



PRIMENA TEORIJE RASPLINUTIH SKUPOVA U UPRAVLJANJU KVALITETOM

APPLICATION OF FUZZY SETS THEORY TO QUALITY MANAGEMENT

Slavko Ivković

Poslovni i pravni fakultet, Univerzitet „Union – Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

Aleksandar Pešić

Poslovni i pravni fakultet, Univerzitet „Union – Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

©MESTE

JEL kategorija rada: **C32, L15**

Apstrakt

Upravljanje kvalitetom podrazumeva upotrebu različitih alata za kontrolu kvaliteta i metoda za analizu podataka o performansama kvaliteta u cilju identifikovanja problematičnih mesta i oblasti gde su potrebna unapređenja kvaliteta. Evaluacija ovog važnog aspekta menadžmenta proizvodnje je određena kapacitetom organizacije za samo-procenu i sposobnošću menadžera da koriste statističke tehnike i efektivno procene parametre proizvodnje i kvaliteta. Međutim, u određenim slučajevima kada su dostupne informacije nesigurne, neprecizne i/ili nekompletne i kada procena uključuje ljudsku subjektivnost, nije moguće definisati parametre običnim brojevima ili ih adekvatno opisati konvencionalnim kvantitativnim izrazima. U takvim situacijama, parametri mogu biti predstavljeni fazi lingvističkim varijablama koje uspešno tretiraju nejasnosti u lingvističkim izrazima. S obzirom na to da koncept lingvističkih varijabli ima centralnu ulogu u gotovo svim primenama teorije rasplinutih skupova, taj koncept je takođe korišćen i u ovom radu za formulisanje modela procene kontrole proizvodnje i kvaliteta. Specifična lingvistička varijabla koja je u modelu, predstavljena sa pet fazi trougaonih brojeva je korišćena za procenjivanje ključnih parametara. Da bi se ilustrovala industrijska aplikacija predloženog fazi modela procene, sprovedeno je empirijsko istraživanje koje je obuhvatilo šest eminentnih kompanija dobavljača u automobilske industriji u Vojvodini. Empirijski podaci su dobijeni od 44 menadžera korišćenjem upitnika baziranih na fazi skalama rangiranja. Rezultati istraživanja su predstavljeni i diskutovani i date su smernice za buduća istraživanja.

Ključne reči: Upravljanje kvalitetom, Kontrola kvaliteta, Rasplinuti skupovi, Lingvističke varijable, Fazi trougaoni brojevi.

Abstract

Quality management implies the usage of various quality control tools and methods for analyzing data related to quality performance with the aim of identifying trouble spots and the areas that need

Adresa autora zaduženog za korespondenciju:

Slavko Ivković

ivkovic022@gmail.com



quality improvements. Evaluation of this important aspect of production management is determined by the organization's capacity for self-appraisal and manager's capabilities to use statistical techniques and effectively assess different production and quality parameters. However, in some cases when the information available is uncertain, imprecise and/or incomplete and the assessment include human subjectivity, it is not possible to define parameters as crisp values or reasonably describe them in conventional quantitative expressions. In such situations, parameters could be expressed by fuzzy linguistic variables that successfully cope with the vagueness in linguistic expressions. Since the concept of linguistic variables plays a pivotal role in almost all applications of fuzzy sets theory, it is also used in this paper in formulating the assessment model of production and quality control. In our model, specific linguistic variable, expressed in five fuzzy triangular numbers, is used to assess key parameters. In order to illustrate the industrial application of proposed fuzzy assessment model, we conducted an empirical study that involved six major suppliers in automotive industry in Vojvodina. Empirical data were drawn from 44 senior managers using fuzzy rating scale-based questionnaires. Results are discussed and directions for future research are provided.

Keywords: Quality management, Quality control, Fuzzy sets, Linguistic variables, Fuzzy triangular numbers

1 UVOD

Iz perspektive proizvodnih organizacija, kvalitet podrazumeva usaglašenost sa standardima. Pri tome, kvalitet se ne odnosi na pojedinačni aspekt proizvoda, već na više dimenzija kao što su to: pouzdanost, izdržljivost, performansa i servisiranje nakon prodaje. Organizacije koje nude proizvode visokog kvaliteta ostvaruju veće nivoe prodaje, tržišnog udela i konkurentske prednosti. S druge strane, proizvodi lošeg kvaliteta uzrokuju: degradaciju organizacionog imidža, smanjivanje tržišnog udela, povećane troškove odgovornosti zbog šteta ili povreda potrošača, nižu produktivnost usled vremena koje se izdvaja na provere, prepravke, itd. Takođe, ovom nizu se mogu dodati i troškovi provera, otpada, popravki i sl. (Kolli, 2000).

Iako se smatra da su tehnički aspekti kontrole kvaliteta dobro pokriveni i dalje postoje problemi u praktičnom postizanju kvaliteta u organizacijama, tj. u organizacionim, komunikacionim i koordinacionim funkcijama poslovnih organizacija. U tom smislu, potrebna su strukturirana poboljšanja u kombinaciji sa ostvarivanjem posvećenosti i osećaja hitnosti unapređenja kvaliteta u organizacijama, (Vallabhaneni, 2016). Na osnovu toga, karakteristike upravljanja kvalitetom u budućnosti podrazumevaju ostvarivanje potpune posvećenosti u organizaciji, usvajanje tržišnog usmerenja i ispunjavanje sledećih ciljeva: 1. obezbeđivanje satisfakcije potrošača, 2. postizanje vođstva u smanjivanju

troškova, i 3. ostvarivanje integracije sa bazom dobavljača (Goetsch, Davis, 2010).

