



LINGVISTIČKE FAZI PROMENLJIVE KAO ALAT ANALIZE U MENADŽMENTU INVENTARA

LINGUISTIC FUZZY VARIABLES AS ANALYSIS TOOL IN INVENTORY MANAGEMENT

Aleksandar Pešić

„Union“ Univerzitet – Fakultet za poslovno industrijski menadžment, Beograd, Srbija

Duška Pešić

Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije ITS, Beograd, Srbija

Slavko Ivković

„Union“ Univerzitet – Fakultet za poslovno industrijski menadžment, Beograd, Srbija

© MESTE NGO

JEL category: **G31**

Apstrakt

Odluke povezane sa nabavkom i kontrolom zaliha u procesu planiranja industrijske proizvodnje se često donose na osnovu nejasnih i nepreciznih informacija o faktorima koji utiču na inventarske troškove. U cilju minimiziranja ukupnih očekivanih inventarskih troškova i pravovremenog zadovoljenja potražnje na tržištu u uslovima neizvesnosti i nesigurnosti, klasične metodologije inventarske kontrole se mogu nadograditi sistemima kontrole baziranim na fazi logici.

U ovom radu je kao podesan okvir za tretiranje nejasnih stanja prilikom donošenja inventarskih odluka predstavljena upotreba lingvističkih fazi promenljivih koje se u modelu fazifikacije i defazifikacije obrađuju putem fazi ako-onda pravila odlučivanja. Predloženi fazi model sadrži dve ulazne veličine: zahtevi za proizvodom i količina raspoloživih delova potrebnih za proizvodnju tog proizvoda. Ove ulazne promenljive su predstavljene fazi skupovima koji sadrže pet jezičkih termina. Pored ulaznih promenljivih, model uključuje obradu podataka pomoću ako-onda pravila odlučivanja kao i jednu izlaznu veličinu – inventarsku akciju koja sugeriše dodatno naručivanje delova, smanjivanje postojećih delova ili ne preduzimanje inventarske akcije. Izlazna promenljiva je fazi skup koji sadrži sedam jezičkih termina. Sve lingvističke promenljive su predstavljene fazi trougaonim brojevima i delovima fazi trapezoidnih brojeva. Za defazifikaciju (u cilju dobijanja „običnog“ broja) korišćen je metod aritmetičke sredine

Adresa autora zaduženog za korespondenciju:

Aleksandar Pešić

andpetic@gmail.com

maksimalnog intervala izlazne veličine (MMM). Na kraju, izlazna veličina (čija je vrednost data u procentima) se povezuje sa odgovarajućom inventarskom akcijom.



Generalno, u ovom radu se naglašava upotrebljivost fazi inventarskih modela u tretiranju nesigurnosti tražnje i ukupne procene inventarskih troškova bazirane na iskustvu i subjektivnoj evaluaciji menadžera.

Ključne reči: lingvističke promenljive, fazi model, menadžment inventara

Abstract

Decisions associated with supply and inventory control in industrial production planning process is frequently made on the basis of vague and imprecise information about factors that affect inventory costs. In order to minimize the total expected inventory cost and timely satisfy market demand in conditions of uncertainty and insecurity, the classic inventory control methodologies can be upgraded with the control systems based on fuzzy logic.

In this paper, as convenient framework for dealing with vagueness in inventory decision making, we introduced the use of linguistic fuzzy variables processed by fuzzy if-then rules in the fuzzification and defuzzification model. In proposed fuzzy inventory model, there are two input variables: "demand value for a product" and "quantity on hand parts" needed to build a product. These input variables are presented by fuzzy sets containing five terms. In addition to the input variables, model includes the if-then rules with one output variable – the „inventory action“ which suggests reordering of parts, reducing the number of the already existing parts or no action at that time. The output variable is a fuzzy set that contains seven terms. All of these linguistic fuzzy variables are presented by fuzzy triangular numbers and parts of fuzzy trapezoidal numbers. For defuzzification (in order to obtain a crisp number) we used the mean of maximum method (MMM). Finally, the resulting value (in percentage) is translated into a corresponding inventory action.

Generally, this paper emphasizes the usability of fuzzy inventory models in dealing with the uncertainty of demand and overall assessment of inventory costs based on the experience and subjective evaluation of managers.

Keywords: linguistic variables, fuzzy model, inventory management

1 UVOD

Određivanje optimalnih nivoa inventara, odnosno akumulacije materijala i proizvoda koji će biti korišćeni u cilju zadovoljavanja buduće tražnje za tim materijalima ili proizvodima, zahteva pažljiv pristup menadžmenta industrijske organizacije, prvenstveno zbog kontrole ukupnih troškova, s tim da je minimiziranje inventarskih troškova po jedinici vremena potrebno ostvariti uz postizanje pravovremenog zadovoljavanja potreba potrošača na tržištu. Na osnovu toga, osnovno usmerenje u menadžmentu inventara je ostvarivanje ravnoteže između operativne efikasnosti i troškova investiranja i drugih troškova povezanih sa obimnim zalihama.

Kako industrijske organizacije ne mogu obavljati proizvodnju u nedostatku zaliha, bitno pitanje nije da li treba imati zalihe, već kako upravljati zalihama koje je neophodno držati (Waters, 2003).

Nesigurnosti u lancu snabdevanja i povećana potražnja utiču na to da industrijske organizacije

stvaraju obimnije zalihe sirovih materijala, rezervnih delova, potrošnih delova i gotovih proizvoda, s druge strane, takve dodatne zalihe utiču na povećanje troškova. Funkcija menadžmenta inventara se prema tome, ne posmatra izolovano od ostalih funkcija u organizaciji, tako da se cilj inventarske kontrole često odnosi na uravnotežavanje konfliktnih interesa. U tom smislu, nekoordinisane redukcije troškova mogu dovesti do toga da smanjenje troškova u jednoj oblasti dovede do povećanja troškova u drugoj oblasti industrijske organizacije (na primer, troškovi nabavke mogu biti umanjeni kupovinom većih količina materijala ali se time povećavaju troškovi inventara, s druge strane, smanjenje troškova inventara može rezultirati u dodatnim troškovima za proizvodnu funkciju u formi zastoja u proizvodnji usled nedostataka materijala) (Axsater, 2006).

