

Izvorni naučni članak

UDK: 005.418:334.7 ; 005.591:005.21

doi: 10.5937/ekonhor1303181T

RANGIRANJE FAKTORA KAPACITETA ZA OPORAVAK PREDUZEĆA POMOĆU MODIFIKOVANOG FAZI ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

Danijela Tadić,* Aleksandar Aleksić

Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu

Poslednjih decenija razvijen je koncept kapaciteta za oporavak organizacija usled naglog pada vrednosti performansi, koji predstavlja adekvatan menadžment metod posebno za preduzeća koja posluju u uslovima ekonomske krize. U ovom radu razmatran je problem određivanja prioriteta faktora kapaciteta za oporavak organizacija (FKPO) koji predstavlja prvi korak u određivanju strategije poboljšanja. Rangiranje FKPO je postavljeno kao zadatak višekriterijumske optimizacije koji uključuje kvalitativne promenljive. Menadžment timovi, na nivou svakog preduzeća, procenjuju relativnu važnost svakog para poslovnih procesa i preferentnost FKPO unutar svakog poslovnog procesa pomoću unapred definisanih lingvističkih iskaza. Modeliranje lingvističkih iskaza zasnovano je na teoriji fazi skupova. Agregirane vrednosti razmatranih veličina dobijene su primenom operatora otežane fazi srednje vrednosti. Vektor kombinovanog prioriteta FKPO-a određen je primenom fazi Analitičkog Hijerarhijskog Procesa. Predloženi model je ilustrovan primerom u kojem su korišćeni podaci dobijeni iz procesnih malih i srednjih preduzeća koja posluju u Centralnoj Srbiji. Pokazano je da je razvijeni model veoma pogodan za donošenje odluka o promeni poslovne strategije, sa ciljem povećanja kapaciteta za oporavak organizacija.

Ključne reči: faktori kapaciteta za oporavak organizacija, fazi skup, operator otežane fazi srednje vrednosti (Fuzzy Ordered Weighted Averaging Operator - FOWA), fazi Analitički Hijerarhijski Proces (FAHP)

JEL Classification: C61, D80, O21

UVOD

Na osnovu rezultata dobre prakse, može se reći da je gotovo nemoguće identifikovati sve potencijalne faktore koji mogu da dovedu do nastajanja jednog, ili više, rizika poslovanja organizacije (Spekman, 2004). Savremeno poslovanje je postalo veoma kompleksno,

što je uzrokovano razvojem novih tehnologija, prvenstveno informacionih i komunikacionih tehnologija (Information Commuunication Technologies - ICT). Kompleksni i promenljivi tržišni uslovi predstavljaju značajne faktore rizika kojima treba upravljati dugoročno kako bi se obezbedio održivi razvoj organizacije (Afgan *et al*, 2009). Identifikacija, procena i upravljanje rizicima, u gotovo svim organizacijama, zasnovani su na primeni standarda za menadžment rizikom (principi i uputstva) – ISO 31000:2008 i standarda za menadžment kontinuitetom

* Korespondencija: D. Tadić, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Srbija; e-mail: galovic@kg.ac.rs

poslovanja – BS 25999:2006. U novije vreme, pokazano je da primena ovih standarda nije dovoljna za uspešno upravljanje rizicima, jer u organizacijama mogu da nastanu veoma ozbiljni rizici zbog kojih menadžment nije u mogućnosti da obezbedi održivi razvoj.

Predmet istraživanja u ovom radu je identifikovanje i rangiranje faktora kapaciteta za oporavak organizacije (FKPO) usled naglog pada performansi. Ovi faktori daju jasnu tržišnu poziciju organizacije, a rang FKPO pruža mogućnost svakoj organizaciji da uči na osnovu iskustava drugih sličnih organizacija.

Organizacije razmatrane u ovom radu pripadaju grupi malih i srednjih preduzeća procesne industrije. Procesna industrija se može posmatrati kao proizvodna industrija u kojoj se koriste tečni sirovinški materijali za proizvodnju gotovih proizvoda, pri čemu je obezbeđen kontinualni procesni tok sirovina. Takođe, treba napomenuti da se finalni proizvodi koji nastaju u procesnoj industriji ne mogu rastaviti na sirovine od kojih su napravljeni. Imajući u vidu neprekidnost i međusobnu povezanost procesa, veoma je važno unaprediti kapacitet za oporavak procesnih organizacija.

Iako postoji određen broj velikih multinacionalnih organizacija iz oblasti procesne industrije, koje poseduju dovoljno resursa da bi se održale na tržištu, veliki broj organizacija procesne industrije spada u grupu malih i srednjih preduzeća (MSP). Karakteristike MSP mogu se iskazati na sledeći način (Član 2 Aneksa preporuka 2003/361/EC): Broj zaposlenih u MSP-a je manji od 250, godišnji prihod jednog MSP nije veći od 50 miliona eura, i/ili poslovna imovina iskazana u bilansu stanja je manja ili jednaka 43 miliona eura. Jasno je da su MSP prepoznata kao važan privredni sektor za zemlje u razvoju, kao i za razvijene zemlje, koje imaju nameru da stimulišu preduzetnički duh koji dovodi do: (a) otvaranja novih radnih mesta u procesnoj industriji, (b) poboljšavanja kvaliteta proizvoda, (c) razvoja novih istraživanja čiji rezultati treba da unaprede procese procesne industrije, (d) korišćenja naprednih tehnologija (eko-inovacije, zelena tehnologija i sl.) i (e) stvaranja novih tržišta.

Cilj istraživanja u radu može se definisati kao određivanje prioriteta menadžment inicijativa na egzaktn način koje treba da dovedu do unapređenja

performansi organizacije i njene veće održivosti tokom vremena. Održivi razvoj kompleksnog sistema ostvaruje se kroz konstantnu interakciju poslovnih procesa i okruženja. Kako svaka organizacija posluje u veoma promenljivom okruženju, od menadžmenta se očekuje da bude sposoban da brzo adaptira organizaciju na nove uslove poslovanja, odnosno, da organizacija ima visok nivo kapaciteta za oporavak kako bi upešno odgovorila na nastale promene.

U ovom radu definisane su dve osnovne hipoteze: (1) nivo kapaciteta za oporavak procesnih MSP-a može da se odredi pomoću 11 FKPO-a, (2) redefinisane strategije za poboljšanje poslovanja preduzeća u promenljivom okruženju zasnovano je na dobijenom rang FKPO-a.

U raznolikim menadžment problemima preduzeća, kao što je problem upravljanja kapacitetom za oporavak MSP-a koji je razmatran u ovom radu, postoji veliki broj različitih promeljivih. Vrednosti upravljačkih promeljivih zasnovane su na procenama donosilaca odluka. S obzirom na to da se poslovno okruženje brzo i neprekidno menja, realna je pretpostavka da je gotovo nemoguće vrednosti promeljivih opisati preciznim brojevima. Opisivanje neizvesnih i nepreciznih vrednosti pomoću lingvističkih iskaza od strane donosilaca odluka bliže je ljudskom načinu razmišljanja. U literaturi postoje brojne matematičke teorije kojima se lingvistički iskazi dovoljno dobro kvantitativno opisuju, a takve su teorija verovatnoće, teorija fazi skupova, teorija grubih skupova i dr. H. J. Zimmermann (2001) smatra da je modeliranje lingvističkih iskaza najprikladnije izvršiti primenom teorije fazi skupova. U ovom radu, sve neizvesnosti i nepreciznosti u relativnim važnostima poslovnih procesa i relativnim preferentnostima FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa, opisuju se lingvističkim varijablama (Zadeh, 1975) koje su modelirane trougaonim fazi brojevima (Klir & Folger, 1988; Zimmermann, 2001).

