

ODLUČIVANJE U SITUACIJAMA NEIZVESNOSTI

Zoran Marković
Javno Preduzeće PTT saobraćaja "Srbija"

Sadržaj: *U radu će biti reči o problemima donošenja poslovnih odluka kada nisu poznati svi parametri na osnovu kojih se odluke donose, odnosno kada se moraju predvideti budući događaji a da pri tome nisu poznate verovatnoće događanja, niti se mogu uspostaviti relevantne vremenske serije. U takvim situacijama menadžeri moraju dati svoje subjektivne procene iskazane, po pravilu, lingvističkim varijablama tako da se donošenje odluka svodi na višekriterijumski zadatak sa nekoliko kvalitativnih kriterijuma. U radu će se razmatrati skale za prevođenje lingvističkih izraza u numerički oblik, mogućnost primene FUZZY teorije i grupnog odlučivanja na probleme u situacijama neizvesnosti.*

Ključne reči: *odlučivanje, neizvesnost, višekriterijumski zadatak, kvantifikacija.*

1.Uvod

U novije vreme odlučivanje zauzima dosta prostora u naučnim istraživanjima širom sveta, jer je postalo jasno da od donetih odluka u velikoj meri zavisi uspeh preduzeća. Kada kažemo da menadžer donosi kvalitetne odluke onda se misli da su one dobro promišljene, donete u pravom trenutku i da je realizacija te odluke precizno planirana, a sve u cilju maksimiziranja efekata koje odluka treba da ostvari.

Savremeni pristup odlučivanju posmatra ovaj fenomen u okviru svih ostalih ljudskih aktivnosti kao složene interakcije između ljudi, poslovnih sistema i okruženja. Harison [6] deli odlučivanje po nivoima u zavisnosti od karakteristike same odluke i to na:

- nivo pojedinca (individue),
- nivo grupe,
- nivo organizacionog odlučivanja, i
- nivo globalnog odlučivanja (metaorganizaciono).

Kada govorimo o odlukama na nivou pojedinca, onda se uzima u obzir nivo stečenih znanja i veština, način odrastanja i obrazovanja, uticaj porodice i vaspitanja kao i niz drugih faktora koji utiču na način razmišljanja i odlučivanja pojedinca. Njegove karakterne osobine, sfere interesovanja, potrebe i slično, takođe imaju jako veliki uticaj na način donošenja odluka. Pored odluka lične prirode, pojedinci se javljaju i kao DO

(donosioci odluka) vezanih za poslovne procese ili odluke od opšteg društvenog značaja. U jednoj studiji, objavljenoj 1982 (UNGSON I BRAUNSTEIN) došlo se do razloga zbog kojih odluke koje donose pojedinci nisu uvek u saglasnosti sa logikom koju zagovara teorija odlučivanja. Ti razlozi su [7, str.58]:

- Čovek kao ljudsko biće, često "precenjuje" niske verovatnoće nastupanja nekih događaja, a takođe "potcenjuje" visoke verovatnoće.
- Pojedinci su često "neosetljivi" na veličinu uzorka njihovih opservacija.
- Pojedinci podešavaju svoje prve aproksimacije proceni na bazi dodatnih istraživanja.
- Pojedinci često procenjuju svoju sposobnost procenjivanja verovatnoća nastupanja neizvesnih događaja.
- Pojedinci teže procenjivanju verovatnoća događaja koji se aktuelno zbivaju, isto kao u situacijama kada oni ili neko drugi treba da proceni prošle događaje.
- Pojedincima je značajno lakše da upoređuju parove alternativa, nego da poređenja vrše na skupu alternativa.
- Pojedinci teže da minimiziraju pouzdanost eksplicitnih instrumentarija i ostalih numeričkih procedura.
- Pojedinci često prave izbor koji je nekoegzistentan i netranzitan.
- Pojedinci se često ponašaju tako da prosto odbijaju da prihvate predloge "analitičara" odlučivanja, čak i u situacijama kada su kriterijumske funkcije dobro definisane (i najčešće potvrđene od njih samih).

Zato se pokazalo da pojedinci kao DO u većini slučajeva koriste pojednostavljene metode eliminacije alternativa, što se u suštini svodi na rešavanje problema a ne traženje efikasnih i efektivnih ili optimalnih rešenja.

Odluke na nivou grupe zavise od pojedinaca koji sačinjavaju grupu. U većini slučajeva u grupi se prepoznaju pojedinci koji su sposobni da se nametnu kao autoritet i koji postavljaju obrasce. Ostali članovi grupe mogu biti konstruktivni i snagom argumenata braniti svoje stavove, ali ne retko, prihvataju se stavovi neformalnog ili formalnog vođe. Odlučivanje na nivou grupe ima svojih prednosti i mana.