Unapređenje kvaliteta proizvoda uobičajeno uključuje implementiranje menadžment praksi koje su usmerene na eliminaciju defekata korišćenjem aplikacije statističkih metoda, odnosno, uvođenje pristupa koji koriste koncept statističkog razmišljanja i podstiču primenu dokazanih statističkih alata i tehnika za smanjenje defekata (Antony, 2004). Statističke metode omogućavaju identifikovanje problematičnih oblasti i njihovih uzroka, kao i predviđanje eventualnih značajnih problema koji mogu nastupiti u budućnosti. To dalje omogućava osoblju proizvodne organizacije da preuzme adekvatne korektivne akcije. Kada se posmatraju statistički alati kontrole i unapređenja kvaliteta koji su najzastupljeniji u praksi, moguće je izdvojiti: kontrolne karte kvaliteta (kao osnovni instrument kontrole procesa i proizvoda), histograme, Pareto grafikone, korelacione dijagrame i statističke metode kao što su to regresija i analiza varijanse (Ryan, 2011).

Međutim, kada ljudska subjektivnost ima važnu ulogu u merenju karakteristika kvaliteta procesa, klasični alati kontrole i unapređenja kvaliteta nisu pogodni za primenu jer zahtevaju preciznu informaciju (Pastuizaca Fernandez, et al., 2015). Naime, u realnim uslovima poslovanja, subjektivnost i nesigurnost predstavljaju opšteprisutan fenomen, jer se odluke donose u uslovima nesavršenih informacija o svim elementima problema odlučivanja, gde se pod nesavršenom informacijom podrazumeva svaka

informacija koja je u jednom ili više smisla neprecizna, nesigurna, nekompletna, nepouzdana, nejasna ili delimično tačna (Zadeh, 2008).

U takvim uslovima, kada su raspoložive informacije nesavršene ili uključuju ljudsku subjektivnost, tradicionalne matematičke metode bazirane na dvovalentnoj logici se mogu nadograditi korišćenjem osobina teorije rasplnutih skupova. Naime, modeli bazirani na teoriji rasplnutih skupova kao alternativni matematički pristupi za iznalaženje efektivnijih rešenja mogu na realan i adekvatan način poslužiti u tretiranju stanja neodređenosti i nesigurnosti (Pešić, Ivković, 2014).

Osobine teorije rasplnutih - fazi skupova i rasplnute - fazi logike povećavaju sposobnost modeliranja ljudskog rezonovanja, odlučivanja i drugih aspekata ljudske kognicije. Ove sposobnosti su esencijalne za preuzimanje znanja od pojedinaca, stručnjaka u određenim oblastima, zatim za predstavljanje znanja i za manipulisanje znanjem u ekspertskim sistemima (Demicco, Klir, 2004).

Generalno, teorija rasplnutih skupova se koristi za modeliranje sistema koje je teško precizno definisati. Kao metodologija, teorija rasplnutih - fazi skupova inkorporira nepreciznost i subjektivnost u formulaciju modela i u proces rešavanja problema. U tom smislu predstavlja adekvatan alat za asistenciju u procesu upravljanja kvalitetom, kada dinamika proizvodnog okruženja ograničava precizno merenje parametara modela. Korisnost teorije rasplnutih skupova kao metodologije za modeliranje i analiziranje sistema odlučivanja je od posebne važnosti u domenu menadžmenta proizvodnje zbog sposobnosti rasplnute teorije da kvantitativno i kvalitativno modelira probleme koji uključuju nejasnost i nepreciznost. Tako, aplikacije teorije rasplnutih skupova u oblasti menadžmenta proizvodnje, pored upravljanja kvalitetom obuhvataju problematiku lokacije objekata i prostornog rasporeda, raspoređivanje proizvodnje i kontrolu, menadžment inventara i analizu troškova i koristi (Guiffida, Nagi, 1998).

Na osnovu detaljnog istraživanja, zaključeno je da se broj objavljenih naučnih radova o primeni teorije rasplnutih skupova u menadžmentu proizvodnje i upravljanju kvalitetom kontinuirano

povećavao u prethodnom periodu i da se očekuje da će takav trend biti nastavljen jer je u današnjim uslovima, primenljivost tehnika teorije rasplnutih skupova potpuno priznata i prihvaćena od strane velikog broja istraživača na globalnom nivou (Wong, Lai, 2011). U skladu sa tim trendom, u ovom radu je nakon pregleda literature o primeni teorije rasplnutih skupova u upravljanju kvalitetom, predstavljena metoda procene oblasti kontrole proizvodnje i kvaliteta koja je bazirana na primeni lingvističkih fazi varijabli i fazi trougaonih brojeva. Mogućnosti primene predložene metode su prikazane u studiji slučaja koja je obuhvatila istraživanje sprovedeno u proizvodnim organizacijama iz sektora automobilske industrije na teritoriji Vojvodine. U zaključnim razmatranjima ukazano je na prednosti i ograničenja istraživanja i predstavljene su sugestije za budući istraživački rad.

2 PREGLED LITERATURE

Literatura koja se bavi primenom teorije rasplnutih skupova u upravljanju kvalitetom se može razdvojiti na tri oblasti: Ispitivanje uzoraka, statističku kontrolu procesa i opšte teme menadžmenta kvaliteta (Guiffida, Nagi, 1998, Kahraman, 2006).