Rešenje razmatranog problema dobijeno je pomoću proširenog fazi Analitičkog Hijerarhijskog Proces (FAHP). Rang FKPO-a predstavlja ulazne informacije za proces redefinisane strategije poboljšanja poslovanja razmatrane vrste MSP-a.

Rad je organizovan na sledeći način: pregled literature iz referentnih domena je prikazan u Odeljku 2.

Modeliranje neizvesnosti je opisano u trećem odeljku. U Odeljku 4 prikazana je proširena fazi AHP metoda za rangiranje FKOP-a sa respektovanjem svih poslovnih procesa kao njihovih težina. U Odeljku 5 dat je primer kojim se ilustruje razvijena metoda. U primeru se koriste podaci dobijeni iz procesnih MSP-a, koja posluju u Centralnoj Srbiji. Zaključci su prikazani u Odeljku 6.

PREGLED LITERATURE

Kapacitet za oporavak može da se analizira u različitim istraživačkim domenima, na primer, u domenu eko sistema (Folke, 2006), u domenu socio-ekonomskih sistema (Adger, 2000). U oblasti inženjerstva, kapacitet za oporavak se definiše kao sposobnost da se osete i prepoznaju promene, poremećaji, prekidi, nakon čega se sistem adaptira i apsorbuje iste (Hollnagel *et al*, 2006). Navedene razlike, u tome šta sve podrazumeva kapacitet za oporavak, nisu dozvolile postizanje naučnog konsenzusa o konstitutivnim elementima kapaciteta za oporavak organizacija, kao ni odgovarajuću metodologiju za procenu istog.

Različiti faktori (razvoj novih tehnologija, globalizacija, i sl.), uticali su na povećanje očekivanja kupaca širom sveta. U tom smislu, preduzeća iz grupe MSP moraju da budu inovativna i da se prilagode nastalim izazovima (Lee *et al*, 2012). Da bi se to postiglo, menadžment MSP-a mora da kombinuje stare i nove poslovne modele i da, istovremeno, unapređuje sopstveni kapacitet za oporavak. To je veoma značajno jer MSP sektor čini značajni deo privrednog sistema u državama Evropske unije (EU). Tako, na primer, 99.8% preduzeća je bilo iz grupe MSP 2012. godine (Wymenga *et al*, 2012). Podatak iz 2012. godine pokazuje da u MSP-a koja egzistiraju u EU radi oko 67.4% radnika. Unapređenje kapaciteta za oporavak MSP-a determinisano je tržištem i osobinama samog preduzeća. Ovakva preduzeća imaju ograničen pristup resursima (Vossen, 1998), što ih čini otvorenim i ranjivim u odnosu na eksterne entitete, tako da moraju definisati odgovarajuću strategiju i obezbediti resurse za unapređenje kapaciteta za oporavak.

Upravljanje kapacitetom za oporavak može da se postigne primenom adekvatne poslovne strategije, koja u velikoj meri utiče na održivost MSP-a, i ima

dugoročan uticaj na njegove poslovne performanse (Lengnick-Hall *et al*, 2011). Ukoliko se uzme u obzir delovanje ljudskih resursa unutar organizacije, koncept kapaciteta za oporavak bi trebalo da bude implementiran od strane lidera. Upravo unapređenje u oblasti ljudskih resursa treba da rezultira unapređenjem kapaciteta za oporavak organizacije.

U procesnoj industriji, kapacitet za oporavak je relativno poznat koncept u velikim i multinacionalnim organizacijama. Jedan od osnovnih izazova kapaciteta za oporavak je sposobnost da se sprovedi praćenje sistema u kontinuitetu, što podrazumeva praćenje određenih FKPO sa ciljem određivanja ograničenja i pozicije sistema (Vidal *et al*, 2009). Postoji veliki broj MSP-a koja iskazuju potrebu za jednostavnim i pouzdanim alatom za procenu kapaciteta za oporavak.

Kapacitet za oporavak organizacija može biti tretiran kao fazi problem (Pendall *et al*, 2010), s obzirom na to da se veliki broj događaja koji utiču na njega opisuje neizvesnim i nepreciznim podacima (na primer, nagli poremećaji ili veoma spore promene). Da bi izmerena veličina bila konzistentna tokom vremena, procena treba da bude izvršena na nivou poslovnih procesa. Faktori koji doprinose kapacitetu za oporavak mogu da budu procenjeni (Dinh *et al*, 2012), što daje jasnu sliku o stanju procesa i njihovoj sposobnosti za oporavak, ukoliko se desi poremećaj. Postoji veliki broj promenljivih veličina koje utiču kako na kapacitet za oporavak kritičnih procesa (Carvalho *et al*, 2008), tako i na ukupni kapacitet za oporavak organizacije. Kapaciteti za oporavak organizacija mogu se predstaviti pomoću odgovarajućih modela u kojima egzistiraju promenljive, a koje su modelirane fazi brojevima (Chan, 2011). Osnovni cilj ovog rada je definisanje konceptualnog modela za procenu FKPO-a koji imaju najveći uticaj na kapacitet za oporavak razmatrane grupe preduzeća.

Ocena i rangiranje FKPO u prisustvu neizvesnosti na grupi MSP-a procesne industrije, može se postaviti kao zadatak VKO odlučivanja. Jedna od višekriterijumskih optimizacionih (VKO) metoda, koja se najčešće koristi za rešavanje menadžment problema u različitim istraživačkim domenima, jeste fazi Analitički Hijerarhijski Proces (FAHP) (Weeck *et al*, 1997) koji predstavlja proširenje konvencionalnog AHP (Saaty,

1990). FAHP dozvoljava da se menadžment problemi modeliraju na holistički način, što predstavlja glavnu razliku između FAHP i ostalih VKO metoda.

U literaturi postoje brojni pristupi za obradu FAHP. Jedan od najčešće korišćenih pristupa za obradu FAHP sa trougaonim fazi brojevima razvio je D. Y. Chang (1996). Korišćenje ovog pristupa ne zahteva složena matematička izračunavanja i ima mogućnost da dovoljno dobro podrži ljudski način razmišljanja. Ovaj pristup može lako i jednostavno da se implementira u konvencionalnu AHP (Kwong & Bai, 2003). Vektor težina poslovnih procesa i vektori prioriteta FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa su dobijeni primenom metode za poređenje fazi brojeva (Dubois & Prade, 1980; Bass & Kwaakernak, 1977). Prioriteti FKPO-a sa respektovanjem svih poslovnih procesa i njihovih težina računaju se kao u konvencionalnoj AHP.

U velikom broju radova u kojima se razmatraju različiti menadžment problemi, rešenja su nađena primenom FAHP (Chang, 1996). X. Xi i Q. Qin (2013) razmatraju problem određivanja ukupne ocene kvaliteta svakog proizvoda. Određivanjem prioriteta organizacionih indikatora uspešnosti bave se T. F. Bozbura i A. Beskese (2007). Rangiranje ključnih faktora uticaja u E-poslovanju je razmatrano u radu F. Kong-a i H. Liu-a (2005). U mnogim radovima u kojima se rešenje nalazi primenom dve ili više VKO metode, FAHP je korišćen za nalaženje težina razmatranih veličina (Torfi *et al*, 2010; Tadić *et al*, 2013).

Respektujući dobre karakteriste FAHP, autori ovog rada smatraju da ocena i rangiranje FKPO-a može dovoljno dobro da se izvrši primenom proširene FAHP.