S obzirom na to da uspostavljanje ravnoteže između konfliktnih ciljeva predstavlja kompleksan menadžment zadatak, za asistenciju u procesu

odlučivanja koriste se inventarski modeli koji u jasno određenim situacijama i preciznim kvantitativnim pokazateljima mogu redukovati inventarske nivoe bez povećanja drugih troškova.

Međutim, menadžeri industrijskih organizacija zaduženi za kontrolu inventara često donose odluke na osnovu nejasnih i nepreciznih informacija. U takvim uslovima, upotreba tradicionalnih inventarskih modela zasnovanih na klasičnim matematičkim metodama ne daje željene rezultate. To se posebno odražava u situacijama kada je potrebno obuhvatiti veći broj međuzavisnih faktora u oblasti nabavke i potražnje.

Za rešavanje navedenih problema u menadžmentu inventara i procesu planiranja proizvodnje moguće je koristiti prednosti koje pruža fazi logika i teorija fazi skupova.

Teorija fazi skupova se pored intenzivne primene u prirodnim naukama, inženjerstvu i robotici, primenjuje i u oblastima menadžmenta i ekonomije. U okviru menadžmenta planiranja proizvodnje i specifično kontroli inventara, teorija fazi skupova je priznata kao veoma uspešna tehnika za modeliranje i odlučivanje.

U ovom radu se ukazuje na mogućnosti upotrebe lingvističkih fazi promenljivih kao ulaznih veličina u fazi modelu inventarske kontrole. Rad je organizovan na sledeći način: Prvo poglavlje rada je posvećeno pregledu relevantne literature posvećene fazi modeliranju u menadžmentu inventara i planiranju proizvodnje. U drugom poglavlju je dat sažet prikaz procesa fazifikacije i defazifikacije. Analiza fazi modela inventarske kontrole u kome se lingvističke promenljive obrađuju putem pravila ako-onda, kao i primer upotrebe fazi modela inventarske kontrole dati su u trećem poglavlju. U poslednjem poglavlju su iznesena zaključna razmišljanja.

2 PREGLED LITERATURE

Od 1965. godine kada je L. Zadeh objavio prvi rad o fazi skupovima (Zadeh, 1965), teorija fazi skupova je kontinuirano privlačila pažnju velikog broja autora iz različitih naučnih oblasti. U okviru primene fazi logike za rešavanje problema u menadžmentu i analiziranje sistema odlučivanja, veći broj autora se bavio i problematikom primene

fazi logike i teorije fazi skupova u kontroli inventara i planiranju proizvodnje.

Rinks (1981) je ukazao na jaz između teorije agregatnog planiranja i prakse. Agregatno planiranje, u ovom smislu uključuje simultano određivanje nivoa proizvodnje, inventara i nivoa radne snage industrijske organizacije u definisanom vremenskom roku. Kako menadžeri daju prednost svojim heurističkim pravilima odlučivanja u odnosu na modele agregatnog planiranja, Rinks je koristeći fazi kondicionalne ako-onda izjave razvio algoritme za fazi agregatno planiranje. Skup lingvističkih termina koji je relevantan za agregatno planiranje je definisan i korišćen je za konstrukciju menadžerskih protokola (pravila odlučivanja).

Turksen (1988) je za razliku od Rinksa posmatrao intervalnu funkciju pripadnosti prilikom definisanja lingvističkih pravila za planiranje agregatne proizvodnje. Takođe, u daljim analizama korišćen je manji broj pravila od originalno postavljenih 40 pravila koje je definisao Rinks.

Na bazi ovih pristupa i istraživanja koje su obavili Mamdani i Assilian, Ward, Ralston i Davis (1992) su modifikovali ranije pristupe i koristili diskretne funkcije pripadnosti da reprezentuju nesigurnost u planu proizvodnje.

Sommer je koristio fazi dinamično programiranje da reši realne planske probleme povezane sa inventarom i proizvodnjom i da odredi optimalne nivoe inventara i nivoa proizvodnje. Kacprzyk i Staniewski su obrađivali problem kontrolisanja inventara u okviru neprekidnog planskog horizonta. Sistem inventara je predstavljen kao fazi sistem, sa fazi nivoom inventara kao outputom i fazi dopunom inventara kao inputom, uz fazi potražnju i fazi sistemska ograničenja dopune inventara. U modelu je predstavljen algoritam za pronalaženje optimalne vremenski invarijantne strategije za određivanje dopune trenutnim nivoima inventara, koja maksimizuje funkciju pripadnosti za takvu odluku (Guiffreda&Rakesh, 1998).

Park (1987) je u okviru fazi aspekta određivanja troškova reanalizirao model optimizacije zaliha ili ekonomičnu količinu nabavke (EOQ model) sa teorijske perspektive fazi skupova, ukazujući da se u oblasti industrijskog menadžmenta,

kompozicija i procena parametara troškova prvenstveno karakterišu nejasnošću i nepreciznošću.

Hoyati je obavio evaluaciju, poređenje i proširivanje pristupa EOQ modelu koga su postavili Lowe i Schwartz i fazi pristupa EOQ modelu Vujoševića i saradnika (Mula, 2006).

Lee, Kramer i Hwang (1991) su ukazali na način uvođenja teorije fazi skupova u obradiv upotrebu fazi logike u algoritmu za količinu potrebne robe u uslovima nesigurne tražnje. Nesigurnost tražnje je modelirana fazi trougaonim brojevima i pokazano je da pristup baziran na teoriji fazi skupova obezbeđuje bolji prikaz nesigurne tražnje i pruža više informacija za određivanje optimalne količine robe.