Kada se pomene odlučivanje, većina ljudi taj pojam vezuje za organizaciono odlučivanje. Naime, najviše istraživanja u oblasti odlučivanja se sprovodi upravo zbog nalaženja onih mehanizama koji će dovesti do efikasnijeg i efektivnijeg odlučivanja u poslovnim sistemima, jer je to u direktnoj korelaciji sa prosperitetom i sve što je vezano za taj pojam.

Organizaciono odlučivanje ima dosta zajedničkog sa individualnim odlučivanjem jer su u organizaciji u većini slučajeva DO pojedinci (menadžeri), a tek u novije vreme grupno odlučivanje uzima veće učešće. Po HARRISONU problem kod organizacionog odlučivanja jeste što su problemi odlučivanja u organizaciji slabo struktuirani te prepoznaje neke karakteristike organizacionog odlučivanja, kao što su [7, str.59]:

- Organizacije ekstenzivno koriste programirane odluke koje podrazumevaju relativno dobro struktuirane forme pretraživanja.
- Organizacije često koriste, pored kompleksnih analitičkih procedura za rešavanje problema iz oblasti odlučivanja i jednostavno "pravilo palca" (kruna-pismo).
- Primena pravila palca, zavisi od složenosti, jedinstvenosti i značaja odluke koju treba doneti.

- Organizacije donose odluke koje su ograničene i pristrasne zbog tzv. "lokalne racionalnosti". Naime, njihove odluke su često za data ograničenja optimalne, ako se posmatraju sa njihovog aspekta, ali su najverovatnije podoptimalne ako se ima u vidu šire okruženje.

- Organizacija učestvuje u direktnom traženju relevantnih alternativa. Izbor pravila odlučivanja i strategija je ograničen željom za minimiziranjem neizvesnosti.

- Organizacije uče, jer su otvoreni sistemi, adaptivni prema okolini.

Na kraju, globalno odlučivanje je najviši nivo i može se posmatrati sa opšte društvenog, nacionalnog ili nadnacionalnog nivoa. Ovaj nivo odlučivanja ima postavljene ciljeve koje treba postići imajući u vidu društveni interes, a odluke su takve da u dužem vremenskom periodu vode do ostvarenja ciljeva. Kao primer su odlučivanja u raznim većima, skupštinama, parlamentima, udruženjima, komisijama i sličnim društvenim institucijama. Opšta karakteristika ovog nivoa odlučivanja jesu jasno definisana pravila i principi, to je zapravo grupno odlučivanje gde se poštuje volja većine.

Kada se bolje pogleda, proizilazi da u osnovi teorije odlučivanja leži princip odlučivanja pojedinca i načini uspostavljanja grupnog odlučivanja. Odlučivanje u najgrubljem smislu možemo podeliti na odlučivanje pri izvesnosti i odlučivanje pri neizvesnosti.

2. Odlučivanje prilikom izvesnosti

Nezavisno od toga o kakvom se odlučivanju radi, DO je po pravilu izložen okruženju koje je izuzetno kompleksno i dinamično, opterećen svojim paradigmatama i nizom uticaja koje, nekada svesno a nekada nesvesno, unosi u proces odlučivanja. Stvar se menja kada DO ima dovoljno informacija o problemu i događaji koji su vezani za problem su izvesni, što podrazumeva potpuno poznavanje događaja ili poznavanje verovatnoće nastanka nekog događaja. Međutim, događaj pored verovatnoće nastanka ima i vremensku dimenziju koja utiče na DO pa se, kod ove klase problema, mora poznavati vreme nastanka događaja i sve uticaje koje događaj ima na problem.

Kod odlučivanja pri izvesnosti ključna uloga DO je da prikupi neophodnu količinu informacija potrebnih za donošenje odluke, da definiše alternativna rešenja, a sam izbor alternative zavisi od izbora metode koja će se prilikom izbora koristiti. Pored jednostavnih metoda MAHMIN i MINMAH mogu se koristiti i složenije metode za određivanje optimalne akcije pod pretpostavkom da se događaji dese kako je i predviđeno. U zavisnosti od karakteristika problema prikupljanje informacija se vrši sa ili bez uzorkovanja, statističkim merenjem ili prognozom.

Za rešavanje ovakvih problema često se koristi drvo odlučivanja, sekvencionalno odlučivanje ili analize rizika, kao i teorije korisnosti. Međutim, u praksi se ove metode malo primenjuju iz prostog razloga što se poslovne odluke u velikoj meri donose prilikom neizvesnosti budućih događaja, za koje možemo pretpostaviti da će se desiti, postoji verovanje, ili su događaji poznati ali u tom trenutku vremena. Odluka ima svoje dejstvo u budućnosti gde se menjaju i drugi faktori koji utiču na sprovođenje odluke, odnosno kada se ocenjuje da li je doneta odluka postigla željene efekte.