Veći broj autora se bavio problematikom ispitivanja uzoraka (Aslam et al., 2010; Fallahnezhad et al., 2011; Fernandez, Perez-Gonzales, 2012; Hsieh, Lu, 2013 i dr.). Kada se proveravanje kvaliteta proizvoda obavlja za svrhu prihvatanja ili odbijanja proizvoda, na osnovu usklađenosti sa standardom, takav tip procedure provere se uobičajeno naziva ispitivanjem uzoraka. Ispitivanje uzoraka se široko koristi u industriji za kontrolisanje kvaliteta naručenih komponenata, sirovina i finalnih proizvoda. Planovi ispitivanja uzoraka se koriste tokom provere prijema sirovina, komponenata ili tokom provere finalnih proizvoda. Ispitivanje uzoraka se primarno koristi za proveru ulaznih ili izlaznih lotova proizvoda, a odnosi se na primenu specifičnih planova uzorkovanja na označeni lot proizvoda ili seriju lotova (Turanoglu, et al., 2012).

U proveru uzoraka najvažnije odluke se odnose na broj stavki koje treba uzeti za uzorak iz svakog lota i na broj identifikovanih defekata u lotu koji utiče na prihvatanje ili odbacivanje lota. Procedure ispitivanja uzoraka mogu biti primenjene na veliki

broj stavki kada se testiranjem ukazuje na neusklađenost proizvoda ili na neusklađenost u pogledu funkcionalnih atributa proizvoda. Takođe, mogu biti primenjene na varijable koje karakterišu lotove sa ciljem otkrivanja koliko nivoi kvaliteta proizvoda odgovaraju specifikacijama. Odgovarajući dizajn ispitivanja uzoraka uobičajeno zavisi od saznavanja realnog nivoa kvaliteta koji zahtevaju potrošači. Međutim, često nije moguće odrediti takav nivo kvaliteta korišćenjem određenih vrednosti. U proizvodnji nije jednostavno odrediti parametre ispitivanja uzoraka kao što su to proporcija defektnih svaki, veličina uzorka i prihvatljivost defektnih stavki (Kahraman, Yanik, 2016). U slučajevima kada nije moguće definisati parametre ispitivanja uzoraka u obliku običnih ili jasnih vrednosti, parametri planova ispitivanja uzoraka mogu biti izraženi u lingvističkim varijablama. Da bi se na uspešan način tretirala nejasnost u tim lingvističkim izrazima za ispitivanje uzoraka koristi se teorija rasplnutih skupova. Turanoglu i saradnici (Turanoglu, et al., 2012) su osnovne distribucije planova ispitivanja uzoraka tretirali pomoću fazi parametara i ispitali su karakteristične krive u fazi uslovima. Kada su parametri uzorkovanja nejasne vrednosti, pogotovo u slučaju kada jedino mogu biti izraženi lingvističkim varijablama i drugi autori su koristili osobine teorije fazi skupova i fazi brojeve (Kanagawa, Ohta, 1990; Grzegorzewski, 2001; Duarte, Saraiva, 2008; Kahraman, Yavuz, 2010).

Upotreba fazi metodologija u statističkoj kontroli procesa se kontinuirano razvijala u dužem vremenskom periodu počevši od kraja XX veka (Wang, Raz, 1990; Kanagawa et al., 1993; Wang, Chen, 1995). El Šal i Moris (El-Shall, Morris, 2000) su razvili fazi ekspertni sistem u okviru sistema kontrole kvaliteta, za otkrivanje grešaka u procesima industrijske proizvodnje. Galbej i Kahraman (Gulbay, Kahraman, 2006) su doprineli razvoju fazi kontrolnih karti procesa. Hrinovič (Hryniewicz, 2008) je detaljno ukazao na nove rezultate u primeni fazi skupova u statističkoj kontroli kvaliteta. Po njemu, osnovni problemi u statističkoj kontroli kvaliteta se mogu rešavati simultanim korišćenjem teorije verovatnoće i teorije rasplnutih skupova. Dok je teorija verovatnoće predstavlja stohastičku prirodu analize odlučivanja, teorija rasplnutih skupova obuhvata subjektivnost ljudskog ponašanja. Kako

racionalni pristup odlučivanja treba da uzme u obzir i ljudsku subjektivnost (a ne samo objektivne mere verovatnoće), teorija rasplnutih skupova se može posmatrati kao adekvatno sredstvo za modeliranje nesigurnosti i nepreciznosti koje nastaju iz mentalnih fenomena nestohastičkog karaktera.