Samanta i Al-Araimi (2001) su predložili model inventarske kontrole zasnovan na fazi logici. Predloženi model simulira sistem podrške odlučivanju namenjen održavanju željenog nivoa inventara uzimajući u obzir varijacije tražnje i dinamiku proizvodnog sistema.

U ovom kontekstu je potrebno naglasiti da su širem prihvatanju primene teorije fazi skupova i fazi logike posebno doprineli Dubois i Prade (1980, 1981) predstavljanjem osnova teorije fazi skupova i aplikacijama, Zimmermann (1985, 2001) i Klir i Yuan (1995) sa praktičnim primenama teorije fazi skupova, Kaufmann i Gupta (1991) sa pristupima fazi aritmetici, Tepavcević (2005) sa primenom fazi mreža u menadžmentu kao i Bojadziev i Bojadziev (2007) sa primenom fazi logike u poslovanju, finansijama i menadžmentu.

Saznanja istaknutih autora radova iz oblasti primene fazi skupova u kontroli inventara (Chiang 2005, Gen 1992, Handfield 2009, Mula 2008, Peidro 2009, Rotshein 2006) su korišćena i u ovom radu u kome je predstavljen model za inventarsku kontrolu baziran na teoriji fazi skupova.

3 PROCES FAZIFIKACIJE I DEFAZIFIKACIJE

Modeli zasnovani na fazi logici koriste fazi skupove da bi se opisale neprecizne i kompleksne situacije i da bi se izveli zaključci na osnovu upotrebe fazi logičkih operatora.

Ulazne promenljive u fazi sistemima su tzv. „lingvističke“ promenljive čije su vrednosti iskazane rečima ili rečenicama „prirodnim“ jezikom („visok profit“, „srednje godine“, „nizak budžet“,...).

Ulazne promenljive se nazivaju fazi promenljivim. Vrednost fazi promenljive se kroz proces fazifikacije često subjektivno procenjuje, posmatranjem, intuicijom, iskustvom. (v. sl. 1)

Pravila po kojima se obrađuju ulazne promenljive su tipa „AKO - ONDA“ („IF – THEN“). Proces podrazumeva naglašavanje i korišćenje iskustva i znanja eksperata.

Izlazne promenljive zavise od vrednosti ulaznih promenljivih, koje prolaze kroz sva „pravila“ (najčešće se radi o više iteracija). Svako vrednosti izlazne promenljive je pridružen odgovarajući stepen pripadnosti.

Konačni rezultati se defazifikuju čime se dobija rezultat predstavljen „običnim“ brojem.

Ako se posmatra veza jedne ulazne veličine (x) i jedne izlazne veličine (y) koje su u obrnutoj proporciji, tada se „AKO – ONDA“ pravilo može objasniti na sledeći način:

AKO je x VELIKO

ONDA je y MALO

Odgovarajuće funkcije pripadnosti sa slike 2 pokazuju uslovljenost izlazne veličine y ulaznom veličinom x . Postoji više načina defazifikacije (izbora jedne određene vrednosti izlazne promenljive). Često se bira vrednost kojoj odgovara najveći stepen pripadnosti ili odgovarajuća apscisa centra gravitacije skupa svih alternativa.

4 FAZI MODEL INVENTARSKE KONTROLE

Fazi model inventara ima dve ulazne promenljive:

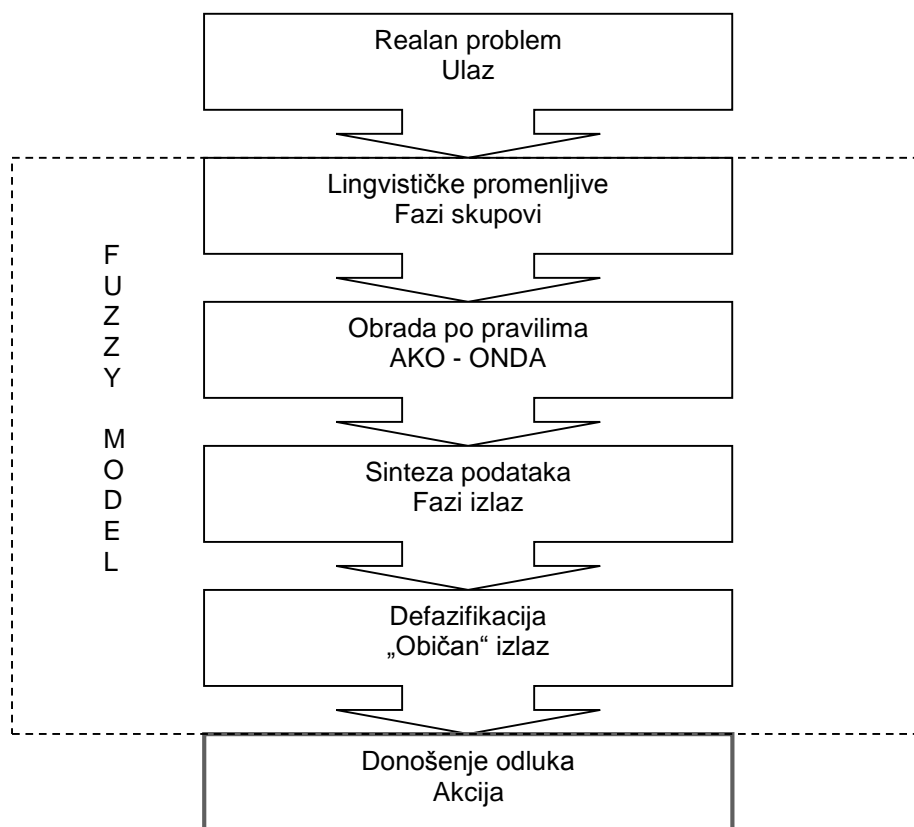
- Zahtevi za proizvodom (Z);
- Količina raspoloživih delova (na skladištu) potrebnih za proizvodnju tog proizvoda. (KRD).

