

TRENDVI U POSLOVANJU

BAJESOV KRITERIJUM ODLUČIVANJA U IZBORU POUZDANIH ISPORUČILACA

Dr Snežana Mijailović

Visoka poslovna škola strukovnih studija „Prof. dr Radomir Bojković“ Kruševac
e-mail: snezana.km@ptt.rs

Sažetak

Konkurentski uslovi na tržištu uslovljavaju organizacije da nađu način da smanje troškove neusaglašenosti, povećaju produktivnost i poboljšaju uslugu kupaca. Orjentacija na kupce i njegove potrebe zahteva kontinuirano poboljšavanje kvaliteta proizvoda i usluga, niže cene, skraćivanje rokova isporuke i optimalne zalihe materijala na skladištu. Odluka preduzeća da li određene komponente kupiti ili proizvoditi - predstavlja značajnu dilemu u uslovima neizvesnosti na tržištu. U radu je objašnjena tehnika za izbor pouzdanih isporučilaca odlivaka za proizvodnju grejnih ploča - alternative korišćenjem apriori verovatnoća, koje se revidiraju sa procesom uzorkovanja. Opisana je tehnika prikupljanja podataka, tzv. binomnog uzorkovanja sa svim odgovarajućim elementima analize odlučivanja. Razvijen je model na osnovu kombinacije apriori raspodele sa procesom uzorkovanja, korišćenjem Bajesove teoreme za usklađivanje i reviziju subjektivnih verovanja i informacija iz apriori verovatnoća sa empirijskim podacima. Tako dobijene revidirane ili aposteriorne verovatnoće se potom koriste za nalaženje očekivanih troškova neusaglašenosti za svaku alternativu i za izbor optimalne strategije.

Abstract

Competitive terms and conditions on the market force organizations to find a way to reduce price of nonconformance increase

productivity and improve service to customers. Orientation to customer needs requires continuous improvement of quality of products and services, lower costs, shorter delivery time and the optimal inventory of materials in stock. Company's decision whether certain components should be bought or produced represents a significant dilemma in terms of uncertainty of the market itself. The paper explains the technique to choose a reliable supplier of castings for the production of heating plate - an alternative to using a priori probability, which are reviewed by the sampling process. The paper presents us with the technique of data collection - binomial sampling, with all the appropriate elements of decision-making analysis. The model based on a combination of a priori distribution of the sampling process, using Bayes's theorem for compliance and audit subjective beliefs and information from the a priori probability of the empirical data. The resulting revised or posterior probabilities are then used to find the expected costs of non-compliance for each alternative and the choice of optimal strategy dedicated.

Ključne reči: *Troškovi neusaglašenosti, Bajesova metoda, apriori verovatnoće, uslovne verovatnoće, aposteriorna verovatnoća, izbor pouzdanih isporučilaca.*

Key words: *price of nonconformance, Bayes methods, a priori probability, conditional probability, a posteriori probability, selection of reliable suppliers*

1. Uvod

Danas postoji tendencija da se organizacije odlučuju da kupuju komponente od isporučilaca koji su proizvođači velikih serija. Razlog za ovakvu odluku leži u rentabilnom poslovanju. U uslovima surove konkurencije i neizvesnosti na tržištu, sve je prisutniji sistematičan prilaz nabavci usaglašenih proizvoda (prema specifikaciji) po nižim nabavnim cenama. Organizacija analizom vrednosti nabavke proizvoda dovodi u vezi faktore: *trošak, kvalitet i rok isporuka*. Funkcija *nabavke* u organizaciji ima zadatak da uspostavi optimalni odnos između *troškova nabavke, kvaliteta i rokova isporuka*, kako bi se odredili optimalni uslovi pri izboru isporučilaca za isporuku usaglašenih proizvoda. Analiza troškova nabavke se proučava sa aspekta kvaliteta kao odlučujućeg faktora u odnosu na konkurentne organizacije, dok je aspekt roka isporuka zavisao od neposrednih potreba u procesu proizvodnje. Odluka menadžera o izboru isporučioaca zasniva se na *Bajesovom kriterijumu* prema kojem je optimalna odluka ona koja maksimizira očekivanu korisnost, odnosno očekivanu novčanu isplativost. U radu je prikazan ilustrativni primer primene *Bajesove metode* u izboru pouzdanih isporučilaca i izvršena analiza rezultata.

2. Kvalitet u procesu nabavke

Šta je kvalitet u poslovanju? Odgovor je u novoj japanskoj proizvodnoj filozofiji koja je definisana početkom 70-tih godina prošlog veka. Japansko shvatanje pojma kvaliteta svakako je danas svetski standard. Međutim, njegovo razumevanje i prihvatanje nije jednostavno i zahteva razumevanje osnovnih principa japanske proizvodne filozofije. Kompleksnost pojma kvaliteta proizilazi iz intenzivnog trenda promene odnosa kupaca prema kvalitetu. U rezultatima istraživanja iz 1979. godine, oko 75% kupaca smatra da je najvažnije da kvalitet proizvoda bude visok, dok u 1986. godini taj broj je 80-90 % kupaca [3]. Suština ovog pristupa je u tome da se kao zainteresovane strane za proizvodnju, pored samog preduzeća u okviru kojeg se ona

