3. SOFTVERSKO RJEŠENJE ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

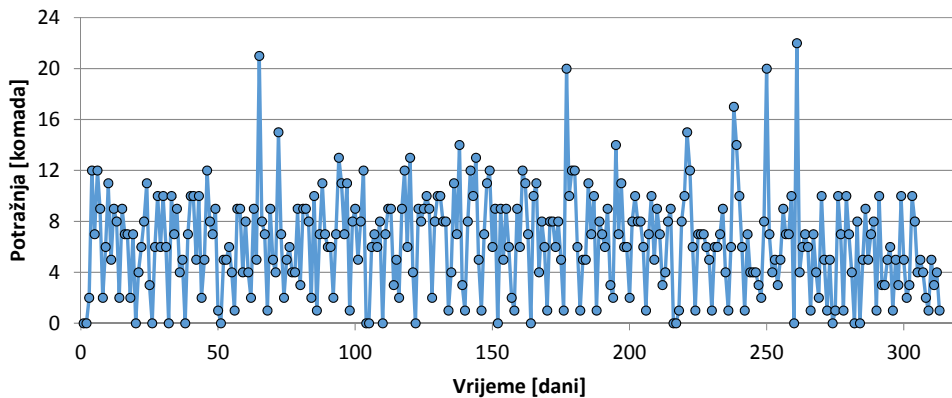
Za određivanje politike upravljanja zalihama zasnovane na Newsvendor modelu korišteno je vlastito softversko rješenje koje se sastoji od tri modula:

- modul za modeliranje potražnje statističkim distribucijama,
- modul za modeliranje potražnje modelima predviđanja,
- modul za određivanje optimalne količine naručivanja.

Modul za modeliranje potražnje statističkim distribucijama procesira podatke sa 22 teorijske distribucije, izračunava parametre sa svaku distribuciju, te na osnovu zadatih kriterija identifikuje distribuciju koja najviše odgovara konkretnoj vremenskoj seriji. Modul za modeliranje potražnje različitim modelima predviđanja procesira podatke sa 16 različitih modela predviđanja (dominantno modeli eksponencijalnog poravnjanja), optimizira parametre za svaki model, te na osnovu postavljenih kriterija odabire najprikladniji model za konkretnu vremensku seriju. Zadatak modula za određivanje optimalne količine naručivanja je da odredi optimalan nivo usluge, i da za optimalnu količinu naručivanja, od dvije dobivene (preko statističkih distribucija i preko modela predviđanja) odabere onu manju.

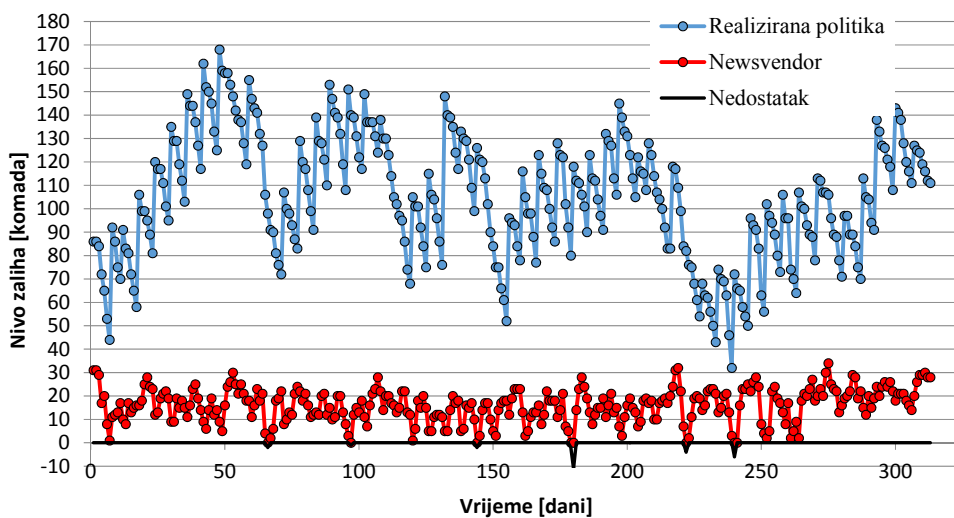
### 4. UPRAVLJANJE ZALIHAMA FILTERA ULJA

Vremenska serija potražnje filtera ulja u 2010. godini, artikl čija će se politika upravljanja zalihama analizirati, zabilježena u jednoj bh. kompaniji data je na slici 1.