Kao jedina izlazna promenljiva javlja se:

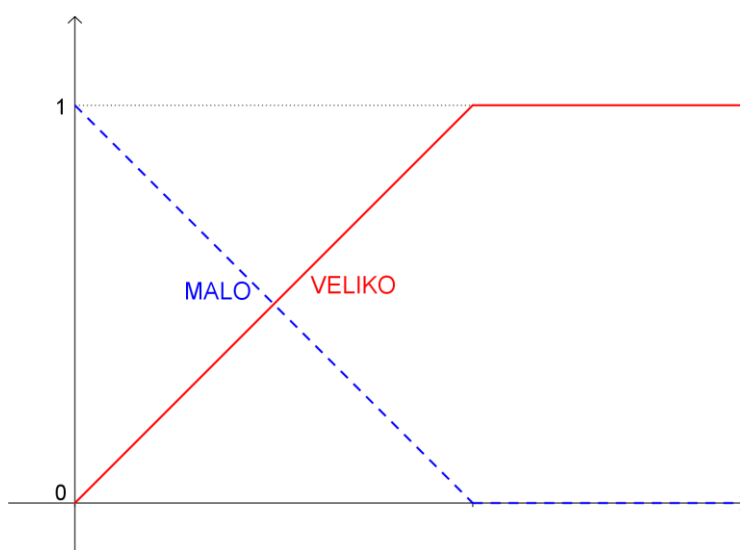
- Inventarska Akcija (IA)

koja sugerise naručivanje delova, smanjenje broja već postojeći delova ili ne preduzimanje nikakve radnje.

Dalja obrada po pravilima AKO – ONDA se vrši na dva načina u zavisnosti od toga da li je moguća redukcija zaliha.



Slika 1. Proces fazifikacije i defazifikacije



Slika 2. Veza ulazne i izlazne veličine

4.1 AKO – ONDA pravila ukoliko je moguća redukcija zaliha

Po uzoru na Cox-a ulazne promenljive sadrže pet jezičkih termina, dok izlazna promenljiva sadrži sedam termina, a umesto fazi skupova čije funkcije pripadnosti imaju oblik „zvona“ koriste se trougaoni i trapezoidni fazi brojevi (Bojadziev & Bojadziev, 2007).

Zahtev za proizvodom:

- *O* – Opadajući;
- *PS* –Postepeno Smanjujući;
- *S* – Stabilan;
- *PP* – Postepeno Povećavajući;
- *R* – Rastući.

Količina raspoloživih delova:

- *M* – Minimalan;
- *N* – Nizak;
- *O* – Odgovarajući;

- *V* – Visok;
- *P* – Prekobrojan.

Inventarska akcija:

- *NV* – Negativno Velika;
- *NU* – Negativno umerena;
- *NM* – Negativno mala;
- *N* – Nula;
- *PM* – Pozitivno mala;
- *PU* – Pozitivno umerena;
- *PV* – Pozitivno velika.

gde termin negativno podrazumeva redukciju broja delova koji su već na skladištu, dok termin pozitivno podrazumeva naručivanje dodatnih delova. Nula se odnosi na ne vršenje nikakvih radnji.

Broj pravila koje je potrebno posmatrati je $5 \times 5 = 25$. Odluke nakon odgovarajućeg „AKO – ONDA“ upita su date u sledećoj tabeli.

Tabela 1. Odluke nakon AKO-ONDA upita kada je moguća redukcija delova na skladištu

		KOLIČINA RASPOLOŽIVIH DELOVA – <i>KRD</i>				
Z A H T E V		<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>V</i>	<i>P</i>
	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>NM</i>	<i>NU</i>	<i>NV</i>
	<i>PS</i>	<i>PM</i>	<i>N</i>	<i>NM</i>	<i>NU</i>	<i>NU</i>
	<i>S</i>	<i>PU</i>	<i>PM</i>	<i>N</i>	<i>NM</i>	<i>NU</i>
	<i>PP</i>	<i>PU</i>	<i>PU</i>	<i>PM</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
	<i>R</i>	<i>PV</i>	<i>PV</i>	<i>PU</i>	<i>PM</i>	<i>N</i>

Pravila „AKO – ONDA“ koja vode akciji su sledeća:

Pravilo 1. AKO je zahtev za proizvodom opadajući ($Z = O$) a količina raspoloživih delova minimalna ($KRD = M$), ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)

Pravilo 2. AKO je zahtev za proizvodom opadajući ($Z = O$) a količina raspoloživih delova niska ($KRD = N$), ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)

Pravilo 3. AKO je zahtev za proizvodom opadajući ($Z = O$) a količina raspoloživih sredstava odgovarajuća ($KRD = O$), ONDA je potrebna mala redukcija delova ($IA = NM$)

Pravilo 4. AKO je zahtev za proizvodom opadajući ($Z = O$), a količina raspoloživih delova velika ($KRD = V$) ONDA je potrebna umerena redukcija delova ($IA = NU$)