MODELIRANJE NEIZVESNOSTI

U ovom radu lingvistički iskazi su modelirani primenom teorije fazi skupova. Svaki fazi skup je određen funkcijom raspodele mogućnosti i domenom. Oblik funkcije raspodele mogućnosti svakog fazi skupa određen je na osnovu subjektivne procene donosilaca odluka, i zavisi od njihovog konceptualnog znanja, intuicije, iskustva (Zimmermann, 2001). U literaturi se najviše koriste trougaoni i trapezoidni fazi

brojevi za modeliranje bilo koje vrste neizvesnosti. Korišćenje ovih fazi brojeva ne zahteva složena matematička izračunavanja, a, s druge strane, tačnost dobijenih rezultata je sasvim zadovoljavajuća. Prema nekim autorima, korišćenje fazi skupova višeg reda (parabola, logaritamska kriva, Belova kriva i dr.) nema značajnu primenu u modeliranju neizvesnosti koje egzistiraju u realnim problemima (Klir & Yuan, 1995). Domeni fazi skupova mogu da budu definisani na različitim intervalima, na primer standardna skala mera (analogno konvencionalnoj AHP), skala mera koja uključuje realne brojeve na intervalima [0-1] i [1-5].

Osnovne definicije teorije fazi skupova

Osnovne definicije teorije fazi skupova su (Dubois & Prade, 1980; Klir & Folger, 1988; Zimmermann, 2001):

Definicija 1. Neizvesnost se može definisati kao nedostatak relevantnih informacija na osnovu kojih donosilac odluke može kvalitativno i kvantitativno da opiše promenljivu (Zimmermann, 2001).

Definicija 2. Lingvistička promenljiva je promenljiva koja je iskazana lingvističkim terminima (Zadeh, 1975).

Definicija 3. Fazi skup \tilde{A} se definiše kao skup uređenih parova:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) \mid x \in X, 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1\}$$

gde: fazi skup \tilde{A} je definisan na skupu realnih brojeva $X \in \mathbb{R}$. U opštem slučaju, skup X može da bude konačan i/ili beskonačan. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ je funkcija raspodele mogućnosti fazi skupa \tilde{A} .

Definicija 4. Fazi broj \tilde{A} je konveksan normalizovan fazi skup \tilde{A} na skupu realnih brojeva \mathbb{R} , tako da: (1) ako egzistira neko $x_0 \in \mathbb{R}$ i $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$, (2) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ je kontinualna funkcija.

Definicija 5. Fazi broj \tilde{A} na skupu realnih brojeva \mathbb{R} je trougaoni fazi broj, ako je njegova funkcija $\mu_{\tilde{A}}(x)$ $\mathbb{R} \rightarrow [0,1]$ i jednaka je:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{m-a} & x \in [a, m] \\ \frac{d-x}{d-m} & x \in [m, d] \\ 0 & \text{ostalo} \end{cases}.$$

Definicija 6. Matrica \tilde{M} je nazvana fazi matrica ako je najmanje jedan element matrice \tilde{M} fazi broj (Bortolan & Degani, 1985).

Definicija 7. Operacije nad fazi skupovima su definisane u (Dubois & Prade, 1980). Posmatrajmo dva fazi broja $\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in R\}$ i $\tilde{B} = \{y, \mu_{\tilde{B}}(y) | y \in R\}$. Funkcije raspodela mogućnosti ovih fazi skupova su neprekidne i definisane su na skupu realnih brojeva u intervalu od 0 do 1. Neka je sa^* označena kontinualna binarna relacija između dva fazi skupa. Tada $\tilde{A} * \tilde{B}$ je fazi skup koji je označen kao $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$. Vrednosti u domenu fazi skupa \tilde{C} , mogu da budu izračunate kao $z = x * y$ i $\mu_{\tilde{C}}(z) = \sup_{z=x*y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y))$

Razmatrajmo dva trougaona fazi broja $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ i $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$. Algebarska pravila za ova dva fazi broja su:

1. $(l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
2. $(l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$
3. $(l_1, m_1, u_1) : (l_2, m_2, u_2) = (l_1 : u_2, m_1 : m_2, u_1 : l_2)$
4. $\lambda \cdot (l_1, m_1, u_1) = (\lambda \cdot l_1, \lambda \cdot m_1, \lambda \cdot u_1)$
5. $(l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right)$

Definicija 8. Defazifikacija je postupak kojim se određuje skalarna vrednost koja na najbolji način reprezentuje fazi skup.

Modeliranje relativnih važnosti poslovnih procesa i relativnih preferentnosti faktora kapaciteta za oporavak organizacija

Možemo pretpostaviti da poslovni procesi i FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa nemaju

iste relativne važnosti i da se ne menjaju tokom određenog vremenskog intervala. Vrednosti relativnih važnosti razmatranih veličina su dobijene na osnovu subjektivne procene menadžment timova MSP-a. Donosioci odluka svoje procene zasnivaju na znanju, iskustvu, rezultatima dobre prakse, definisanim poslovnim strategijama i dr.

U ovom radu procene relativne važnosti poslovnih procesa i relativne važnosti FKPO-a su zadate u formi matrica parova upoređenja (analogno AHP metodi), koji je prema mišljenju autora bliži ljudskom načinu razmišljanja u odnosu na pristup direktne procene. U konvencionalnoj AHP metodi skala mera je definisana na skupu realnih brojeva koji pripadaju intervalu [1-9]. Korišćenje standardne skale mera je lako i jednostavno, ali nije uvek moguće da donosilac odluke svoje mišljenje koje obuhvata veliki stepen neizvesnosti i nepreciznosti, preslika u precizan broj (Kwong & Bai, 2003). Relanije je da se uvede pretpostavka da donosioci odluka svoja mišljenja bolje iskazuju pomoću lingvističkih iskaza.

Elementi ovih matrica su lingvistički iskazi koji su modelirani trougaonim fazi brojevima

$$W_{pp'}^e = (x; l_{pp'}^e, m_{pp'}^e, u_{pp'}^e),$$

$$W_{ii'}^{pe} = (x; l_{ii'}^{pe}, m_{ii'}^{pe}, u_{ii'}^{pe})$$

$$p, p' = 1, \dots, P; p \neq p'; i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'; e = 1, \dots, E$$

respektivno.

Donje i gornje granice domena razmatranih trougaonih fazi brojeva označene su kao $l_{pp'}^e, l_{ii'}^{pe}, u_{pp'}^e, u_{ii'}^{pe}$ i modalne vrednosti $m_{pp'}^e, m_{ii'}^{pe}$, pripadaju intervalu [1-5]. Vrednost 1 označava da relativna važnost poslovnog procesa p , odnosno FKPO i prema poslovnom procesu p' , odnosno FKPO i' , respektivno je jednaka. Vrednost 5 označava da poslovni proces p , odnosno FKPO i , ima ekstremnu relativnu važnost u odnosu na poslovni proces p' , odnosno FKPO i' , respektivno.

Ako je relativna važnost procesa p manja u odnosu na proces p' , tada je u fazi matrici relativnog

odnosa važnosti poslovnih procesa to predstavljeno trougaonim fazi brojem

$$\tilde{W}_{pp'}^e = \left(\tilde{W}_{pp'}^e \right)^{-1} = \left(\frac{1}{u_{pp'}^e}, \frac{1}{m_{pp'}^e}, \frac{1}{l_{pp'}^e} \right).$$

Na sličan način se razmatra relativna preferentnost FKPO,

$$\tilde{W}_{ii'}^{pe} = \left(\tilde{W}_{ii'}^{pe} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ii'}^{pe}}, \frac{1}{m_{ii'}^{pe}}, \frac{1}{l_{ii'}^{pe}} \right), p, p' =$$

$$= 1, \dots, P; p \neq p'; i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'; e = 1, \dots, E.$$

Ako je $p = p'; i = i'$ ($i, i' = 1, \dots, I; p, p' = 1, \dots, P$), tada se relativna važnost poslovnih procesa, odnosno, relativna važnost FKPO u odgovarajućim fazi matricama parova upoređenja, može predstaviti brojem 1 koji je trougaoni fazi broj (1,1,1).