3. Odlučivanje u situacijama neizvesnosti

Čovek je svakodnevno izložen potrebom da donosi nekakve odluke, bilo lične prirode bilo vezane za posao koji obavlja. Možemo reći da je neizvesnost prisutna prilikom svakog odlučivanja bez obzira koliko je problem naizgled jednostavan. Pitanje je samo koliko je DO spreman da zanemari neizvesnost i koliko je spreman da prihvati rizik pogrešne odluke. Neizvesnost možemo podeliti na neizvesnost prouzrokovanu pogrešnim pretpostavkama i neizvesnost zbog više sile. Pogrešne pretpostavke su posledica nedovoljnih informacija ili nepoznavanja prirode stvari u budućnosti, bilo da se radi o događaju koji ima uticaja na odluku a nije predviđen, ili je predviđen događaj ali nisu predviđeni svi efekti koje on nosi sa sobom, odnosno nije predviđeno vreme kada će događaj nastati. Viša sila je događaj koji ima štetne posledice koje se nisu mogle predvideti niti sprečiti, kao na primer vremenske nepogode, katastrofe ili drugi događaji slične prirode.

Osim nekih statističkih metoda gde se na osnovu poznavanja prošlosti može zaključivati o budućnosti, ne postoji način da se u svim segmentima predvide budući događaji. DO pretpostavlja određena stanja na bazi prikupljenih podataka (stanje resursa, raspoloživi kapaciteti, motivisanost zaposlenih i sl.), koja su u većini slučajeva tačna i neznatno promenljive u funkciji vremena.

Neizvesnost je prisutna i kada se donosi odluka pri poznatim svim parametrima za donošenje odluka, ali su pojedini kriterijumi kvalitativne prirode te vrednosti atributa za ocenu alternativa zavise od subjektivne procene DO, kao i relativne težine izabranih kriterijuma. Subjektivnost DO se kod rešavanja realnih problema ne može izbeći, ali se neodređenosti moraju uzeti u obzir prilikom procesa donošenja odluka. Ukupno uzev, neodređenost se može posmatrati u sledećim situacijama [7, str.237]:

- kada dati uslovi koji karakterišu pojam ne određuju jedinstveno očekivani rezultat, ovakve pojave se obično modeliraju teorijom verovatnoće;
- kada nije moguće (a nije ni potrebno) precizno znati posmatrane vrednosti, ovakve neodređenosti se obično tretiraju intervalnom matematikom;
- kada neodređenost potiče od nepreciznosti u komunikaciji među ljudima (npr. visoki ljudi, niska temperatura, slaba prodaja), ovakve se neodređenosti modeliraju teorijom fuzzy skupova."

4. Pojam fuzzy skupa

FUZZY skupove definišemo kao skupove kod kojih je granica skupa nejasna i zavisi od subjektivne procene ili preferencije individue. Pripadnost skupu se određuje na bazi stepena pouzdanosti i obeležava se sa μ . Dakle, μ ima karakteristiku verovatnoće pri tvrdnji da neki elemenat pripada ili ne pripada posmatranom skupu. Kao primer uzmimo skup pošta u kojima je velika gužva. Za konkretnu jedinicu poštanske mreže može se odrediti broj korisnika koji čekaju u redu kao granicu preko kog broja sa sigurnošću možemo reći da predstavlja veliku gužvu. Međutim, pored broja korisnika na gužvu utiče i vreme zadržavanja korisnika u pošti, prosečno trajanje transakcije, stanje resursa u pošti (gotovina, kadrovi i sl.) struktura korisnika i niz drugih faktora. Iz navedenih razloga nije moguće utvrditi egzaktnu granicu skupa samo na bazi broja korisnika u redu za čekanje. Ako tome dodamo i situaciju gde postoji više redova za čekanje, pa je broj korisnika u

jednom redu nesrazmerno veći od drugih redova, onda je percepcija korisnika u manjem redu da u pošti nije velika gužva, dok korisnik u velikom redu ima drugačije mišljenje.

Svaka percepcija se može opisati funkcijom pripadnosti koja zavisi od vrste problema i niza drugih elemenata.

Većina realnih poslovnih problema imaju u opisu parametare koji su nejasni i koje smatramo lingvističkim varijablama, odnosno koje se mogu opisati sa nekim od funkcija pripadnosti. U zavisnosti od relacija između tih parametara, njihovih težinskih koeficijenata, može se doneti vrednosna odluka o pripadnosti skupu.