Opšte teme u upravljanju kvalitetom su takođe bile predmet istraživanja kada se posmatra primena teorije rasplnutih skupova. U tom kontekstu, opisivano je kako fazi skupovi mogu biti primenjeni na alate za poboljšanje kvaliteta kada su dostupni lingvistički podaci (Glushkovsky, Florescu, 1996), obrađivani su fazi pristupi raspoređivanju funkcije kvaliteta – FQFD, (Khou, Ho, 1996). (Giuffrida, Nagi, 1998) Jia i Baj (Jia, Bai, 2011) su izdvojili više autora koji su se bavili unapređivanjem QFD metodologije putem implementiranja fazi pristupa: Bušru i Roulends (Bouchereau, Rowlands, 2000) su uvrstili fazi logiku u QFD i integrisali veštačke neuronske mreže i Taguču metod da bi proizveli inteligentni sistemski pristup QFD. Čen i Ngai (Chen, Ngai, 2008) su predložili inovativni fazi-QFD pristup kompleksnom planiranju proizvoda koji integriše teoriju rasplnutih skupova i QFD okvir. Cilj je bio optimiziranje vrednosti inženjerskih karakteristika obuhvatajući finansijske obzire i nesigurnost dizajniranja proizvoda. Li i saradnici (Lee et al., 2008) su predstavili integrativni pristup spajajući Kano model i fazi pristup u QFD matricu da bi dobili novi način optimiziranja dizajna proizvoda i povećanja satisfakcije potrošača. Ovu temu su takođe istraživali i drugi autori (Han, et al., 2004; Karsak, 2004; Chen, Ko, 2011; Wang, 2012; Chen et al., 2013; Yan, Ma, 2015)

3 METODA PROCENE OBLASTI KONTROLE PROIZVODNJE I KVALITETA PRIMENOM OSOBINA RASPLINUTIH (FAZI) SKUPOVA

U fazi modelu procene kontrole proizvodnje i kvaliteta formulisano je da $P_i, i = 1, 2, \dots, n$ predstavlja jedan od n parametara pomoću kojih se vrši procena u oblasti kontrole proizvodnje i kvaliteta. Svaki od parametara se procenjuje fazi lingvističkom promenljivom "konkurentna pozicija". Lingvistička fazi promenljiva se sastoji od 5 fazi trougaonih brojeva:

“Veliki zaostatak za konkurencijom” - $\overline{VZK} : [0,1] \rightarrow [0,1]$ $\overline{VZK}(P_i) = 1 - P_i$

“Mali zaostatak za konkurencijom” - $\overline{MZK} : [0,2] \rightarrow [0,1]$ $\overline{MZK}(P_i) = \begin{cases} P_i, & 0 \leq P_i \leq 1 \\ 2 - P_i, & 1 \leq P_i \leq 2 \end{cases}$

“Bez konkurentske prednosti” - $\overline{BKP} : [1,3] \rightarrow [0,1]$ $\overline{BKP}(P_i) = \begin{cases} P_i - 1, & 1 \leq P_i \leq 2 \\ 3 - P_i, & 2 \leq P_i \leq 3 \end{cases}$

“Mala konkurentska prednost” - $\overline{MKP} : [2,4] \rightarrow [0,1]$ $\overline{MKP}(P_i) = \begin{cases} P_i - 2, & 2 \leq P_i \leq 3 \\ 4 - P_i, & 3 \leq P_i \leq 4 \end{cases}$

“Velika konkurentska prednost” - $\overline{VKP} : [3,4] \rightarrow [0,1]$ $\overline{VKP}(P_i) = P_i - 3$

Svaki posmatrani parametar pripada određenim fazi skupovima sa odgovarajućim stepenom iz intervala $[0,1]$. Pored toga, pri proceni svakog parametra proizvodnje menadžeri ocenjuju i sigurnost sopstvene procene, čime se dobijeni stepeni pripadnosti fazi skupovima takođe fazifikuju.

Svaki broj x_i iz intervala $[0,1]$ koji predstavlja stepen pripadnosti parametra P_i fazi skupu se prikazuje kao fazi trougaoni broj $\overline{SPP}_i = (0, x_i, 1)$

$$\overline{SPP}_i(x) = \begin{cases} \frac{x}{x_i}, & x \leq x_i \\ \frac{x-1}{x_i-1}, & x > x_i \end{cases}$$

Prvo se dobijeni stepeni pripadnosti svakom fazi skupu prikažu kao fazi trougaoni brojevi, a dalje se, pravljenjem α preseka, realan broj koji predstavlja stepen pripadnosti parametra nekom od fazi skupova, prikaže kao novi fazi trougaoni broj (x_{il}, x_i, x_{id})

$$x_{il} = \alpha \cdot x_i \wedge x_{id} = \alpha \cdot (x_i - 1) + 1$$

(x_{il}, x_{id})

Opisanim postupkom se dobija interval poverenja (x_{il}, x_{id}) koji pokazuje u kom intervalu se kreće stepen pripadnosti posmatranog parametra dobijenom rasplnutom - fazi skupu. Nakon obrade svih podataka može se vršiti poređenje i analiza dobijenih podataka po parametrima u okviru jedne ili više organizacija, po organizacijama u smislu konkurentske prednosti i po fazi skupovima u

smislu parametara koji pripadaju posmatranim skupovima.

3.1 Studija slučaja

Istraživanje je sprovedeno u sremskomitrovačkom okrugu i obuhvatilo je sledećih šest proizvodnih organizacija: Hutchinson d.o.o., IGB Automotive Comp d.o.o., Modine SRB d.o.o., Cooper Standard Srbija d.o.o., Robert Bosch d.o.o. i Eurozeit d.o.o. Sve izabrane proizvodne organizacije se bave proizvodnjom delova i komponenti za automobilsku industriju.