U ovom radu, menadžment timovi razmatranih MSP-a koriste pet lingvističkih iskaza koji su modelirani trougaonim fazi brojevima na sledeći način:

veoma mala važnost/preferentnost - $\tilde{R}_1 = (1,1,2)$

mala važnost/preferentnost - $\tilde{R}_2 = (1,2,3)$

srednja vrednost/preferentnost - $\tilde{R}_3 = (1,3,5)$

visoka važnost/preferentnost - $\tilde{R}_4 = (3,4,5)$

veoma visoka važnost/preferentnost - $\tilde{R}_5 = (4,5,5)$

METODOLOGIJA

Proširenje FAHP metode, koja je razvijena u (Chang, 1996), sastoji se u određivanju agregirane vrednosti procena relativne važnosti poslovnih procesa, odnosno, relativnog prioriteta FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa. Koncept predložene proširene FAHP prikazan je nadalje.

Matematička postavka problema

U ovom radu razmatraju se procesna MSP koja se formalno predstavljaju skupom indeksa

$E = \{1, \dots, e, \dots, E\}$. Indeks za preduzeće je označen kao e , a ukupan broj razmatranih preduzeća je E .

Menadžment tim svakog razmatranog MSP sastoji se od vlasnika firme, proizvodnog menadžera i finansijskog menadžera. Može se smatrati da menadžment tim na nivou svakog MSP odluke donosi konsenzusom. Sva razmatrana MSP-a su podeljena u grupe koje se formalno predstavljaju skupom indeksa $G = \{1, \dots, g, \dots, G\}$. Indeks grupe je označen kao g , a G je ukupan broj grupa MSP-a. U ovom radu klasifikacija MSP-a je izvršena primenom ABC metode koja je zasnovana na Pareto analizi. Tretirana MSP-a primenom ABC metode su klasifikovane u tri grupe A, B i C. Kriterijum klasifikacije je ostvarena dobit na godišnjem nivou. Tipično, grupi A pripada 5-10% svih razmatranih MSP-a koji imaju najveću vrednost kriterijuma klasifikacije. Grupi B pripada oko 15% svih tretiranih MSP-a. Sva ostala MSP-a pripadaju grupi C. Na osnovu rezultata klasifikacije može se odrediti težina ili važnost, procena menadžment timova razmatranih MSP-a. Važnost procena menadžment timova korespondira važnosti grupa koje su određene u postupku klasifikacije. Najveću važnost imaju menadžment timovi preduzeća koja pripadaju grupi A. Srednju važnost u donošenju odluka imaju menadžment timovi MSP-a koji pripadaju grupi B. Najmanju važnost imaju menadžment timovi preduzeća koji pripadaju grupi C. Važnost procena menadžment timova na nivou grupe, koja je određena u postupku klasifikacije, određuje se na osnovu rezultata dobre prakse. Takođe, važno je napomenuti da procene menadžment timova unutar jedne grupe imaju podjednaku važnost.

Svi poslovni procesi u razmatranim MSP-a predstavljaju se skupom indeksa $P = \{1, \dots, p, \dots, P\}$.

Ukupan broj poslovnih procesa je P , a p je indeks poslovnog procesa. FKPO-a su predstavljeni skupom indeksa $I = \{1, \dots, i, \dots, I\}$. Indeks za FKPO je i , a I je ukupan broj identifikovanih FKPO-a. Fazi procena relativnih važnosti poslovnih procesa i relativnih preferentnosti FKPO-a unutar svakog procesa je dobijena od svakog menadžment tima razmatranog MSP. Ove fazi procene su modelirane trougaonim fazi brojevima

$$\tilde{W}_{pp'}^e = \left(x; l_{pp'}^e, m_{pp'}^e, u_{pp'}^e \right)$$

$$\tilde{W}_{ii'}^{pe} = \left(x; l_{ii'}^{pe}, m_{ii'}^{pe}, u_{ii'}^{pe} \right)$$

$p, p' = 1, \dots, P; p \neq p'; i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'; e = 1, \dots, E$.

Kako je važnost procena menadžment timova jedne grupe jednaka, tada primenom metode srednje vrednosti mogu se izračunati vrednosti procena unutar jedne grupe MSP-a. Ove vrednosti su modelirane trougaonim fazi brojevima na osnovu pravila fazi algebra (Klir & Folger, 1988; Zimmermann, 2001). Fazi procene relativnog odnosa važnosti, odnosno preferentnosti svakog para identifikovanih poslovnih procesa, odnosno, svakog para FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa na nivou razmatranog uzorka MSP-a, dobijene su primenom metode koja je označena kao otežana fazi srednja vrednost (Fuzzy Ordered Weighted Averaging - FOWA) (Merigó & Casonovas, 2008). Ove vrednosti su označene kao:

$$\tilde{w}_{pp'} = (x; l_{pp'}, m_{pp'}, u_{pp'}), \tilde{w}_{ii'}^p = (x; l_{ii'}^p, m_{ii'}^p, u_{ii'}^p)$$

$p, p' = 1, \dots, P; p \neq p'; i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'$.

Koristeći FAHP (Chang, 1996), vektor težina identifikovanih poslovnih procesa, $V_p = [w_p]_{1 \times P}, p = 1, \dots, P$ i vektori preferentnosti FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa, $V_{ip} = [w_{ip}]_{1 \times I}; i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P$ su dobijeni. Svakom FKPO pridružena je vrednost kombinovanog indeksa prioriteta $r_i, i = 1, \dots, I$ na osnovu koje se vrši rangiranje FKPO-a. Na prvom mestu u rangui, odnosno, na poslednjem mestu, nalazi se FKPO kome je pridružena najveća, odnosno, najmanja vrednost $r_i, i = 1, \dots, I$. FKPO koji se nalazi na prvom mestu u rangui ima najveći uticaj na kapacitet za oporavak procesnih MSP-a. Drugim rečima, na osnovu dobijenog ranga FKPO-a određuje se prioritet menadžment inicijativa koji treba da dovede do povećanja kapaciteta za oporavak MSP-a.

Algoritam proširene FAHP

Problem ocene i rangiranja FKPO-a u proizvodnim MSP, pomoću proširene FAHP, nadalje je prikazan.

Korak 1. Razmatrani problem je dekomponovan na nekoliko manje složenih upravljačkih problema. U ovom slučaju, konstruisane su fazi matrice parova upoređenja relativnog odnosa važnosti poslovnih procesa, $\tilde{W}_p^e = [\tilde{W}_{pp'}^e]_{P \times P}, p = 1, \dots, P; e = 1, \dots, E$ i matrice pa-

rova upoređenja relativne preferentnosti FKPO-a unutar svakog identifikovanog poslovnog procesa, $\tilde{W}_i^{pe} = [\tilde{W}_{ii'}^{pe}]_{I \times I}, i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P; e = 1, \dots, E$.

Korak 2. Izračunajmo vrednosti elemenata konstruisanih fazi matrica parova upoređenja na nivou jedne grupe MSP-a:

$$\tilde{W}_{pp'}^g = \frac{1}{E_g} \cdot \sum_{e=1}^{E_g} \tilde{W}_{pp'}^e, \tilde{W}_{ii'}^{pg} = \frac{1}{E_g} \cdot \sum_{e=1}^{E_g} \tilde{W}_{ii'}^{pe},$$

$p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I; e = 1, \dots, E_g$

gde je $E_g, g = 1, \dots, G$ ukupan broj menadžment timova MSP-a koji pripadaju grupi g .