Prvi rad vezan za fuzzy skupove objavio je 1965. godine Lotfi Zadeh i on se smatra začetnikom fuzzy teorije [7, str. 236]. Kasnije je objavljeno mnoštvo radova iz ove oblasti a jedan svetski priznat časopis je posvećen isključivo fuzzy teoriji "Fuzzy Sets and Systems". Zapravo, teorija fuzzy skupova omogućava tretiranje onih pojava koje su nejasne zbog nepreciznosti u komunikaciji između ljudi i koje se ne mogu modelirati teorijom verovatnoće ili intervalnom matematikom.

Fuzzy skup A definišemo kao skup uređenih parova $\{X, \mu_A(x)\}$ gde je $X = x_1 \cup x_2 \cup \dots \cup x_n$ a $\mu_A(x)$ - funkcija pripadnosti.

Na osnovu teorije o fuzzy skupovima razvijena je čitava lepeza njene primene u praksi i razvijena je teorija i upotreba fuzzy brojeva i fuzzy logike. Uslov da bi neka funkcija pripadnosti bila fuzzy broj jeste da je ona normalizovana i da je konveksna nad intervalom poverenja. Definisane su operacije nad fuzzy skupovima i fuzzy brojevima tako da se dalje govori o fuzzy programiranju i fuzzy logici, koje su pogodne za modeliranje i rešavanje realnih problema. Sve više se fuzzy teorija koristi kod regulisanja saobraćaja, inteligentnih mašina, u robotizaciji i drugim oblastima gde se upravljanje nekim procesima poverava mašinama.

5. Višekriterijumsko odlučivanje u situacijama neizvesnosti

Višekriterijumska analiza je nadgradnja jednokriterijumskih optimizacionih metoda koje su poznate u teoriji kao linearno i nelinearno programiranje, teorije igara, dinamičko programiranje, optimizacija rezervi, redovi čekanja, mrežno planiranje i druge. Navedene metode imaju svoju primenu u praksi, ali one nisu primenljive kod većine realnih poslovnih problema kada imamo situaciju izbora između više alternativa opisanih sa više suprotstavljenih ili delimično suprotstavljenih kriterijuma. Relni problemi imaju neke zajedničke osobine i to [1] [7, str. 279]:

- Veći broj kriterijuma, odnosno, atributa, koje mora kreirati donosilac odluke.
- Konflikt među kriterijumima, kao daleko najčešći slučaj kod realnih problema.
- Nesamerive (neuporedive) jedinice mere, jer po pravilu, svaki kriterijum, odnosno atribut ima različite jedinice mere.
- Projektovanje ili izbor. Rešenja ove vrste problema (VKO) su ili projektovanje najbolje akcije (alternative) ili izbor najbolje akcije iz skupa prethodno definisanih konačnih akcija.

Shodno navedenim karakteristikama VKO možemo podeliti na:

- Višeatributivno odlučivanje (višekriterijumaska analiza), i
- Višeciljno odlučivanje.

Razlika između višeatributivnog i višeciljnog odlučivanja se ogleda u tome što se kod višeatributivnog odlučivanja bira najbolja akcija iz konačnog skupa prethodno definisanih akcija opisanih eksplicitnim atributima, dok se kod višeciljnog odlučivanja definiše konačan skup ciljeva na osnovu kojih se projektuje ona akcija koja će najoptimalnije ispuniti definisane ciljeve.

Tipičan zadatak višeatributnog odlučivanja se daje kao:

Dato je m -alternativa i svakoj alternativni se pridružuje n -kriterijuma, tako da se bira najprihvatljivija alternativa a^* iz konačnog skupa alternativa A uzimajući sve kriterijume simultano.

$$A = [a_1, a_2, \dots, a_m] \text{ – poznati konačan skup altrnativa}$$

Svaka alternativa $a_i; i = 1, 2, \dots, m$ se opisuje vrednostima atributa $f_j; j = 1, 2, \dots, n$ koji su označeni sa $[40, 9] x_{ij}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$. Kriterijumi f_j mogu biti profitnog (benefitnog) tipa "što više to bolje-mah", ili troškovnog (kost) tipa "što manje to bolje-min".

Navedeno se može prikazati matricom odlučivanja O sledećeg izgleda:

	f_1	f_2	\dots	f_j	\dots	f_n
a_1	x_{11}	x_{12}	\dots	x_{1j}	\dots	x_{1n}
a_2	x_{21}	x_{22}	\dots	x_{2j}	\dots	x_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_i	x_{i1}	x_{i2}	\dots	x_{ij}	\dots	x_{in}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_m	x_{m1}	x_{m2}	\dots	x_{mj}	\dots	x_{mn}
	$\begin{pmatrix} \max \\ \min \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \max \\ \min \end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix} \max \\ \min \end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix} \max \\ \min \end{pmatrix}$

elementi matrice O su realni (nenegativni) brojevi ili lingvistički izrazi iz zadatog skupa lingvističkih izraza. Lingvistički atributi se moraju kvantifikovati u nekoj unapred dogovorenoj skali vrednosti. Najčešće skale prevođenja su [7, str. 282]:

- Redna (ordinalna skala)
- Interval skala
- Skala odnosa

Redna skala uspostavlja rang akcija, pri čemu se ne vodi računa o relativnim rastojanjima između rangova, za razliku od Interval skale gde se utvrđuju jednake razlike između vrednosti atributa i definisanih repera. Skala odnosa takođe obezbeđuje jednake odnose između vrednosti atributa ali reperi nisu unapred definisani. Smatra se da je

Interval skala pogodan način da se izvrši kvantifikacija kvalitativnih atributa. Najčešće se koriste skale od 1-9 jer obično nisu poznati ekstremi atributa za posmatrani kriterijum.

Kvantifikacija kvalitativnih kriterijuma se može vršiti na niz drugih načina od kojih je fazifikacija način da se uvažavaju neodređenosti koje su prisutne kod iskazivanja lingvističkih promenjivi. Dakle, matrica odlučivanja postaje kvantifikovana po svakom kriterijumu i takvu matricu nazivamo kvantifikovana matrica odlučivanja O1.

Da bi se zadatak mogao rešavati potrebno je izvršiti normalizaciju vrednosti atributa, odnosno izvršiti "ujednačavanje" ili "učiniti attribute bezdimenzionalnim", što znači da se vrednosti atributa svedu na interval 0-1. Normalizacija kvantifikovane matrice O1, može se vršiti na dva načina i to:

- Vektorskom normalizacijom, i
- Linearnom normalizacijom

Vektorska normalizacija se vrši tako što se svaki element kvantifikovane matrice odlučivanja podeli sa svojom normom. Norma predstavlja kvadratni koren zbira kvadrata vrednosti elemenata po svakom kriterijumu. Postupak je sledeći [8, str.14]:

- za svaku j-kolonu matrice odlučivanja izračunava se norma kao:

$$norma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}; (j = 1, \dots, n)$$

Gde je x_{ij} - vrednost j-tog atributa za i -tu alternativu.

Elementi nove normalizovane matrice odlučivanja R su r_{ij} i izračunavaju se na sledeći način:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{norma_j} (j = 1, \dots, n) \text{ za kriterijume } \mathbf{max} \text{ tipa}$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{norma_j} (j = 1, \dots, n) \text{ za kriterijume } \mathbf{min} \text{ tipa}$$

-Linearna normalizacija atributa, u zavisnosti od tipa kriterijuma, vrši se tako što se vrednost atributa deli sa maksimalnom vrednošću atributa za dati kriterijum, kada je u pitanju kriterijum tipa **max**, odnosno dopunom do 1 za dati kriterijum tipa **min**. Dobija se matrica odlučivanja R sa elementima:

Za kriterijume tipa **max**

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}; x_j^* = \left\{ x_j \mid \max_i x_{ij} \right\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$$

Za kriterijume tipa **min**

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^*}; x_j^* = \left\{ x_j \mid \max_i x_{ij} \right\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$$

Međutim, da bi se sačuvala maksimalna početna informacija u toku daljeg rada u odnosu na početne vrednosti atributa i vrednosti atributa drugih kriterijuma, za kriterijum tipa **min** potrebno je izvršiti "**korektno preslikavanje**" vrednosti atributa na interval 0-1. Naime, normalizovane vrednosti atributa za kriterijume tipa **max** biće u intervalu $r-1$ gde je $0 < p < 1$, dok kod kriterijuma tipa **min** ta vrednost se nalazi u intervalu od 0- r . Zato se predlaže linearna normalizacija sa preslikavanjem kao kod kriterijuma tipa **max** tako da je:

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^*}; x_j^* = \left\{ x_j \mid \max_i x_{ij} \right\}; x_j^- = \left\{ x_j \mid \min_i x_{ij} \right\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$$

Kada se dobije normalizovana matrica odlučivanja potrebno je utvrditi koeficijente relativne važnosti kriterijuma $w_j; j = 1, 2, \dots, n$ koje se takođe normalizuju tako da je:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

Relativna važnost kriterijuma je bitan deo postavke višekriterijumskog zadatka jer se na taj način uspostavlja odnos između kriterijuma koji, po pravilu, nisu iste važnosti. Relativne važnosti kriterijuma zavise od subjektivne procene DO (donosilac odluke) i u velikoj meri utiču na konačan rezultat. Množenjem svakog elementa normalizovane matrice r_{ij} sa pripadajućim težinskim koeficijentom w_j dobijamo konačnu matricu odlučivanja V gde se primenjuje neka od metoda rešavanja višekriterijumskih zadataka. Elementi matrice odlučivanja V su:

$$v_{ij} = w_j r_{ij}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Izbor metode za rešavanje višekriterijumskog zadatka zavisi od složenosti zadatka i od toga kakav se rezultat želi (rang alternativa, najbolja alternativa, skup zadovoljavajućih alternativa).