Slika 1. Vremenska serija potražnje filtera ulja u 2010. godini

Politika upravljanja zalihama za filter ulja u 2010. godini dobijena ekspertnim sistemom preko Newsvendor modela i realizirana politika prikazane su na slici 2. Također, na istoj slici je prikazana i grafika nedostajućih zaliha za predloženu politiku Newsvendor modela. Može se vidjeti da je samo dva dana u toku cijele godine došlo do iscrpljivanja zaliha, što je rezultiralo izgubljenom prodajom od 11 komada.



Slika 2. Realizirana i predložena politika upravljanja zalihama filtera ulja u 2010. godini

Efekti realizirane politike upravljanja zalihama i politike dobivene preko Newsvendor modela su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Efekti realizirane i predložene politike upravljanja zalihama filtera ulja u 2010. godini

Parametri	Realizirana politika	Newsvendor model
$Q_{sr}$ – prosječni nivo zaliha,	105	20
$Q_{max}$ – maksimalni nivo zaliha,	168	38
$C \cdot Q_{sr}$ – prosječno vezana sredstva u zalihe	982	185
$C \cdot Q_{max}$ – maksimalno vezana sredstva u zalihe	1572	356
Prodano	1976	1965
Nedostatak (izgubljena prodaja)	0	-11
Ostvareni nivo servisa (usluge)	100%	99,44%
Projektovani (optimalni) nivo servisa	-	98,63%

Za izračun troškova držanja zaliha obično je referentna prosječna količina zaliha na skladištu ( $Q_{sr}$ ), a nekad, kada su planski periodi dopunjavanja zaliha kratki, može biti i referentna maksimalna vrijednost zaliha ( $Q_{max}$ ). U primjeru automobilske industrije u BiH referentna je maksimalna količina zaliha. U tabeli 2 izračunate su uštede koje bi se mogle ostvariti implementacijom politike zaliha dobivene na osnovu razvijenog softverskog rješenja i Newsvendor modela.

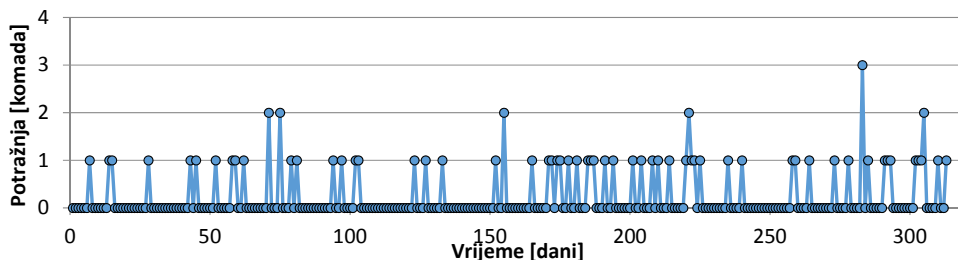
Tabela 2. Uštede koje se ostvaruju implementacijom predložene politike zaliha

Referentana količina	Ušteda [KM]
$Q_{sr}$	214,26
$Q_{max}$	340,62

Na osnovu podataka iz tabele 2, a imajući u vidu da se na sličan način upravlja i ostalim artiklima, može se zaključiti da postoji ogroman prostor za unaprjeđenje postojećeg logističkog sistema. Kompanija čija je politika analizirana na svom skladištu ima oko 10.000 različitih pozicija, čija je vrijednost 1,5 miliona KM. Jednostavnim računom se može pokazati da bi količina oslobođenog novca iznosila preko 1 milion KM ili više od 60 % zarobljenog kapitala.