Korak 3. Odredimo relativne važnosti identifikovanih poslovnih procesa i relativne važnosti FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa na nivou svih razmatranih proizvodnih MSP-a primenom FOWA operatora:

$$\tilde{w}_{pp'} = \text{FOWA}(\tilde{W}_{pp'}^g) = \sum_{g=1}^3 w_g \cdot \tilde{W}_{pp'}^g,$$

$$\tilde{w}_{ii'}^p = \text{FOWA}(\tilde{W}_{ii'}^{pg}) = \sum_{g=1}^3 w_g \cdot \tilde{W}_{ii'}^{pg},$$

$p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I; g = 1, 2, 3$

Korak 4. Konstruišimo matrice relativnog odnosa važnosti identifikovanih poslovnih procesa,

$$W_p = [w_{pp'}]_{P \times P}, p = 1, \dots, P$$

i matrice relativnog odnosa preferentnosti FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa,

$$W_i^p = [w_{ii'}^p]_{I \times I}, p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I \text{ tako da:}$$

$$\tilde{w}_{pp'} = \text{defuzz}(\tilde{w}_{pp'}), w_{ii'}^p = \text{defuzz}(\tilde{w}_{ii'}^p),$$

$i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P$

U ovom radu korišćena je metoda momenta za dobijanje reprezentativnih skalara trougaonih fazi brojeva (Klir & Folger, 1988).

Korak 5. Proverimo konzistentnost matrica

$$W_p = [w_{pp'}]_{P \times P} \text{ i } W_i^p = [w_{ii'}^p]_{I \times I}, p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I$$

Potreban uslov je da su elementi ovih matrica recipročni u odnosu na glavnu dijagonalu, a dovoljan

uslov je da je sopstveni vektor svake matrice, λ_{max} jednak dimenziji matrice (Saaty, 1990). Sopstveni vektor je prirodna mera nekonzistentnosti. Indeks nekonzistentnosti matrica W_p i $W_i^p, p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I$ se računa:

$$C.I. = C.R./R.I. \tag{4}$$

gde je:

$$C.R. = \frac{\lambda_{max}^p - P}{P - 1}, C.R. = \frac{\lambda_{max}^{ip} - I}{I - 1}$$

i sopstveni vektori matrica W_p i $W_i^p, p = 1, \dots, P; i = 1, \dots, I$ su označeni kao λ_{max}^p odnosno λ_{max}^{ip} , respektivno.

Sopstvene vrednosti vektora dobijaju se iz matričnih jednačina:

$$W_p^{nor} \cdot \lambda_{max}^p = \lambda_{max}^p \cdot (w_p)', (W_i^p)^{nor} \cdot \lambda_{max}^{ip} = \lambda_{max}^{ip} \cdot (w_{ip})'$$

Elementi matrica W_p^{nor} i $(W_i^p)^{nor}, i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P$ su dobijeni primenom postupka linearne normalizacije za benefitan tip promenljivih (Hwang & Yoon, 1981).

Indeks slučajne konzistentnosti, R.I. za svaku dimenziju matrice je dat u Tabeli 1 (Vargas, 1982).

Smatra se da je matrica konzistentna ako je C.I. manje od 10%. U suprotnom, donosioci odluka moraju ponovo proceniti relativan odnos važnosti poslovnih procesa i/ili relativnu preferentnost FKPO-a unutar jednog ili svih identifikovanih poslovnih procesa. Eliminisanje nekonzistentnosti može da se postigne primenom metode koja je prikazana u radu (Harker, 1987).

Korak 6. Odredimo vektor težina identifikovanih poslovnih procesa, $V_p = [w_p]_{1 \times P}, p = 1, \dots, P$ i vektor preferentnosti FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa, $V_{ip} = [w_{ip}]_{1 \times I}; i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P$ primenom koncepta proširene analize (Chang, 1996).

Razmatrajmo skup objekata $X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_P\}$ i skup ciljeva $Y = \{y_1, \dots, y_j, \dots, y_P\}$. Prema konceptu proširene analize (Chang, 1996), svakom objektu je pridružen po jedan cilj. Prema tome, dobijaju se P vrednosti primenom koncepta proširene analize, koje su označene na sledeći način $N_i^1, N_i^j, \dots, N_i^P, i = 1, \dots, P$, gde su $N_i^j, j = 1, \dots, P$ trougaoni fazi brojevi.

Vrednosti fazi sintetičkih mera sa respektovanjem i-tog objekta, definisana je kao:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^P N_i^j \cdot \left[\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P N_i^j \right]^{-1}$$

gde:

$$\sum_{j=1}^P N_i^j = \left(\sum_{p=1}^P l_{pp'}, \sum_{p=1}^P m_{pp'}, \sum_{p=1}^P u_{pp'} \right)$$

$$\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P N_i^j = \left(\sum_{p=1}^P \sum_{p'=1}^P l_{pp'}, \sum_{p=1}^P \sum_{p'=1}^P m_{pp'}, \sum_{p=1}^P \sum_{p'=1}^P u_{pp'} \right)$$

Vektor težina identifikovanih poslovnih procesa je:

$$\left((Bel(\tilde{S}_1)), \dots, (Bel(\tilde{S}_i)), \dots, (Bel(\tilde{S}_P)) \right)$$

gde $Bel(\tilde{S}_i)$ je mera verovanja da je trougaoni fazi broj \tilde{S}_i veći ili jednak od svih ostalih trougaonih fazi brojeva $\tilde{S}_{i'}, (i, i' = 1, \dots, P; i \neq i')$. Ova vrednost je dobijena primenom metode za poređenje fazi brojeva (Dubois & Prade, 1980; Bass & Kwakernaak, 1977) (o poređenju fazi brojeva, videti u: Dodatku).

Posle normalizacije, dobija se vektor normalizovanih težina identifikovanih poslovnih procesa V_p :

$$V_p = (w_1, \dots, w_p, \dots, w_P)$$

Tabela 1 Indeks slučajne konzistentnosti (R.I.)

Dimenzija matrice	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
R.I.	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

w_p je precizan broj i predstavlja težinu jednog poslovnog procesa u odnosu na sve ostale identifikovane poslovne procese.

Na sličan način dobijaju se vektori preferentnosti FKPO –a unutar svakog poslovnog procesa.

Korak 7. Izračunajmo indeks kombinovanog prioriteta za svaki FKPO, r_i , $i = 1, \dots, I$:

$$r_i = \sum_{p=1}^P w_p \cdot w_i^p, i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P. \quad (5)$$

Korak 8. Sortirajmo vrednosti indeksa kombinovanog prioriteta u monotono neopadajući red. Rang FKPO-a korespondira rangu indeksa kombinovanog prioriteta.

ILUSTRATIVNI PRIMER

Unapređenje kapaciteta za oporavak predstavlja veoma važno pitanje za menadžment timove procesnih MSP-a u zemljama u razvoju. Predložena metoda je ilustrovana realnim podacima dobijenim u 53 procesna MSP koja egzistiraju u Centralnoj Srbiji. Razmatrana MSP-a su sertifikovana prema zahtevima standarda ISO 9001, što je neophodno za definisanje referentnog modela organizacije. Kako se rangiranje faktora kapaciteta za oporavak vrši na nivou poslovnih procesa, važno je definisati iste u posmatranoj grupi preduzeća (Oakland, 2004). Identifikovani procesi u MSP procesne industrije mogu se podeliti na: menadžment (p=1), marketing i prodaju (p=2), projektovanje i razvoj (p=3), nabavku (p=4), proizvodnju (p=5), i procese podrške (p=6).