U većini slučajeva, kada se rešavaju realni problemi, rangiranje alternativa se vrši, između ostalog, i na bazi kvalitativnih kriterijuma. Svaka metoda za rešavanje višekriterijumskih zadataka podrazumeva da se atributi iskazani lingvističkim izrazima kvantifikuju. Već smo govorili o vrstama skala za kvantifikaciju atributa, ali nedostatak metoda za rešavanje višekriterijumskih zadataka može se ogledati i u tome što nije definisana jedinstvena skala za kvantifikaciju kvalitativnih atributa koja bi se strogo koristila u svim slučajevima. Može se pokazati da rang alternativa može biti različit ako se koriste različite skale za kvantifikaciju dva nezavisna kvalitativna kriterijuma [4]. Kod kvantifikacije kvalitativnih atributa uobičajeno je da se vrši prevođenje standardnog skupa lingvističkih izraza u numeričke vrednosti u unapred dogovorenoj skali vrednosti. Standardni skup lingvističkih izraza može biti:

$$x_{ij} \in \{mali, srednji, veliki\} \Rightarrow x_{ij} \in \{1, 3, 5\}$$

$$x_{ij} \in \{loš, dobar, odl.\} \Rightarrow x_{ij} \in \{1, 5, 9\}$$

$$x_{ij} \in \{loš, dovoljno, dobar, vrlo dobar, odl.\} \Rightarrow x_{ij} \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$x_{ij} \in \{loš, dovoljno, dobar, vrlo dobar, odl.\} \Rightarrow x_{ij} \in \{1, 3, 5, 7, 9\}$$

Dakle, ako za jedan kvalitativan kriterijum koristimo jedan standardni skup izraza i pripadajuću skalu za kvantifikaciju, a za drugi kvalitativan kriterijum drugi skup koji se razlikuje po broju elemenata skupa ali i po rasponu skale, onda postoji opasnost da se ne uspostavi relativni odnos između ta dva kriterijuma na korektan način. Zato se mora utvrditi jedinstven način kvantifikovanja kvalitativnih atributa.

Međutim, kada menadžeri daju kvalitativne ocene oni ih obično određuju tako da vrše poređenje sa nekom referentnom vrednosti. Kada profesor ocenjuje studenta onda on ima najvišu ocenu kao reper i poredi znanje studenta sa potrebnim znanjem za najvišu ocenu, ili pak sa pragom znanja potrebnog da bi se ispit položio. Ne retko, pokazano znanje studenta je takvo da zavrđuje ocenu koja je između vrednosti koje su moguće. Naprimer, iskaz profesora: "znali ste za više od 7 ali nedovoljno za 8" stvara problem, jer nije moguće dati ocenu decimalnim brojem. Na isti način menadžeri daju ocene o nekakvim kvalitativnim vrednostima, te se smatra da je za probleme višekriterijumske analize dobro uvesti standardnu skalu vrednosti od 1-10 i ocene davati imajući u vidu navedene ekstreme, uz mogućnost da atribut uzme bilo koju vrednost u navedenom intervalu. Svakako da je moguće formirati standardni skup lingvističkih izraza koji se mogu kvantifikovati u datoj skali, kao na primer:

Veoma loše	1
Loše	2
Dovoljno	3
Zadovoljavajuće	4
Dobro	5
Vrlo dobro	6
Veoma dobro	7
Odlično	8
Izuzetno	9
Perfektno	10

Tabela 1. Skala za prevođenje kvalitativnih atributa

Ako dopustimo da atribut može uzeti decimalnu vrednost, odnosno dozvolimo menadžeru da bude maksimalno precizan kao na primer "skoro odlično", onda stvaramo mogućnost da atribut uzme bilo koju vrednost u intervalu skale 1-10, pa navedeni iskaz menadžera kvantifikujemo sa 7,8. Šta više, menadžer može sam da kvantifikuje atribut bez lingvističkih iskaza kao meru odnosa prema celobrojnim vrednostima i/ili ekstremima u skali. Na taj način menadžer bi kvantifikovao i izraze poput "skoro", "približno", "malo manje", "nešto preko", "malo iznad" i.t.d., kao svoju subjektivnu procenu mere dostizanja. Ako menadžer vlada tehnikama višekriterijumske analize, što

je u novije vreme čest slučaj, onda kvantifikovanje kvalitativnih atributa predstavlja direktno pridruživanje brojne vrednosti atributu u definisanoj skali .