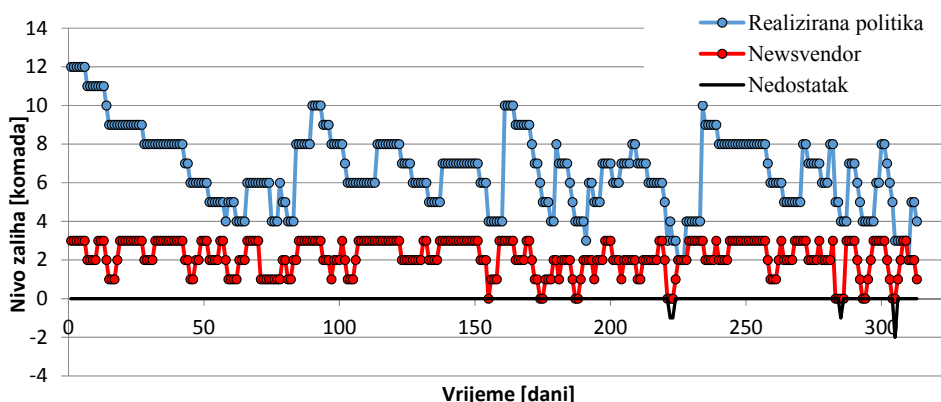
## 5. UPRAVLJANJE ZALIHAMA ZADNJIH DISK PLOČICA

Vremenska serija potražnje zadnjih disk pločica u 2010. godini, artikl čija će se politika upravljanja zalihama analizirati, zabilježena u jednoj bh. kompaniji data je na slici 3.



Slika 3. Vremenska serija potražnje zadnjih disk pločica u 2010. godini

Politika upravljanja zalihama za zadnje disk pločice u 2010. godini dobivena preko Newsvendor modela je prikazana zajedno sa realiziranom politikom na slici 4. Također, na istoj slici je prikazana i grafikon nedostajućih zaliha za predloženu politiku Newsvendor modela. Može se vidjeti da je samo tri dana u toku cijele godine došlo do nedostatka zaliha, što je za posljedicu imalo izgubljenu prodaju od 5 komada, a ostvareni nivo servisa je bio 92,86 %.



Slika 4. Realizirana i predložena politika upravljanja zalihama zadnjih disk pločica u 2010. godini

Efekte realizirane politike upravljanja zalihama i politike dobivene preko Newsvendor modela su prikazani u tabeli 3.

Tabela 3. Efekti realizirane politike i predloženih politika upravljanja zalihama zadnjih disk pločica u 2010. godini

Parametri	Realizirana politika	Newsvendor model
$Q_{sr}$ – prosječni nivo zaliha,	7	3
$Q_{max}$ – maksimalni nivo zaliha,	12	4
$C \cdot Q_{sr}$ – prosječno vezana sredstva u zalihe	405	191
$C \cdot Q_{max}$ – maksimalno vezana sredstva u zalihe	729	243
Prodano	70	65
Nedostatak (izgubljena prodaja)	0	-5
Ostvareni nivo servisa (usluge)	100%	92,86
Projektovani (optimalni) nivo servisa	-	98,67

Također i za ovaj proizvod je izračunata ušteda koju bi bilo moguće ostvariti primjenom Newsvendor modela (tabela 4).

Tabela 4. Uštede koje se ostvaruju implementacijom predložene politike zaliha

Referentna količina	Ušteda [KM]
$Q_{sr}$	43,368
$Q_{max}$	116,256

Slična politika i slični benefiti se ostvaruju i za ostale artikle koji su bili predmet analiza, ali zbog ograničenosti prostora ovdje nisu izneseni.



## 6. ZAKLJUČAK

Zbog nametnutih ograničenja, ali i mogućnosti koje proizvođači automobila i auto dijelova nude, automobilsku industriju (postprodajni servisi) u BiH karakterišu deterministička vremena naručivanja i deterministička vremena isporuke, te stohastička potražnja. Donosioci odluka u ovim sistemima imaju izazov da odrede optimalnu količinu naručivanja kako bi se zadovoljila potražnja tokom sljedećeg planskog perioda, balansirajući između nivoa servisa (raspoloživosti dijelova prema krajnjim kupcima) i troškova držanja zaliha.

U radu je dokazano da se Newsvendor model može prilagoditi za upravljanje zalihama višeperiodičnih proizvoda kao što su rezervni (servisni) dijelovi u automobilskoj industriji. Sudeći prema analiziranim slučajevima, primjenom Newsvendor modela za upravljanje zalihama rezervnih dijelova, u automobilskoj industriji u bh. Kompanijama, mogu se napraviti značajne uštede. Očigledno je, zalihama se upravlja intuitivno bez ozbiljnijih analiza, a kao posljedica, ogromne količine novca su zarobljene u nepotrebne količine zaliha koje ne stvaraju nikakvu dodatnu vrijednost. Primjenom Newsvendor modela, a prema analiziranim slučajevima, zalihe se mogu smanjiti za više od 60 % bez da se utječe na nivo servisa. Proporcionalno, moguće je smanjiti investiciju u zalihe za više od 60 %, što bi oslobodilo značajna novčana sredstva koja bi bilo moguće investirati u profitabilne projekte.