Kao instrument istraživanja primenjen je upitnik za evaluaciju menadžmenta proizvodnje koji je zasnovan na pitanjima koje su za ovakvu vrstu procene formulisali Dženster i Hasi (Jenster and Hussey, 2001) ali uz specifično modifikovan način procenjivanja kako bi se omogućila obrada dobijenih podataka fazi modelom procene kontrole proizvodnje i kvaliteta. Pitanja u upitniku su raspoređena na sledeći način:

Kontrola proizvodnje i kvaliteta : Pitanje 1: Kakvi načini za planiranje proizvodnje se koriste u Vašoj organizaciji? Pitanje 2: U kom stepenu je ostvarena efikasnost Vašeg rasporeda proizvodnje? Pitanje 3: Da li Vam hitne narudžbine stvaraju probleme? Pitanje 4: Do kog stepena nadgledate i kontrolišete rasporede proizvodnje? Pitanje 5: Da li je tok radnog materijala u Vašoj organizaciji na zadovoljavajućem nivou? Pitanje 6: Da li je radni prostor u Vašoj organizaciji organizovan i uredan? Pitanje 7: Da li u Vašoj organizaciji postoji organizovana forma kontrole kvaliteta? Pitanje 8: Kakva je usklađenost proizvodnje u Vašoj organizaciji sa standardima, tolerancijama, instrukcijama, itd.? Pitanje 9: Da li su aktuelne tehnike merenja i kontrole kvaliteta u Vašoj organizaciji na zadovoljavajućem nivou?

U cilju jasnijeg predstavljanja datih pitanja, u upitniku se nalaze i specifično postavljeni primeri za procenu u sledećim rangovima: od 0 do 1; od 1 do 2; od 2 do 3; od 3 do 4. Primeri za procenu su izvedeni iz poslovanja velikog broja proizvodnih organizacija na osnovu dugogodišnjih istraživanja koje su sproveli autori Dženster i Hasi (Jenster and Hussey, 2001) i služe kao pomoć menadžerima prilikom procenivanja uticaja pojedinih parametara na konkurentsku poziciju njihove organizacije. Svako pitanje menadžeri proizvodne organizacije procenjuju na skali od 0 (koja označava veliki zaostatak za konkurencijom) do 4 (što ukazuje na veliku konkurentsku prednost). U zavisnosti od položaja tačke u datom intervalu $[0,4]$ računa se stepen pripadnosti svih posmatranih parametara iz pitanja u upitniku pomoću kojih se vrši procena ove oblasti menadžmenta proizvodnje. Parametri se procenjuju fazi lingvističkom promenljivom "konkurentska pozicija" opisanom u modelu, tj. dobija se stepen pripadnosti parametara fazi skupovima. Dalje se, pravljjenjem α preseka (gde α predstavlja ocenu stepena sigurnosti menadžera u svoju procenu a kreće se u intervalu od 0 do 1) svaki parametar prikazuje kao novi fazi trougaoni broj i dobija se opisani interval poverenja (fazi interval).

Tabela 1. Prikaz dobijenih podataka iz proizvodne organizacije Eurozeit d.o.o

Eurozeit d.o.o.		
Parametar	Ocena konkurentske pozicije	Sigurnost u procenu
P_1	3,3	0,9
P_2	2,9	0,8
P_3	2,8	0,7
P_4	3,4	0,9
P_5	2,9	0,7
P_6	3,2	0,9
P_7	3,3	0,8
P_8	3,7	0,9
P_9	2,9	0,9
Prosek	3,156	0,8333

Tabela 2. Prikaz dobijenih podataka primenom fazi metode procene

Eurozeit d.o.o.		
Parametar	Fazi ocena konkurentske pozicije	Fazi interval
P_1	$\overline{MKP} = 0.7$ $\overline{VKP} = 0.3$	$[0.63, 0.73]$ $[0.27, 0.37]$
P_2	$\overline{BKP} = 0.1$ $\overline{MKP} = 0.9$	$[0.08, 0.28]$ $[0.72, 0.92]$
P_3	$\overline{BKP} = 0.2$ $\overline{MKP} = 0.8$	$[0.14, 0.44]$ $[0.56, 0.86]$
P_4	$\overline{MKP} = 0.6$ $\overline{VKP} = 0.4$	$[0.42, 0.72]$ $[0.28, 0.58]$
P_5	$\overline{BKP} = 0.1$ $\overline{MKP} = 0.9$	$[0.07, 0.37]$ $[0.63, 0.93]$
P_6	$\overline{MKP} = 0.8$ $\overline{VKP} = 0.2$	$[0.72, 0.82]$ $[0.18, 0.28]$
P_7	$\overline{MKP} = 0.7$ $\overline{VKP} = 0.3$	$[0.56, 0.76]$ $[0.24, 0.44]$
P_8	$\overline{MKP} = 0.3$ $\overline{VKP} = 0.7$	$[0.27, 0.37]$ $[0.63, 0.73]$
P_9	$\overline{BKP} = 0.1$ $\overline{MKP} = 0.9$	$[0.09, 0.19]$ $[0.81, 0.91]$
Prosek	$\overline{MKP} = 0.84$ $\overline{VKP} = 0.16$	$[0.7, 0.87]$ $[0.13, 0.3]$

Na primeru proizvodne organizacije Eurozeit d.o.o. prikazani su rezultati kada su u pitanju ocena konkurentske pozicije organizacije na osnovu svakog posmatranog parametra i sigurnost menadžera u procenu. Zatim su prikazani i rezultati nakon obrade podataka fazi metodom procene, tabele 1 i 2.