5.1. Fazifikacija kvalitativnih atributa

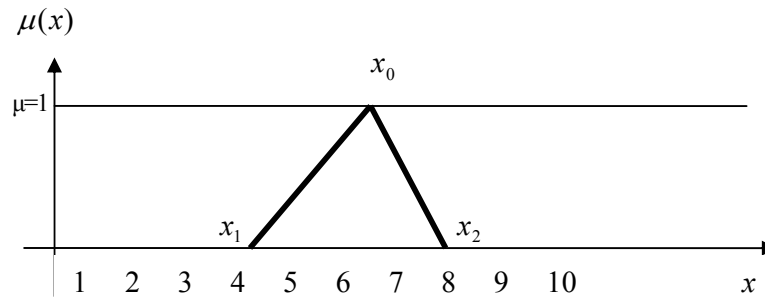
Pored standardne skale prevođenja, napred opisane , potrebno je izvršiti pridruživanje **skupa** brojeva svakom kvalitativnom atributu, odnosno da se utvrde intervali u kojima se ocene mogu kretati sa određenim stepenom ubeđenosti menadžera, kako bi se subjektivna ocena dala sa stepenom odstupanja.

Pre svega, potrebno je opredeliti proceduru utvrđivanja FUZZY brojeva kojima se opisuju atributi. Iskustvo autora govori da menadžeri kvantifikuju kvalitativne atribute poređenjem sa ekstremima i pretežno iskazima tipa: "oko x", "ne manje od x i ne više od y" , " između x i y" i slično, što u suštini jesu lingvistički izrazi takvi da se mogu predstaviti FUZZY brojem "trouglastog" oblika. Ponekad se daju iskazi kao "između x i y, ali ne manje od r i ne više od q", što predstavlja FUZZY broj trapezoidnog oblika, koji se može aproksimirati FUZZY brojem "trouglastog"oblika gde se za $\mu(x)=1$ uzima srednja vednost intervala x-y. Dakle, ako menadžer daje svoju ocenu o kvalitativnom atributu neodređeno, onda se ta ocena može iskazati FUZZY brojem.

Ako, usvojimo trouglasti FUZZY broj kao oblik FUZZY broja sa kojim opisujemo lingvističke iskaze menadžera tada se pomenuti interval može opisati sa tri diskretne vrednosti i to kao na slici 2.

$$p = x_0, \forall \mu(x_0) = 1; p^- = x_1; \forall \mu(x_1) = 0 \wedge x_1 \leq x_0;$$

$$p^+ = x_2; \forall \mu(x_2) = 0 \wedge x_2 \geq x_0$$



Slika 2. Primer FUZZY broja koji se pridružuje atributu

Podrazumeva se da ne postoji x takvo da je:

$$\mu(x) > 0 \wedge (0 \leq x < x_1 \vee x_2 < x \leq 10); 0 \leq x \leq 10$$

Predstavljeni FUZZY broj, koji razume se mora biti normalizovan i konveksan, predstavlja subjektivnu procenu menadžera po pitanju davanja ocene o nečemu što nije

egzaktno definisano već se izražava lingvističkim izrazima ili kvantifikuje u nekoj usvojenoj skali vrednosti. Lingvistički izrazi se kvantifikuju u intervalu vrednosne skale 1-10 tako da krajnje vrednosti skale odgovaraju izrazima "nedopustivo loše"=1 ili "perfektno" =10.

U našem primeru menadžer sa visokim verovanjem tvrdi da atribut ima vrednost "nešto više od 6". Na pitanje: koja je to najmanja i najveća vrednost koju bi ste dali atributu, menadžer se opredelio "nešto više od 8" i "ne manje od 4" što kada prevedemo u numerički oblik iznosi $x_1=4$ i $x_2=8,2$. Dakle, verovanje menadžera je da ocena za posmatrani atribut može biti od 4 do 8,2 i sa najvišim stepenom ubedenosti vrednost $x_0=6,3$. Razume se da izraz "oko 6" podrazumeva da je $x_0=6$, a da se x_1 i x_2 određuju tako da menadžer mora dati donju i gornju granicu mogućih vrednosti za atribut. Vidimo da ocena može uzeti racionalnu vrednost što praktično znači da postoji neograničen broj vrednosti koje atribut može imati u definisanoj skali vrednosti.

Sa druge strane, kada se daju subjektivne procene menadžeri su skloni da ocenu iskažu neodređeno, u smislu skoro 8 ili više od 6, približno 7, ili nekim drugim izrazima na osnovu kojih se teško mogu utvrditi granice intervala. Potrebno je insistirati na preciznijim određenjima kako bi se definisale vrednosti $x_i; i \in \{0,1,2\}$ za svaki atribut koji se iskazuje lingvistički, kako bi se jednoznačno utvrdio trouglasti FUZZY broj.