Iznos profitne marže i veoma kratki planski periodi dovode do toga da su optimalni nivoi servisa u upravljanju zalihama u automobilskoj industriji u BiH uglavnom iznad 95 %. Pored toga, prosječne zalihe u analiziranim slučajevima su daleko veće od maksimalne potražnje tokom planskog perioda.

Sudeći prema ostvarenim rezultatima, Newsvendor model i razvijeno softversko rješenje daju dobru politiku upravljanja zalihama. Kao dokaz može se uzeti da je ostvareni nivo servisa nakon urađene simulacije realnog procesa upravljanja zalihama gotovo identičan projektovanom (optimalnom) nivou servisa.

Postprodajni servisi ne drže zalihe izuzetno skupih dijelova, jer su kupci spremni da čekaju neku od budućih regularnih isporuka. U ovim situacijama obično ne dolazi do izgubljene prodaje, što omogućava kompanijama da rade i na principu odgođene isporuke (po narudžbi). Kako postoje Newsvendor modeli koji omogućavaju modeliranje zaliha sa procentom kupaca koji su spremni da čekaju buduću ili hitnu isporuku, prijedlog za buduća istraživanja bi bio da se modeliranje zaliha vrši ovim Newsvendor modelima. Uspješnost ovih modela će zavisti i od sposobnosti prodajnog osoblja da prepoznaju spremnost kupca na odgođenu isporuku i da je kao takvu i realiziraju. Ovo bi sigurno dovelo i do još dodatnog smanjenja zaliha bez da se smanjuje nivo usluge i zadovoljstvo kupaca.

## 7. LITERATURA

- [1] Armony, M. and Plambeck, L.E., 2005. The Impact of Duplicate Orders on Demand Estimation and Capacity Investment. *Management Science*, 51 (10), 1505-1518.
- [2] Brandimarte, P. and Zotteri, G., 2007. *Introduction to Distribution Logistics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [3] Buchan, J. and Koenigberg, E., 1963. *Scientific Inventory Management*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [4] Das, C., 1976. Approximate solution to the (Q,r) inventory model for gamma lead time demand. *Management Science*, 22 (9), 1043-1047.
- [5] Dunsmuir, W.T.M. and Snyder, R.D., 1989. Control of Inventories with Intermittent Demand. *European Journal of Operational Research*, 40 (1), 16-21.
- [6] Hopp J.W., and Spearman I.M., 2001. *Factory Physics: Foundations of Manufacturing*, 2nd Ed., New York: McGraw-Hill/Irwin.
- [7] Khouja, M., 1999. The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research. *Omega, International Journal of Management Science*, 27 (5), 537-553.

- [8] Nahmias S., 2008. *Production and Operations Analysis*, 6th ed., New York: Mcgraw-hill/Irwin.
- [9] Natarajan, R.N., 2000. Safety Stocks: Luxury or Necessity. In: Swamidass, M.P., ed. *Encyclopedia of production and manufacturing management*, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- [10] Ord, J.K., Snyder, D.R., and Beaumont, A., 2010. *Forecasting the Intermittent Demand for Slow-Moving Items*. Working Paper No. 2010-003.
- [11] Roy, N.R., 2005. *A Modern Approach to Operations Management*. New Delhi: New Age International.
- [12] Richardson, H., 1995. Control Your Costs Then Cut Them. *Transportation & Distribution*, 36 (12), 94-94.
- [13] Silver, A.E., 2008. Inventory Management: An Overview, Canadian Publications, Practical Applications and Suggestions for Future Research. *INFOR: Information Systems and Operational Research*. 46 (1), 15-28.
- [14] Silver, E.A. and Peterson, R., 1985. *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. 2nd ed., New York: Wiley.
- [15] Tempelmeier, H., 2006. *Inventory Management in Supply Networks: Problems, Models, Solutions*. Norderstedt: Books on Demand.