Faktori kapaciteta za oporavak MSP procesne industrije su prikazani u (Aleksic *et al*, 2013). Navedeni faktori kapaciteta za oporavak uključuju:

- planiranje strategije – faktor čiji je uticaj dominantan u procesima menadžmenta i aktivnostima strategije;
- sposobnosti i kapacitet internih resursa – faktor koji je ograničen na interne procese;
- interno praćenje situacije i izveštavanje – faktor koji je integrisan u interne procese;
- ljudski faktor – faktor čiji je uticaj dominantan u pogledu ljudskih resursa;

- kvalitet – faktor koji je integrisan u sve poslovne procese;
- eksterno praćenje situacije i izveštavanje – faktor koji je integrisan u eksterne procese;
- sposobnosti i kapacitet eksternih resursa – faktor koji je ograničen na eksterne procese;
- faktor projektovanja – faktor koji je integrisan u proizvodne operacije;
- potencijal za detekciju otkaza – faktor čiji je uticaj dominantan u procesima osetljivim na devijacije od željenih ciljeva;
- odgovor u vanrednom stanju – faktor čiji je uticaj dominantan u periodu krize;
- sistem menadžmenta bezbednošću – faktor koji je integrisan u aktivnosti vezane za bezbednost zaposlenih i imovine preduzeća.

Sva razmatrana MSP-a su sortirana prema godišnjem prihodu u monotono opadajući red. Respektujući pravila ABC klasifikacije, grupa A sastoji se od 5 MSP-a, u grupi B se nalaze 19 MSP-a, a svih ostalih 29 MSP-a pripada grupi C. Važnost ovih grupa je $w_A = 0.45$, $w_B = 0.35$, $w_C = 0.2$. Važnost grupa je određena na osnovu procene eksperata koji su proučavali jačinu uticaja preduzeća na realizaciju strategije razvoja države.

Primenjujući razvijeni algoritam (Korak 1 do Koraka 3) dobijaju se vrednosti svakog elementa konstruisanih fazi matrica parova upoređenja. Nadalje je razvijeni postupak ilustrovan na primeru određivanja relativnog odnosa važnosti poslovnih procesa menadžmenta (p=1) i marketinga i prodaje (p=2).

Menadžment timovi MSP-a grupe A, relativan odnos važnosti ova dva procesa procenili su na sledeći način: srednja važnost, velika važnost x3 i veoma velika važnost. Menadžment timovi grupe B, procenu su izvršili na sledeći način: mala važnost x2, srednja važnost x4, velika važnost x10 i veoma velika važnost x4. Procena menadžment timova grupe C je: srednja važnost x11, velika važnost x11 i veoma velika važnost x5.

Relativna važnost ova dva razmatrana poslovna procesa na nivou svake grupe je:

$$\tilde{W}_{12}^A = \frac{1}{5} \cdot (\tilde{R}_3 + 3 \cdot \tilde{R}_4 + \tilde{R}_5) = (2.8, 4.5),$$

$$\tilde{W}_{12}^B = \frac{1}{19} \cdot (\tilde{R}_2 + 4 \cdot \tilde{R}_3 + 10 \cdot \tilde{R}_4 + 4 \cdot \tilde{R}_5) = (2.68, 3.89, 4.89)$$

$$\tilde{W}_{12}^C = \frac{1}{29} \cdot (11 \cdot \tilde{R}_3 + 11 \cdot \tilde{R}_4 + 5 \cdot \tilde{R}_5) = (2.21, 3.52, 5).$$

$$(w_p)' = \begin{bmatrix} 0.357 \\ 0.114 \\ 0.070 \\ 0.125 \\ 0.259 \\ 0.106 \end{bmatrix}$$

Relativna važnost poslovnih procesa menadžmenta ($p=1$) i marketinga i prodaje ($p=2$) na nivou 53 razmatrana proizvodna preduzeća se računa kao:

$$\tilde{w}_{12} = 0.45 \cdot \tilde{W}_{12}^A + 0.35 \cdot \tilde{W}_{12}^B + 0.2 \cdot \tilde{W}_{12}^C = (2.28, 3.87, 5).$$

Na isti način se računaju fazi vrednosti elemenata svih konstruisanih fazi matrica parova upoređenja.

Procedure koje su definisane u razvijenom algoritmu (Korak 4 do Koraka 6), ilustrovane su na primeru provere konzistentnosti matrice parova upoređenja relativnog odnosa važnosti identifikovanih poslovnih procesa.

Primenom algoritma (Korak 4) dobija se matrica parova upoređenja relativnog odnosa važnosti poslovnih procesa, čiji elementi su precizni brojevi:

$$W_p = \begin{bmatrix} 1 & 3.87 & 4.39 & 3.82 & 1.97 & 2.28 \\ 0.53 & 1 & 1.35 & 0.98 & 0.44 & 0.99 \\ 0.23 & 0.74 & 1 & 0.58 & 0.39 & 0.43 \\ 0.26 & 1.02 & 1.72 & 1 & 0.64 & 1.89 \\ 0.51 & 2.27 & 2.56 & 1.57 & 1 & 3.97 \\ 0.44 & 1.01 & 2.33 & 0.53 & 0.25 & 1 \end{bmatrix}.$$

Proverimo konzistentnost ove matrice (Korak 5 razvijenog algoritma).

$$W_p^{nor} = \begin{bmatrix} 0.337 & 0.391 & 0.329 & 0.450 & 0.420 & 0.215 \\ 0.178 & 0.101 & 0.101 & 0.116 & 0.094 & 0.094 \\ 0.077 & 0.075 & 0.075 & 0.068 & 0.083 & 0.041 \\ 0.088 & 0.103 & 0.129 & 0.118 & 0.136 & 0.179 \\ 0.172 & 0.229 & 0.192 & 0.185 & 0.213 & 0.376 \\ 0.148 & 0.102 & 0.175 & 0.062 & 0.053 & 0.095 \end{bmatrix}$$

Primenjujući razvijeni postupak za proveru konzistentnosti (Harker, 1987), dobija se da je vektor težina identifikovanih poslovnih procesa u prvoj iteraciji:

$$w_p^1 = \frac{A \cdot e}{e^T \cdot A \cdot e} = [0.347 \quad 0.106 \quad 0.067 \quad 0.131 \quad 0.238 \quad 0.111]^T.$$

Očigleno je da konzistentnost nije postignuta u prvoj iteraciji. Nastavljajući ovaj proces, vektor težina poslovnih procesa dobija se u petoj iteraciji:

$$w_p = [0.361 \quad 0.098 \quad 0.071 \quad 0.129 \quad 0.236 \quad 0.105]^T$$

Provera konzistentnosti matrica preferentnosti FKPO-a unutar svakog poslovnog procesa je izvršena prema postupku koji je opisan u Koraku 4 predloženog algoritma.

Izračunate vrednosti dobijene primenom algoritma (Korak 1 do Korak 6) prikazane su u Tabeli 2.

Primenjujući predloženi algoritam (Korak 7 i Korak 8) izračunate su vrednosti indeksa kombinovanog prioriteta.

Na osnovu izračunatih vrednosti indeksa kombinovanog prioriteta, može se zaključiti da FKPO-a koji imaju najviše uticaja na kapacitet za oporavak procesnih MSP-a su planiranje strategije ($i=1$) i kvalitet ($i=5$). Dobijeni rezultat pokazuje da je neophodno da se prvo preduzmu menadžment inicijative koje treba da dovedu do povećanja ova dva FKPO-a, na primer: kontinualno unapređenje procesa, unapređenje komunikacije između svih zaposlenih u preduzeću, kao i unapređenje komunikacije menadžment timova i stakeholder-a. Efektivnost menadžment mera je veća ako

Tabela 2 Težine identifikovanih poslovnih procesa i preferentnost FKPO unutar svakog poslovnog procesa

	p=1	p=2	p=3	p=4	p=5	p=6
i=1	0.011	0.036	0.027	0.04	0.059	0.06
i=2	0.033	0.045	0.039	0.102	0.053	0.072
i=3	0.074	0.088	0.036	0.071	0.066	0.074
i=4	0.077	0.074	0.088	0.072	0.074	0.091
i=5	0.173	0.129	0.150	0.104	0.121	0.167
i=6	0.041	0.092	0.155	0.059	0.041	0.056
i=7	0.126	0.114	0.091	0.104	0.117	0.096
i=8	0.083	0.075	0.055	0.090	0.112	0.09
i=9	0.185	0.189	0.230	0.209	0.141	0.122
i=10	0.039	0.050	0.023	0.047	0.095	0.065
i=11	0.157	0.105	0.106	0.102	0.120	0.108
Težine poslovnih procesa	0.361	0.098	0.071	0.129	0.236	0.105

Izvor: Autori

se u preduzeću koriste informaciono-komunikacione tehnologije (ICT). S druge strane, FKPO koji je označen kao potencijal detekcije (i=9), ima najmanji uticaj na kapacitet za oporavak preduzeća, što je realno, s obzirom na činjenicu da se razmatraju MSP-a u

kojima sistem kvaliteta ne sadrži veliki broj procedura s obzirom na veličinu preduzeća.