Fazi metoda procene je omogućila poređenje između proizvodnih organizacija po svakom parametru, a u sledećem primeru prikazano je rangiranje organizacija po parametru P_8 – Usklađenost proizvodnje sa standardima, tolerancijama i instrukcijama

Najuspešnija proizvodna organizacija kada je u pitanju usklađenost proizvodnje sa standardima, tolerancijama i instrukcijama je IGB Automotive Comp d.o.o. sa ostvarenom "Velikom konkurentskom prednosti"- \overline{VKP} sa nešto nižim uverenjem menadžera u tu procenu, odnosno sa

stepenom pripadnosti od 0,7 do 1. Pored ove organizacije, veoma povoljne pozicije kada se proizvodnja zasniva na precizno određenim tipovima proizvodnje i kada nema odstupanja od kvaliteta, zauzimaju još i Robert Bosch d.o.o., Eurozeit d.o.o. i Modine SRB d.o.o. Robert Bosch d.o.o. ostvaruje "Veliku konkurentsku prednost"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,72 do 0,82 i u maloj meri "Malu konkurentsku prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,18 do 0,28. Slično, u organizaciji Eurozeit d.o.o. je procenjena "Velika konkurentska prednost"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,63 do 0,73 uz "Malu konkurentsku prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,27 do 0,37, dok je u Modine SRB d.o.o. utvrđena "Velika konkurentska prednost"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,54 do 0,64 i "Mala konkurentska prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,36 do 0,46. U situaciji kada je svaki proizvod dokumentovan sa proizvodnim standardima, tolerancijama, nacrtima itd. je moguće imati "Malu konkurentsku prednost" na tržištu što prema procenama menadžera ostvaruje Hutchinson d.o.o. sa visokim stepenom poverenja od 0,9 do 1. Nešto nepovoljniju poziciju ima Cooper Standard Srbija d.o.o. sa "Malom konkurentskom prednosti" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,36 do 0,76 i uz stanje "Bez konkurentске prednosti" - \overline{BKP} sa stepenom pripadnosti od 0,24 do 0,64, što može da označi i postojanje situacija kada se koriste nacrti i modeli, s tim da prilagođavanja obavljaju operateri na bazi njihovog iskustva.

Kada se posmatra celokupna oblast kontrole proizvodnje i kvaliteta, dve najuspešnije proizvodne organizacije su IGB Automotive Comp d.o.o. i Robert Bosch d.o.o. U IGB Automotive Comp d.o.o. je procenjena "Velika konkurentska prednost"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,8 do 0,97 uz "Malu konkurentsku prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,03 do 0,2, dok je u proizvodnoj organizaciji Robert Bosch d.o.o. utvrđena "Velika konkurentska prednost"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,72 do 0,82 i "Mala konkurentska prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti koji se kreće u intervalu od 0,18 do 0,28. Veoma dobru konkurentsku poziciju zauzima i Hutchinson d.o.o. jer ostvaruje "Veliku konkurentsku prednost"- \overline{VKP} sa stepenom

pripadnosti od 0,41 do 0,51 i "Malu konkurentsku prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,49 do 0,59. Nešto lošiju ali još uvek poželjnu konkurentsku poziciju ostvaruje i Eurozeit d.o.o. sa "Malom konkurentskom prednosti" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,7 do 0,87 i "Velikom konkurentskom prednosti"- \overline{VKP} sa stepenom pripadnosti od 0,13 do 0,3. U nepovoljnijem položaju na osnovu kontrole proizvodnje i kvaliteta su Modine SRB d.o.o. i Cooper Standard Srbija d.o.o. Preciznije, u Modine SRB d.o.o. je procenjena "Mala konkurentska prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,66 do 0,83 i stanje "Bez konkurentске prednosti" - \overline{BKP} sa stepenom pripadnosti od 0,17 do 0,34. Slično, u Cooper Standard Srbija d.o.o. je utvrđena "Mala konkurentska prednost" - \overline{MKP} sa stepenom pripadnosti od 0,53 do 0,79 i stanje "Bez konkurentске prednosti" - \overline{BKP} sa stepenom pripadnosti od 0,21 do 0,47.

4 ZAKLJUČAK

Iako se većina inicijalnih aplikacija rasplnute - fazi logike odnosila na modeliranje prirodnog jezika, automatizaciju i sisteme za učenje, uvođenjem koncepta lingvističke promenljive (čije vrednosti nisu brojevi već fraze u prirodnom jeziku) i fazi „ako-onda“ pravila, omogućena je znatno šira primena. Tako se usavršavanjem i rasprostiranjem modernih informacionih sistema, pored sistema kontrole, značajno povećao broj primena u ekonomiji i menadžmentu (Bojadziev, Bojadziev, 2007). Jedna od primena koncepta lingvističke promenljive u oblasti menadžmenta proizvodnje, tj. u upravljanju kvalitetom prikazana je i u ovom radu.

Prvi cilj rada je bio da se formuliše model procenjivanja oblasti kontrole proizvodnje i kvaliteta u proizvodnim organizacijama koji će na adekvatan način tretirati subjektivno procenjivanje ove oblasti menadžmenta proizvodnje u uslovima kada su dostupne informacije o posmatranim parametrima neprecizne i nesigurne. Drugi cilj rada se odnosio na empirijsko potvrđivanje korisnosti fazi modela procenjivanja u studiji slučaja koja je obuhvatila izabrane proizvodne organizacije u sektoru dobavljača automobilske industrije.