Dakle, FUZZY broj može imati razne oblike ali ipak možemo reći da u većini slučajeva menadžeri daju svoje lingvističke izkaze tako da se oni mogu aproksimovati trouglastim FUZZY brojem, gde se posmatraju vrednosti za $\mu(x)=0$, kao i za $\mu(x)=1$, a raspodela unutar intervala se linearizuje.

Subjektivnost menadžera je prisutna i kod određivanja težinskih koeficijenata. Međutim kod davanja težina mora se ići na fiksne vrednosti, jer se mora ispuniti uslov

$$: \sum_{j=1}^k w_j = 1, \text{ pa promena vrednosti jednog koeficijenta ima uticaja na sve ostale}$$

težinske koeficijente. Moguće je postaviti više zadataka sa različitim težinskim koeficijentima i analizirati rang alternativa u odnosu na unete izmene.

Pojedine odluke zahtevaju multidisciplinarna znanja pa se u proces odlučivanja uključuje više menadžera koji nezavisno daju svoje ocene. Moguće su velike razlike kod subjektivnih ocena pogotovu kod kriterijuma estetske prirode, pa DO mora odrediti vrednosti za $x_i; i \in \{0,1,2\}$ i težinskih koeficijenata statističkim metodama, što zavisi od slučaja do slučaja. Na ovaj način grupno odlučivanje dobija svoj smisao, a odluke su kvalitetnije.

Formiranje FUZZY skupova za svaki kvalitativan atribut vršio bi se na bazi pripadajućeg FUZZY broja i odabranog stepena ubedenosti. Nime, ako se opredelimo za stepen ubedenosti $\mu(x)=0,8$, onda se definiše FUZZY skup takav da se za vrednosti atributa mogu uzeti sve vrednosti x za koje je $\mu(x) \geq 0,8$. Zatim se vrši sračunavanje za:

$$\mu(x^-) = 0,8 \wedge x^- \leq x_0$$

$$\mu(x^+) = 0,8 \wedge x^+ \geq x_0$$

6. Zaključak

Savremeni način poslovanja zahteva od menadžera da sve češće donose važne poslovne odluke u uslovima stalnih promena u okruženju i situacijama kada se ne može doći do egzaktnih podataka za sve parametre koji utiču na donošenje neke poslovne odluke. Sa druge strane, pogrešne odluke mogu biti katastrofalne i nenadoknadive, tako da menadžeri moraju biti sposobni da odluke donose sa malim rizikom, a to se postiže savremenim metodama gde se koriste višekriterijumske metode i grupno odlučivanje. Naravno da korišćenje metoda višekriterijumske analize nisu same po sebi dovoljne, jer će uvek menadžeri imati odlučujuću ulogu kroz definisanje samog problema, određivanje težinskih koeficijenata i davanju ocena za kvalitativne kriterijume.

Ovaj rad je skroman doprinos teoriji odlučivanja u situacijama kada se odluke moraju donositi na bazi subjektivnih procena menadžera, što je u praksi veoma čest slučaj.

Literatura

- [1] C.Altrok, Fuzzy Logic I, Munchen, 1993.
- [2] C.L.Hwang and K.P.Yoon, Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.
- [3] D.A.Wren, Dan Voich Jr, Menadžment-proces strategija i ponašanje, "Privredni pregled", Beograd 1994.
- [4] D.Pavličić, "Normalisation Affectes the Results of MADM Methods", YJOR,11(2001), No 2, 251-265.
- [5] D.Pavličić, "Normalisation of Affecte Values in MADM Violates the Conditions of Consistent Choice IV, DI and ALFA", YJOR,10(2000), No 1, 109-122.
- [6] E.F. Harrison, The managerial Decision-Making Process, Houghtion Mifflin Co.,Boston 1987.
- [7] M.Čupić, V.M Rao Tumbala, M.Suknović, ODLUČIVANJE: formalni pristup, FON, Beograd, 2003.
- [8] M.Suknović, M.Čupić, VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE: formalni pristup, FON, Beograd, 2003.

Abstract: *This paper shall present the problems of business decision-making in the circumstances when we are not familiar with all parameters based on which decisions are being made, i.e., when we need to predict the future events not knowing the probability of certain events, or not being able to determine the relevant time periods. In those circumstances, managers must give their own personal estimations, which are, by rule, expressed in linguistic variables so that in that way, decision-making becomes a*

multi-criteria task with several criteria of quality. This paper shall present the scales for translating the linguistic phrases into the numeric form, the possibilities of application of FUZZY theory and group decision-making at the problems arising in the circumstances of uncertainty.

Keywords: *decision-making, uncertainty, multi-criteria task, quantification...*

DECISION-MAKING IN THE CIRCUMSTANCES OF UNCERTAINTY

Zoran Marković