ZAKLJUČAK

Promene koje nastaju u neizvesnom poslovnom okruženju zahtevaju razvoj i primenu novih menadžment koncepata čiji je zadatak da dovedu do povećanja efektivnosti poslovanja i postizanja održivosti preduzeća tokom vremena.

Prva hipoteza je potvrđena na osnovu zahteva standarda ASIS SPC.1-2009 koji je kompatibilan sa serijom standarda ISO 9001, ISO 14001 i ISO 27001. Broj FKPO-a kojima se meri kapacitet za oporavak preduzeća je definisan u odnosu na vrstu preduzeća koja se razmatra u ovom radu (Aleksić *et al*, 2013).

Modeliranje relativnih važnosti poslovnih procesa i relativnih preferentnosti FKPO-a je zasnovano na korišćenju fazi skupova. Fazi pristup je lako razumljiv, fleksibilan je i tolerantan na neprecizne podatke.

Ocenjivanje i rangiranje FKPO-a predstavljaju jedan od najvažnijih problema upravljanja kapacitetom

Tabela 3 Vrednosti indeksa kombinovanog prioriteta i rang FKPO-a

	r_i	Rang
i=1	0.1480	1
i=2	0.0533	10
i=3	0.070	7
i=4	0.078	6
i=5	0.146	2
i=6	0.058	8
i=7	0.114	4
i=8	0.089	5
i=9	0.0348	11
i=10	0.056	9
i=11	0.127	3

Izvor: Autori

za oporavak organizacija u svim preduzećima koja posluju u promenljivom i neizvesnom okruženju. Prema mišljenju autora, predložena fazi AHP je odgovarajuća metoda za određivanje ranga FKPO-a na egzaktan način. Dobijeni prioritet je manje opterećen subjektivnim stavovima donosilaca odluka i ostalih *stakeholder-a*, pa se može smatrati da će efektivnost strategije poboljšanja biti veća, što je jedan od osnovnih ciljeva menadžment tima bilo kog preduzeća u kojem se obavljaju različite privredne delatnosti.

Doprinosi ovog modela mogu da se iskažu na sledeći način: (1) identifikovanje poslovnih procesa i FKPO-a za procesna mala i srednja preduzeća; (2) obrada neizvesnosti u relativnim odnosima važnosti poslovnih procesa i relativnim prioritetima FKPO je izvršena pomoću teorije fazi skupova; (3) agregiranje procena menadžment timova u grupni konsenzus je dobijeno primenom operatora fazi otežane srednje vrednosti; (4) rang selektovanih FKPO-a je korespondentan vrednostima indeksa kombinovanog prioriteta; (5) rang FKPO-a dopušta preduzećima da uče tokom vremena čime se povećava efektivnost poslovnih procesa i kontinualni razvoj.

Pored pomenutih prednosti, predloženi model ima izvesna ograničenja. Može da se proširi u smislu boljeg strukturiranja poslovnih procesa, povećanja broja FKPO-a u zavisnosti od veličine preduzeća i/ili vrste privredne delatnosti koja se realizuje u preduzećima. Sva ova proširenja mogu lako i brzo da se inkorporiraju u predloženi model i ne povećavaju složenost matematičkog računanja.

Predloženi model je testiran na grupi malih i srednjih preduzeća procesne industrije koja funkcionišu u Centralnoj Srbiji.

Kontinualno unapređenje poslovnih procesa (što predstavlja jedan od osnovnih zahteva ISO 9000:2008) postiže se razvojem i primenom adekvatnih strategija poboljšanja za svaku grupu identifikovanih indikatora, pomoću kojih se meri efektivnost poslovnih procesa. Rezultati dobre prakse pokazuju da primena menadžment inicijativa, koje su zasnovane na prioritetu indikatora, omogućavaju da se unapređenje poslovnih procesa realizuje u kraćem vremenskom

periodu i da troškovi unapređenja budu značajno niži. Prioritet indikatora, na primer, FKPO, može se odrediti na egzaktan način primenom postupka, predloženog u ovom radu.

Buduća istraživanja biće usmerena na razvoj i/ili modifikaciju pristupa koji mogu da se nađu u referentnoj literaturi, za obradu fazi matrica neizvesnosti koje egzistiraju u razmatranom problemu. Primenom novih pristupa dobija se fazi rang FKPO na osnovu kojeg menadžment timovi mogu da izvrše kvalitetniju analizu njihovog prioriteta. Identifikovanje FKPO i određivanje njihovog prioriteta u javnim preduzećima i preduzećima uslužnih delatnosti su, takođe, pravci daljih istraživanja. Razvoj računarskog programa koji je zasnovan na modelu, prema mišljenju autora, može da omogući brzu i kvalitetnu analizu prioriteta FKPO u različitim preduzećima.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja deo istraživačkog Projekta (br. 44010), koji finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.

REFERENCE

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347-364.
- Afgan, N. H., Hovanov, N., & Andre, P. M. (2009). Sustainable management organization with example of passenger car sustainability assessment. *International Journal for Quality Research*, 3(2), 159-169.
- Aleksić, A., Stefanović, D., Arsovski, S., & Tadić, D. (2013). (In press). An assessment of organizational resilience potential in SMEs of the process industry: A fuzzy approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, doi: 10.1016/j.jlp.2013.06.004.
- Bass, M. S., & Kwakernaak, H. (1977). Rating and ranking of multiple-aspect alternatives using fuzzy sets. *Automatica*, 3, 47-58.
- Bortolan, G., & Degani, R. (1985). A review of some methods for ranking fuzzy subsets. *Fuzzy Sets and Systems*, 29, 145-153.