- Pravilo 5.** AKO je zahtev za proizvodom opadajući ($Z = O$) a količina raspoloživih delova prekobrojna ($KRS = P$) ONDA je potrebna velika redukcija delova ($IA = NV$)
- Pravilo 6.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno smanjujući ($Z = PS$) a količina raspoloživih delova minimalna ($KRD = M$) ONDA je potrebna mala nabavka novih delova ($IA = PM$)
- Pravilo 7.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno smanjujući ($Z = PS$) a količina raspoloživih delova niska ($KRD = N$) ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)
- Pravilo 8.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno smanjujući ($Z = PS$) a količina raspoloživih sredstava odgovarajuća ($KRD = O$) ONDA je potrebna mala redukcija delova ($IA = NM$)
- Pravilo 9.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno smanjujući ($Z = PS$) a količina raspoloživih delova velika ($KRD = V$) ONDA je potrebna umerena redukcija delova ($IA = NU$)
- Pravilo 10.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno smanjujući ($Z = PS$) a količina raspoloživih delova prekobrojna ($KRS = P$) ONDA je potrebna umerena redukcija delova ($IA = NU$)
- Pravilo 11.** AKO je zahtev za proizvodom stabilan ($Z = S$) a količina raspoloživih delova minimalna ($KRD = M$) ONDA je potrebna umerena nabavka novih delova ($IA = PU$)
- Pravilo 12.** AKO je zahtev za proizvodom stabilan ($Z = S$) a količina raspoloživih delova niska ($KRD = N$) ONDA je potrebna mala nabavka novih delova ($IA = PM$)
- Pravilo 13.** AKO je zahtev za proizvodom stabilan ($Z = S$) a količina raspoloživih sredstava odgovarajuća ($KRD = O$) ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)
- Pravilo 14.** AKO je zahtev za proizvodom stabilan ($Z = S$) a količina raspoloživih delova velika ($KRD = V$) ONDA je potrebna manja redukcija delova ($IA = NU$)
- Pravilo 15.** AKO je zahtev za proizvodom stabilan ($Z = S$) a količina raspoloživih delova prekobrojna ($KRS = P$) ONDA je potrebna umerena redukcija delova ($IA = NU$)
- Pravilo 16.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno povećavajući ($Z = PP$) a količina raspoloživih delova minimalna ($KRD = M$) ONDA je potrebna umerena nabavka novih delova ($IA = PU$)
- Pravilo 17.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno povećavajući ($Z = PP$) a količina raspoloživih delova niska ($KRD = N$) ONDA je potrebna umerena nabavka novih delova ($IA = PU$)
- Pravilo 18.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno povećavajući ($Z = PP$) a količina raspoloživih sredstava odgovarajuća ($KRD = O$) ONDA je potrebna manja nabavka novih delova ($IA = PM$)
- Pravilo 19.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno povećavajući ($Z = PP$) a količina raspoloživih delova velika ($KRD = V$) ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)
- Pravilo 20.** AKO je zahtev za proizvodom postepeno povećavajući

($Z = PP$) a količina raspoloživih delova prekobrajna ($KRS = P$) ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)

Pravilo 21. AKO je zahtev za proizvodom rastući ($Z = R$) a količina raspoloživih delova minimalna ($KRD = M$) ONDA je potrebna velika nabavka novih delova ($IA = PV$)

Pravilo 22. AKO je zahtev za proizvodom rastući ($Z = R$) a količina raspoloživih delova niska ($KRD = N$) ONDA je potrebna velika nabavka novih delova ($IA = PV$)

Pravilo 23. AKO je zahtev za proizvodom rastući ($Z = R$) a količina raspoloživih sredstava odgovarajuća ($KRD = O$) ONDA je potrebna umerena nabavka novih delova ($IA = PU$)

Pravilo 24. AKO je zahtev za proizvodom rastući ($Z = R$) a količina

raspoloživih delova velika ($KRD = V$) ONDA onda je potrebna manja nabavka novih delova ($IA = PM$)

Pravilo 25. AKO je zahtev za proizvodom rastući ($Z = R$) a količina raspoloživih delova prekobrajna ($KRS = P$), ONDA ne preduzimati ništa ($IA = N$)

4.2 AKO – ONDA pravila ukoliko nije moguća redukcija delova na skladištu

Razlika kod ovog modela je samo u akciji koja se može izvršiti.

Inventarska akcija:

- N – Nula;
- PM – Pozitivno mala;
- PU – Pozitivno umerena;
- PV – Pozitivno velika.

Inventarska akcija ne podrazumeva redukciju već postojećih delova u skladištu. Odluke nakon odgovarajućeg „AKO – ONDA“ upita su date u sledećoj tabeli.

Tabela 2. Odluke nakon AKO-ONDA upita kada nije moguća redukcija delova

		KOLIČINA RASPOLOŽIVIH DELOVA – KRD				
		M	N	O	V	P
Z A H T E V	O	N	N	N	N	N
	PS	PM	N	N	N	N
	S	PU	PM	N	N	N
	PP	PU	PU	PM	N	N
	R	PV	PV	PU	PM	N

4.3 Primer fazi modela kontrole inventara

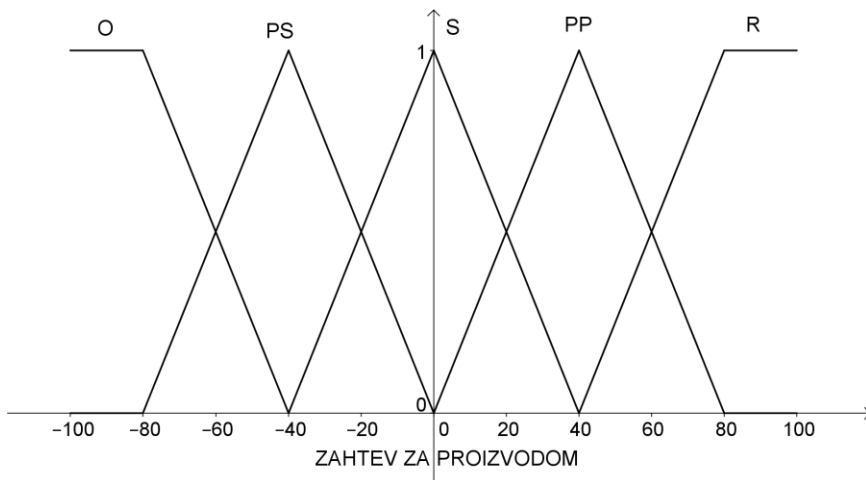
Primenom fazi modela posmatraju se dve ulazne veličine:

- Zahtev (Z) za proizvodom P se u definiše na intervalu $[-100,100]$ (sl. 3)
- Količina raspoloživih delova (KRD) se definiše na intervalu $[100,600]$ (sl. 4)

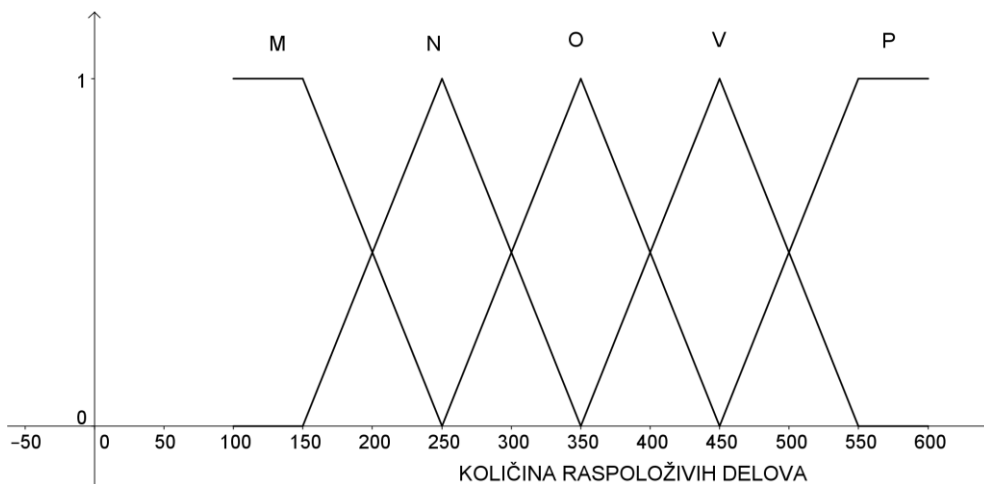
Jedna izlazna veličina:

- Završna inventarska akcija (IA) se definiše na intervalu $[-100,100]$ (sl. 5).

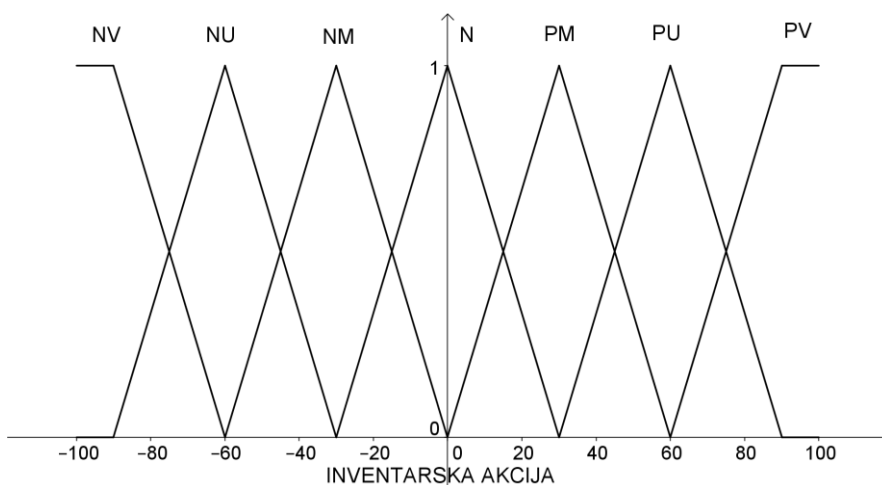
Lingvističke promenljive kao ulazne i izlazne veličine se prikazuju kao trougaoni i delovi trapezoidnih brojeva (Pešić, 2012).



Slika 3. *Lingvistička promenljiva Z – zahtev za proizvodom*



Slika 4. *Lingvistička promenljiva KR – količina rezervnih delova*



Slika 5. *Lingvistička promenljiva IA – inventarska akcija*

Neka je u momentu t_0 zahtev za proizvodom $x_0 = 54$ a količina raspoloživih delova $y_0 = 230$. Uvrštavajući date vrednosti u odgovarajuće funkcije pripadnosti dobijaju se sledeći rezultati:

$$\mu_{PP}(x_0) = 0.65, \mu_R(x_0) = 0.35, \mu_M(y_0) = 0.2, \mu_N(y_0) = 0.8.$$

Gledajući samo deo tabele odluke i odgovarajuća pravila dobija se:

	$\mu_M(230) = 0.2$	$\mu_N(230) = 0.8$
$\mu_{PP}(54) = 0.65$	$\mu_{PU}(z)$	$\mu_{PU}(z)$
$\mu_R(54) = 0.35$	$\mu_{PV}(z)$	$\mu_{PV}(z)$

Primenjuju se pravila 16, 17, 21 i 22 iz fazi modela, a jačina tih pravila se određuje na sledeći način:

$$\alpha_1 = \mu_{PP}(25) \wedge \mu_M(230) = \min(0.65, 0.2) = 0.2$$

$$\alpha_2 = \mu_{PP}(25) \wedge \mu_N(230) = \min(0.65, 0.8) = 0.65$$

$$\alpha_3 = \mu_R(25) \wedge \mu_M(230) = \min(0.35, 0.2) = 0.2$$

$$\alpha_4 = \mu_R(25) \wedge \mu_N(230) = \min(0.35, 0.8) = 0.35$$

Kontrolisani izlaz po pravilima je:

$$\text{Pravilo 16. } \alpha_1 \wedge \mu_{PU}(z) = \min(0.2, \mu_{PU}(z))$$

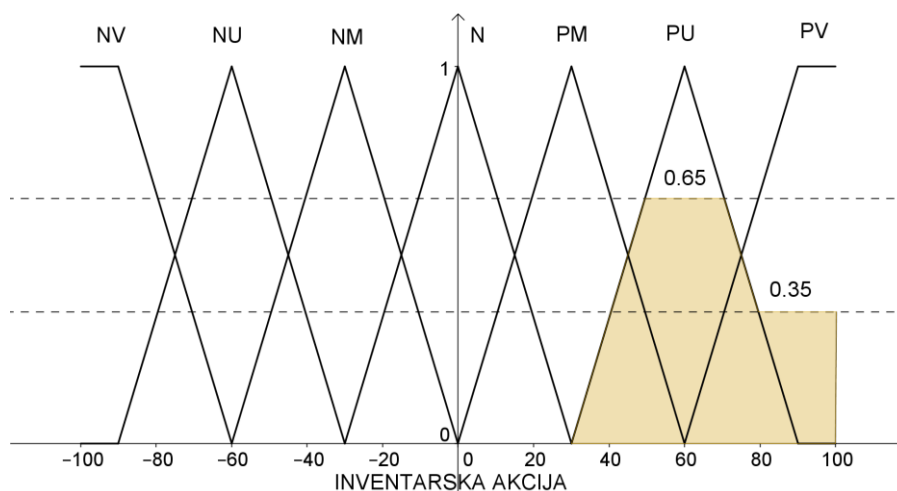
$$\text{Pravilo 17. } \alpha_2 \wedge \mu_{PU}(z) = \min(0.65, \mu_{PU}(z))$$

$$\text{Pravilo 21. } \alpha_3 \wedge \mu_{PV}(z) = \min(0.2, \mu_{PV}(z))$$

$$\text{Pravilo 22. } \alpha_4 \wedge \mu_{PV}(z) = \min(0.35, \mu_{PV}(z))$$

Pravilo 16 je uključeno u pravilo 17, a pravilo 21 je uključeno u pravilo 22, tada se dobija izlaz kao:

$$\mu_D(z) = \max\{\min(0.65, \mu_{PU}(z)), \min(0.35, \mu_{PV}(z))\} \quad (\text{sl 6}).$$



Slika 6. Objedinjena oblast izlazne veličine – model kontrole inventara

Postoje razne metode defazifikacije. Jedna od njih je traženje aritmetičke sredine intervala izlazne veličine što bi u ovom slučaju bilo:

$$z = \frac{30+90}{2} = 60,$$

jer je *PU* simetričan trougaoni fazi broj. S obzirom na to da deo površine izlazne veličine obuhvata i trapezoidni fazi broj *PV*, stvarna vrednost bi eventualno mogla biti nešto veća.

Kako je izlazna promenljiva data u procentima, gde $[-100,100]$ predstavlja 100% od ukupne količine delova proizvoda koji mogu biti dodati ili smanjeni inventarskom broju, tada bi broju 60 odgovarao procenat od 30% povećanja količine delova u skladištu, što na ukupan broj od 230 množenjem sa 0,3 daje potrebu za oko 69–70 dodatno poručenih delova.

5 ZAKLJUČAK

S obzirom na to da je priroda odluka u menadžmentu inventara i ukupnom planiranju proizvodnje industrijskih organizacija uobičajeno kompleksna jer se moraju uzeti u obzir različiti promenljivi kvantitativni i kvalitativni faktori lanca snabdevanja i potražnje, inventarski modeli koji ne podrazumevaju inherentnu nesigurnost generišu inferiorne odluke u odnosu na inventarske modele koji su formulisani tako da prihvate uslove nesigurnosti (Mula, Poler, Garcia-Sabater, & Lario, 2006). U tom smislu naglašava se razmišljanje izvan okvira klasičnih sistema inventarske kontrole i prihvatanje alternativnih modela rešavanja problema u menadžmentu inventara.

Generalno, aplikacije različitih tehnika za održavanje inventarske ravnoteže mogu varirati od jednostavnih grafičkih metoda do sofisticiranih i kompleksnih kvantitativnih tehnika. Većina takvih tehnika je zasnovana na dvovalentnim matematičkim metodama koje u uslovima neizvesnosti u oblastima snabdevanja i potražnje ne mogu da pruže optimalna rešenja.

CITIRANI RADovi

Axsater, S. (2006), *Inventory Control*, Second Edition, Springer Science.

Bojadziev, G., & Bojadziev, M. (2007), *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management*, Second Edition, World Scientific Publishing Co.

Usled nemogućnosti preciznog predviđanja tražnje i troškova u kompleksnom industrijskom okruženju, kao prihvatljiv okvir za tretiranje nepreciznih informacija i subjektivnih procena menadžera, mogu se koristiti osobine teorije fazi skupova, odnosno modeli bazirani na fazi logici.

U radu je iznesena postavka da teorija fazi skupova predstavlja podesan metodološki okvir koji može obezbediti optimalnije odlučivanje u menadžmentu inventara i procesu planiranja proizvodnje. Fazi modeli mogu obuhvatiti mnoge aspekte problema planiranja proizvodnje i procedure rešavanja jer fazi planiranje omogućava da nejasnost koja postoji u određivanju potražnje i parametara povezanih sa inventarskim troškovima, bude uključena u formulisanje problema. U tom smislu, fazi modeli na adekvatan način obrađuju i nesigurnost tražnje i procenjivanje troškova na bazi iskustva i subjektivnih ocena menadžera industrijske organizacije.

Fazi lingvističke izjave se uvrštavaju u ako–onda pravila odlučivanja kao sredstva za predstavljanje procene i prošlih iskustava menadžera u okviru problema. Na taj način se povećava realističnost modela i mogućnost primene fazi modela planiranja u industriji. Korisnost teorije fazi skupova se posebno ogleda u obuhvatanju modela planiranja sa višestrukim ciljevima gde je uključena dodatna nepreciznost usled konfliktnih ciljeva koji mogu biti iskazani u posmatranom problemu.