Osnovna prednost modela baziranih na rasplinutoj – fazi logici je u mogućnosti transformisanja lingvističkih formula ili aproksimativnih procena u logičke i matematičke relacije, drugim rečima, fazi lingvistički modeli dozvoljavaju prevođenje verbalnih izraza u numeričke izraze. Na taj način se može vršiti poređenje i analiza podataka u okviru jedne ili više posmatranih organizacija. Da bi se u radu predloženi model procene postavljenih parametara primenio u praksi korišćen je specifično dizajniran upitnik. U upitniku se od menadžera koji su učestvovali u istraživanju tražilo da pored procenjivanja parametara ocene i stepen njihove sigurnosti u takve procene, a pravilnost popunjenih upitnika je proveravana prilikom preuzimanja upitnika u proizvodnim organizacijama. Primenljivost modela je potvrđena u lakoći administriranja i odsustvu problema povezanih sa obradom podataka.

Iako je model implementiran u proizvodnim organizacijama specijalizovanim za proizvodnju sistema i komponenti za automobilsku industriju, moguće ga je primenjivati i u drugim industrijama. Osnovni nedostatak istraživanja se odnosi na relativno mali broj menadžera koji su učestvovali u istraživanju i na reprezentativnost uzorka. Buduća istraživanja bi tako, mogla obuhvatiti procenjivanje konkurentskih pozicija svih aspekata menadžmenta proizvodnje proizvodnih organizacija u okviru automobilske industrije na celoj teritoriji Srbije kako bi stekao uvid u njihovu konkurentnost u celokupnom sektoru i eventualno omogućilo poređenje sa automobilskim industrijama drugih država u regionu. Generalno, studija slučaja je pokazala da se u okviru oblasti menadžmenta proizvodnje kada subjektivnost i nepreciznost umanjuju domete konvencionalnih kvantitativnih metoda, može uspešno koristiti i predloženi alternativni način procenjivanja parametara baziran na teoriji rasplinutih skupova.

CITIRANA DELA

- Antony, J. (2004). Some Pros and Cons of Six Sigma: An Academic Perspective. *The TQM Magazine*, 16(4), 303-306.
- Aslam, M., & Jun, C.H. (2010). A Double Acceptance Sampling Plan for Generalized Log-Logistic Distributions with Known Shape Parameters. *Journal of Applied Statistics*, 37(3), 405–414.
- Bojadziev, G., & Bojadziev, M. (2007). *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*, 2nd Edition. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). Methods and techniques to Help Quality Function Deployment (QFD). *Benchmarking*, (7), 8–19.
- Chen, Y.Z., & Ngai, E.W.T. (2008). A Fuzzy QFD Program Modelling Approach Using the Method of Imprecision. *International Journal of Production Research*, 46(24), 6823–6840.
- Chen, L.H., & Ko, W.C. (2011). Fuzzy Nonlinear Models for New Product Development Using Four-Phase Quality Function Deployment Processes. *IEEE Transactions on Systems*, (41), 927-945.
- Chen, L.H., & Ko, W.C., Tseng, C.Y. (2013). Fuzzy Approaches for Constructing House of Quality in QFD and its Applications: A Group Decision Making Method, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60, 77-87.
- Demicco, R.V., & Klir, G.J. (2004). *Fuzzy logic in geology*, Elsevier Academic Press.
- Duate B.P.M., & Saraiva, P.M. (2008). An Optimization Based Approach for Designing Attribute Acceptance Sampling Plans, *International journal of Quality & Reliability Management*, 25(8), 824–841.
- El-Shal, S.M., & Morris, A.S. (2000). A Fuzzy Expert System for Fault Detection in Statistical Process Control of Industrial Processes, *IEEE Transactions on Systems*, 30(2), 281-289.
- Fernandez, A.J., & Perez-Gonzalez, C.J. (2012). Optimal Acceptance Sampling Plans for Log-Location-Scale Lifetime Models Using Average Risks, *Computational Statistics and Data Analysis*, 56, 719-731.
- Glushkovsky, E. A., & Florescu, R. A. (1996). Fuzzy Sets Approach to Quality Improvement, *Quality and Reliability Engineering International*, 12(1), 27-37.