- Bozbura, T. F., & Beskese, A. (2007). Prioritization of organizational capital measurement indicators using fuzzy AHP. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44(2), 124-147.
- Carvalho, P., dos Santos, I., Gomes, J., & Borges, M. (2008). Micro incident analysis framework to assess safety and resilience in the operation of safe critical systems: A case study in a nuclear power plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21, 277-286.
- Chan, J. (2011). Enhancing organisational resilience: application of viable system model and MCDA in a small Hong Kong company. *International Journal of Production Research*, 49(18), 5545-5563.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Dinh, L., Pasman, H., Gao, X., & Mannan, M. S. (2012). Resilience engineering of industrial processes: Principles and contributing factors. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25, 233-241.
- Dubois, D., & Prade, H. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. London, UK: Academic press, INC (LONDON) LTD.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for, social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16, 253-267.
- Harker, P. T. (1987). Derivatives of the Perron root of a positive reciprocal matrix: with application to the Analytic Hierarchy Process. *Applied Mathematics and Computation*, 22, 217-232.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (2006). *Resilience engineering: concepts and precepts*. Aldershot, USA: Ashgate.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making-Methods and Applications*. Heidelberg, Germany: Springer Verlag.
- Klir, G. J., & Folger, T. A. (1988). *Fuzzy Sets, Uncertainty and Informations*. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Kong, F., & Liu, H. (2005). Applying fuzzy Analytic Hierarchy Process to evaluate success factors of e-commerce. *International Journal of Information and Systems Sciences*, 183(4), 406-412.
- Kwong, C. K., & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. *IIE Transaction*, 35(7), 619-626.
- Lee, Y., Shin, J., & Park, Y. (2012). The changing pattern of SME's innovativeness through business model globalization. *Technological Forecasting & Social Change*, 79, 832-842.
- Lengnick-Hall, C. A., Beck, T. E., & Lengnick-Hall, M. L. (2011). Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. *Human Resource Management Review*, 21, 243-255.
- Merigó, J. M., & Casonovas, M. (2008). Using fuzzy numbers in heavy aggregation operators. *International Journal of Information Technology*, 4, 177-182.
- Oakland, J. (2004). *Oakland on Quality Management*. Boston, USA: Elsevier Butterworth - Heinemann.
- Pendall, R., Foster, K., & Cowell, M. (2010). Resilience and regions: building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3, 71-84.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Spekman, R., & Davis, E. (2004). Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(5), 414-433.
- Tadić, D., Gumus, T. A., Arsovski, S., Aleksić, A., & Stefanović, M. (2013). An evaluation of quality goals by using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 25, 547-556. doi:10.3233/IFS-120659.
- Torfi, F. R. Z., Farahani, R. Z., & Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. *Applied Soft Computing*, 10, 520-528.
- Vargas, L. G. (1982). Reciprocal matrices with random coefficients. *Mathematical Modelling*, 3, 69-81.
- Vidal, M., Carvalho, P., Santos, M., & dos Santos, I. (2009). Collective work and resilience of complex systems. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22, 516-527.
- Vossen, R. W. (1998). Relative strengths and weaknesses of small firms in innovation. *International Small Business Journal*, 16, 88-94.
- Weeek M., Klocke, F., Schell, H., & Ruenuaver, E. (1997). Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method. *European Journal of Operational Research*, 100(2) 351-365.

- Wymenga, P., Spanikova, V., Barker, A., Konings, J., & Canton, A. (2012). *EU SMEs in 2012: at the crossroads Annual report on small and medium-sized enterprises in the EU, 2011/12*, Ecorys, Rotterdam.
- Xi, X., & Qin, Q. (2013). Product quality evaluation system based on AHP fuzzy comprehensive evaluation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(1), 356-366.
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*, 8(3), 199-249.
- Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Boston, USA: Kluwer Nijhoff Publishing.

Primljeno 10. oktobra 2013,
nakon revizije,
prihvaćeno za publikovanje 17. decembra 2013.

Danijela Tadić je redovni profesor na Fakultetu inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, na nastavnim predmetima: Organizacija proizvodnje i operaciona istraživanja, Metode veštačke inteligencije u menadžmentu i Organizacija rada. Doktorirala je na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Autor je i koautor deset nastavnih udžbenika i naučnih monografija, 14 radova publikovanih u časopisima sa SCI liste i brojnih radova prezentiranih na međunarodnim i nacionalnim konferencijama.

Aleksandar Aleksić je istraživač saradnik u Centru za kvalitet na Fakultetu inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, gde je i doktorirao. Izvodi nastavu na nastavnim predmetima: Osnovi preduzetničkog menadžmenta i ekonomija, Menadžment procesima, Menadžment kvalitetom i Menadžment komunikacijama. Koautor je jedne naučne monografije, 5 radova publikovanih u časopisima sa SCI liste i više radova izloženih na međunarodnim i nacionalnim konferencijama.

DODATAK: POREĐENJE FAZI BROJEVA

U ovom Dodatku prikazan je jednostavan metod za poređenje kontinualnih fazi brojeva (Bass & Kwakernaak, 1977, Dubois & Prade, 1980).

Neka su data dva fazi broja \tilde{A} i \tilde{B} koja su definisana na skupu realnih brojeva R :

$$\tilde{A} = (x; l_1, m_1, u_1) \text{ i } \tilde{B} = (y; l_2, m_2, u_2)$$

Gde l_1, l_2, u_1, u_2 su donje odnosno gornje granice i m_1, m_2 su modalne vrednosti ova dva fazi broja \tilde{A} i \tilde{B} , respektivno. Neka je $m_2 < m_1$ i $l_2 < l_1 < u_2$ i $l_1 < u_2 < u_1$.

Stepen verovanja da je fazi broj \tilde{B} veći ili jednak od fazi broja \tilde{A} je označen kao $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ koji je dobijen korišćenjem operacija max i min (Dubois & Prade, 1980):

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \sup_{x \geq y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (D.1)$$

Možemo da definišimo sledeće izraze:

$$1. \text{ } Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B}) = 1, \text{ ako je } \mu_{\tilde{A}}(m_1) = 1 \text{ i } \mu_{\tilde{B}}(m_2) = 1 \text{ i } m_1 > m_2 \quad (D.2)$$

2. U isto vreme $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ je jednak ordinate tačke preseka fazi brojeva \tilde{A} i \tilde{B} .

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) \text{ ordinate tačke preseka.} \quad (D.3)$$

Kada su \tilde{A} i \tilde{B} trougaoni fazi brojevi, tada ordinate tačke preseka se računa:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \quad (D.4)$$

Za određivanje vektora težina poslovnih procesa i vektora prioriteta FKPO-a potrebno je prikazati postupak računanja mere verovanja da je trougaoni fazi broj \tilde{A} veći ili jednak od K trougaonih fazi brojeva $\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K$, (Bass & Kwakernaak, 1977):

$$\begin{aligned} & Bel(\tilde{A} \geq (\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K)) = \\ & = \sup_{t \geq t_1} \min(\mu_{\tilde{A}}(t), \mu_{\tilde{B}_1}(t_1), \dots, \mu_{\tilde{B}_k}(t_k), \dots, \mu_{\tilde{B}_K}(t_K)) \\ & \quad \dots \\ & \quad t \geq t_k \\ & \quad \dots \\ & \quad t \geq t_K \end{aligned} \quad (D.5)$$

$$Bel((\tilde{A} \geq \tilde{B}_1), \text{ and } (\tilde{A} \geq \tilde{B}_2), \dots, (\tilde{A} \geq \tilde{B}_k), \dots, (\tilde{A} \geq \tilde{B}_K)) =$$

$$\min_{k=1, \dots, K} Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B}_k)$$

RANKING ORGANIZATIONAL RESILIENCE FACTORS IN ENTERPRISES USING A MODIFIED FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Danijela Tadic, Aleksandar Aleksic

Faculty of Engineering, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia

In the last few decades, the concept of organizational resilience has been developed, and in that manner, it represents an adequate management method for enterprises operating in the conditions of the economic crisis. In this paper, the problem of organizational resilience factors prioritization (ORF) is considered, which represents the first step in the determining of improvement strategies. The ORF ranking is set up as a task of a multi-criterion optimization inclusive of qualitative variables. Management teams at the level of every company assess the relative importance of each pair of business processes and the preference of the ORF within each business process using predefined linguistic expressions. The modeling of linguistic expressions is based on the theory of fuzzy sets. The aggregated values of the considered variables are obtained by applying the fuzzy ordered weighted averaging operator. The vector of a combined ORF priority was determined by using the fuzzy Analytic Hierarchy Process. The proposed model is illustrated by an illustrative example where the used data is obtained from the process of small and medium enterprises (SMEs) operating in central Serbia. It is shown that the developed model is very suitable for making decisions on changing business strategies in order to increase organizational resilience.

Keywords: organizational resilience factors, fuzzy set, fuzzy ordered weighted averaging operator (FOWA), fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

JEL Classification: C61, D80, O21