Iako se u ovom radu predloženi model korišćenja lingvističkih promenljivih u procesu fazifikacije i defazifikacije odnosi na upravljanje i kontrolu zaliha u industrijskim organizacijama, predstavljeni tipovi ako–onda pravila odlučivanja po kojima se modeliraju ulazne veličine, odnosno fazi lingvističke promenljive su takođe validna u svim segmentima upravljanja lancem snabdevanja i procesu planiranja proizvodnje industrijskih organizacija.

- Chiang, J., Yao, J.S., & Lee, H.M. (2005), Fuzzy Inventory with Backorder Defuzzification by Signed Distance Method, *Journal of Information Science and Engineering*, 21, 673-694.
- Gen, M., & Tsujimura, K. (1992), Method for Solving Multiobjective Aggregate Production Planning Problem with Fuzzy Parameters, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.23, Issues 1-4, 117-120.
- Guiffrida, A.L., & Rakesh, N. (1998), Fuzzy Set Theory Applications in Production Management Research: A Literature Survey, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 9, 39-56.
- Handfield, R., Warsing, D., & Wu, X. (2009), Inventory Policies in a Fuzzy Uncertain Supply Chain Environment, *European Journal of operational research*, Vol.197, Issue 2, 609-619.
- Lee, Y.Y., Kramer, B.A., & Hwang, C.L. (1991). A Comparative Study of Three Lot-Sizing Methods for the Case of Fuzzy Demand, *International Journal of Operations and Production Management* 11, 72–80.
- Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J.P., & Lario, F.C. (2006), Models for Production Planning Under Uncertainty: A Review, *International Journal of Production Economics*, 103, 271-285.
- Mula, J., Poler, R., & Garcia-Sabater, J.P. (2008), Capacity and Material Requirement Planning Modelling by Deterministic and Fuzzy Models, *International Journal of Production Research*, Vol.46, Issue 20, 5589-5606.
- Park, K.S. (1987), Fuzzy Set Theoretic Interpretation of Economic Order Quantity. *Systems, Man and Cybernetics*, 17(6). 1082-1084.
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R., & Verdegay, J.L. (2009) Fuzzy Optimization for Supply Chain Planning Under Supply, Demand and Process Uncertainties, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.160, Issue 18, 2640-2657.
- Pešić, A., Pešić, D., & Tepavčević A. (2012), A New Strategic Tool For Internal Audit Of The Company Based On Fuzzy Logic, *ComSIS Journal*, Vol. 9, No. 2, 653-666,
- Rotshtein, A.P., & Rakityanskaya, A.B. (2006), Inventory Control as an Identification Problem Based on Fuzzy Logic, *Cybernetics and System Analysis*, Vol.42, Issue 3, 411-419.
- Samanta, B., & Al-Araimi, S.A. (2001), An Inventory Control Model Using Fuzzy Logic, *International Journal of Production Economics* 73, 217-226.
- Tepavčević, A., & Pešić, A. (2005), Special Lattice Intuitionistic Fuzzy Sets and Applications in Management in Non-profit Organizations, *Fuzzy Economic Review*, Volume X, No 1, pp. 63-70
- Turksen, I.B. (1988). Approximate Reasoning for Production Planning. *Fuzzy Sets and Systems* 26, 23–37.
- Ward, T.L., Ralston, P.A.S., & Davis, J.A. (1992). Fuzzy Logic Control of Aggregate Production Planning. *Computers and Industrial Engineering* 23, 137–140.
- Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management*. John Wiley & Sons Ltd.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 338-353. Preuzeto sa <http://www-bisc.cs.berkeley.edu/Zadeh-1965.pdf>
- Zimmermann, H.J. (2001), *Fuzzy Set Theory and its Applications*, Fourth Edition, Kluwer Academic Publishers.
- Zimmermann, H.J. (1985), *Applications of Fuzzy Set Theory to Mathematical Programming*, *Information Sciences*, Vol.36, Issue 1-2, 29-58.

Datum prve prijave: 03.02.2014.
Datum prijema korigovanog rada: 03.06.2014.
Datum prihvatanja članka: 23.06.2014.

Kako citirati ovaj rad?

Style – APA Sixth Edition

Pešić, A., Pešić, D., & Ivković, S. (2014, 07 15). Lingvističke fazi promenljive kao alat analize u menadžmentu inventara. (Z. Čekerevac, Ed.) *FBIM Transactions*, 2(2), 258-270. doi:10.12709/fbim.02.02.02.26

Style – Chicago Fifteenth Edition:

Pešić, Aleksandar, Duška Pešić, and Slavko Ivković. 2014. "Lingvističke fazi promenljive kao alat analize u menadžmentu inventara." Edited by Zoran Čekerevac. *FBIM Transactions* (MESTE) 2 (2): 258-270. doi:10.12709/fbim.02.02.02.26.

Style – GOST Name Sort:

Pešić Aleksandar, Pešić Duška and Ivković Slavko Lingvističke fazi promenljive kao alat analize u menadžmentu inventara [Journal] // *FBIM Transactions* / ed. Čekerevac Zoran. - Beograd : MESTE, 07 15, 2014. - 2 : Vol. 2. - pp. 258-270.

Style – Harvard Anglia:

Pešić, A., Pešić, D. & Ivković, S., 2014. Lingvističke fazi promenljive kao alat analize u menadžmentu inventara. *FBIM Transactions*, 15 07, 2(2), pp. 258-270.

Style – ISO 690 Numerical Reference:

Lingvističke fazi promenljive kao alat analize u menadžmentu inventara. Pešić, Aleksandar, Pešić, Duška and Ivković, Slavko. [ed.] Zoran Čekerevac. 2, Beograd : MESTE, 07 15, 2014, *FBIM Transactions*, Vol. 2, pp. 258-270.