- Goetsch, D., & Davis, S.B. (2010). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality Management*, Sixth Edition, Pearson Higher Education
- Grzegorzewski, P. (2001). Acceptance Sampling Plans by Attributes with Fuzzy Risks and Quality Levels, In: Wilrich PTh, Lenz H J (eds) *Frontiers in Statistical Quality Control*, 6, Springer, Heidelberg, 36–46.
- Guiffrida, A., & Nagi, R. (1998). Fuzzy Set Theory Applications in Production Management Research: A Literature Survey, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 9, 39-56.
- Gulbay, M., & Kahraman, C. (2006). Development of Fuzzy Process Control Charts and Fuzzy Unnatural Pattern Analyses, *Computational Statistics & Data Analysis*, 51, 434-451.
- Han, C.H., Kim, J.K., & Choi, S.H. (2004). Prioritizing Engineering Characteristics in Quality Function Deployment with Incomplete Information: A Linear Partial Ordering Approach, *International Journal of Production Economics*, 91, 235-249.
- Hryniewicz, O. (2008). Statistics with Fuzzy Data in Statistical Quality Control, *Soft Computing*, 12(3), 229-234.
- Hsieh, C.C., & Lu, J.T. (2013). Risk-Embedded Bayesian Acceptance Sampling Plans via Conditional Value-at Risk with Type II censoring, *Computers & Industrial Engineering*, 65, 551–560.
- Jia, G.Z., & Bai, M. (2011). An Approach for Manufacturing Strategy Development Based on Fuzzy-QFD, *Computers & Industrial Engineering*, 60, 445-454.
- Kanagawa, A., & Ohta, H. (1990). A Design for Single Sampling Attribute Plan Based on Fuzzy Sets Theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 37(2), 173-181.
- Kanagawa, A., Tamaki, F., & Ohta, H. (1993). Control Charts for Process Average and Variability Based on Linguistic Data, *International Journal of Production Research*, 31(4), 913-922.
- Kahraman, C. (2006). *Fuzzy Applications in Industrial Engineering*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Kahraman, C., & Yanik, S. (2016). *Intelligent Decision Making in Quality Management, Theory and Applications*, Springer International Publishing Switzerland
- Kahraman, C., Yavuz, M. (Eds.). (2010). *Production Engineering and Management Under Fuzziness*, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Karsak, E.E. (2004). Fuzzy Multiple Objective Decision-Making Approach to Prioritize Design Requirements in Quality Function Deployment, *International Journal of Production Research*, 42, 3957-3974.
- Khoo, L. P., & Ho, N. C. (1996). Framework of a Fuzzy Quality Deployment System, *International Journal of Production Research*, 34(2), 299-311.
- Kolli, S. (2012). *Essentials of Production and Operations Management*, Research & Education Association
- Lee, Y.T., Wu, W., & Tzeng, G.H. (2008). An Effective Decision-Making Method Using a Combined QFD and ANP Approach, *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 12(5), 541-551.
- Fallahnezhad, M.S., Niaki, S.T.A. , & Abooi, M.H. (2011). A New Acceptance Sampling Plan Based on Cumulative Sums of Conforming Run-Lengths, *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 4(4), 256-264.
- Pastuizaca Fernandez, M.N, Carrion García, A., & Ruiz Barzola, O. (2015). Multivariate Multinomial T2 Control Chart Using Fuzzy Approach. *International Journal of Production Research*, 53(7), 2225-2238.
- Pešić, A., Pešić, D., & Ivković, S. (2014). Linguistic Fuzzy Variables as Analysis Tool in Inventory Management, *FBIM Transactions* , 2(2), 258-270.
- Rayan, T.P. (2011). *Statistical Methods for Quality Improvement*, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Turanoglu, E., Kaya, I., & Kahraman, C. (2012). Fuzzy Acceptance Sampling and Characteristics Curves, *International Journal of Intelligence Systems*, 5(1), 13-29.

- Vallabhaneni, S.R. (2016). Wiley CIA excell Exam Review 2016: Internal Audit Knowledge Elements, John Wiley & Sons, Inc.
- Wang, Y.M. (2012). A Fuzzy-Normalisation-Based Group Decision Making Approach for Prioritizing Engineering Design Requirements in QFD Under Uncertainty. *International Journal of Production Research*, (50), 6963-6977.
- Wang, R.C., & Chen, C.H. (1995). Economic Statistical NP-Control Chart Designs Based on Fuzzy Optimization. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 12(1), 82-92.
- Wang, J. H., & Raz, T. (1990). On the Construction of Control Charts Using Linguistic Variables. *International Journal of Production Research*, 28(3), 477-487.
- Wong, B.K., & Lai, V.S. (2011). A Survey of the Application of Fuzzy Set Theory in Production and Operations Management: 1998 – 2009. *International Journal of Production Economics*, 129, 157-168.
- Yan, H.B., & Ma, T. (2015). A Group Decision-Making Approach to Uncertain Quality Function Deployment Based on Fuzzy Preference Relation and Fuzzy Majority. *European Journal of Operational Research*, (241), 815-829.
- Zadeh, L.A. (2008). Is There a Need for Fuzzy Logic?, *Information Sciences*, 178, 2751-2779.

Datum prve prijave: 20.02.2020.
Datum poslednje korekcije rada: 25.04.2020.
Datum prihvatanja članka: 01.10.2020.

Kako citirati ovaj rad? / How to cite this article?

Style – **APA Sixth Edition:**

Ivković, S., & Pešić, A. (2020, 10 15). Primena teorije rasplinutih skupova u upravljanju kvalitetom. (Z. Čekerevac, Ur.) *FBIM Transactions*, 8(2), 45-54. doi:10.12709/fbim.08.08.02.06

Style – **Chicago Sixteenth Edition:**

Ivković, Slavko, i Aleksandar Pešić. 2020. „Primena teorije rasplinutih skupova u upravljanju kvalitetom.“ Urednik Zoran Čekerevac. *FBIM Transactions (MESTE)* 8 (2): 45-54. doi:10.12709/fbim.08.08.02.06.

Style – **GOST Name Sort:**

Ivković Slavko i Pešić Aleksandar Primena teorije rasplinutih skupova u upravljanju kvalitetom [Časopis] // *FBIM Transactions* / ur. Čekerevac Zoran. - Beograd : MESTE, 15 10 2020. - 2 : T. 8. - str. 45-54.

Style – **Harvard Anglia:**

Ivković, S. & Pešić, A., 2020. Primena teorije rasplinutih skupova u upravljanju kvalitetom. *FBIM Transactions*, 15 10, 8(2), pp. 45-54

Style – **ISO 690 Numerical Reference:**

Primena teorije rasplinutih skupova u upravljanju kvalitetom. Ivković, Slavko i Pešić, Aleksandar. [ur.] Zoran Čekerevac. 2, Beograd : MESTE, 15 10 2020, *FBIM Transactions*, T. 8, str. 45-54.