odvija, pojavljuju i *korisnici*, odnosno kupci proizvoda, kao i *isporučioци* potrebne opreme i materijala za proizvodnju. Izbor isporučilaca treba da obezbedi da se na najbolji način zadovolje tehničke, komercijalne, finansijske i druge potrebe organizacije. Cilj upravljanja snabdevanjem jeste isporuka pravog proizvoda, na pravo mesto, u pravo vreme, pod pravim uslovima i sa pravom cenom [1]. Nabavka je značajna prometna funkcija, ali često se degradirala kao prodaja sa obrnutim predznakom. Pedesetih godina prošlog veka, u teoriji i praksi, promenilo se shvatanje da nabavna služba nije samo „druga strana medalje“ prodaje, već da obavlja i aktivnu funkciju. Rezultat procene po mišljenju analitičara je da 1% ušteda u nabavci, kao rezultat efikasnog procesa kupovine, utiče sa 15 % na nominalni rast profita organizacije [4].

Savremeni uslovi poslovanja uslovljavaju povećanje broja kriterijuma za ocenjivanje faktora za izbor pouzdanih isporučilaca. Tendencija smanjenja stope privrednog rasta je znatno uticala na manji broj isporučilaca, što dodatno komplikuje određivanje statusa novim i postojećim isporučioциma. Organizacija sa isporučioциma koji imaju status „pouzdan“, nastoji da uspostavi partnerski odnos sa dugoročnom saradnjom u isporučivanju proizvoda u ugovorenim rokovima i kvalitetom. Ovakvim odnosom sa isporučioциma postiže se sklapanje dugoročnih ugovora i uspostavljaju potpuno novi odnosa poverenja, otvorenosti i kooperacije. Ocenjivanje novih i postojećih isporučilaca je kontinuirani proces i sprovodi se periodično u toku godine. Određivanje statusa isporučilaca sprovodi se na kraju ili u toku godine, ukoliko ocene postojećih isporučilaca padnu ispod donje propisane granice (više isporuka proizvoda neusaglašenog kvaliteta).

2.1 Izbor pouzdanih isporučilaca

Izbor isporučilaca je proces koji počinje javnim oglašavanjem nabavke, direktnim kontaktom sa isporučiocem ili upućivanjem upitnika na popunjavanje isporučioциu [7]. Povratne informacije koje se dobijaju od isporučilaca, kao odgovor na ponudu

naručioca, predstavljaju *ulazne podatke* za bazu podataka o isporučiocima. Parametri za vrednovanje performansi isporučilaca u bazi podataka su vrednosno ocenjeni i na osnovu njih se proces nabavke prati, meri i kontinualno poboljšava. Baza podataka o isporučiocima obuhva sledeće parametre:

- *moć isporučilaca* – ukupna vrednost redovne nabavke po isporučiocima
- *kvalitet isporučilaca* – procentualno učešće troškova reklamacije po isporučiocu u ukupnoj nabavnoj vrednosti tog isporučioaca
- *ažurnost rešavanja reklamacija* – procentualno učešće rešenih reklamacija prema broju ukupnih reklamacija isporučioaca
- *rokovi isporuka* – poštovanje ugovorenih rokova isporuka od strane isporučilaca
- *tačnost isporuka* – prosečni troškovi kašnjenja ugovorenih isporuka prema broju dana na ugovoreni rok
- *cena isporučenog proizvoda* – nabavna cena isporučenih proizvoda
- *troškovi nabavke isporučenih proizvoda* - procentualno učešće troškova neusaglašenosti proizvoda u nabavnoj ceni po isporučiocima
- *vanredni troškovi kvaliteta* – procentualno učešće troškova neusaglašenosti proizvoda, po osnovu skrivene mane u procesu proizvodnje u vrednosti proizvodnje
- *ispunjavanje ugovorenih narudžbi* – procentualno učešće vrednosti neisporučenih proizvoda u ukupnoj vrednosti narudžbi po isporučiocima
- *servisiranje* – troškovi servisiranja u garantnom roku i vreme servisiranja od strane isporučilaca od prijavljene reklamacije
- isporučioaci koji poseduju sertifikat: *ISO 9001:2000, ISO 14000:2000, ISO 9004:2000*

Odluka o izboru isporučioaca je dokumentovan postupak, koji pruža mogućnost isporučiocima da sagledaju svoju poziciju na osnovu uvida u značajnost pojedinih kriterijuma za poboljšanje budućeg statusa. Izbor pouzdanih

isporučilaca predstavlja kontinuirani proces koji je moguće automatizovati projektovanjem modela.

U narednom poglavlju je prikazana primena *Bajesove teoreme* u modelu odlučivanja za izračunavanje aposteriornih verovatnoća i njihova primena u donošenju odluka o izboru pouzdanih isporučilaca.

3. Primena Bajesove teoreme u odlučivanju

Odlučivanje u uslovima neizvesnosti ne podrazumeva jedan – najbolji kriterijum za izbor strategije. Postoje različiti kriterijumi na osnovu kojih se nameću racionalni razlozi koji opravdavaju i preporučuju njihovu upotrebu. *Donosilac odluke* po svom ličnom stavu trebalo bi da se opredeli za neki od tih kriterijuma. Cilj u izboru kriterijuma optimalnosti je mogućnost da se smanji rizik u donošenju odluka. U tom slučaju je jasno zašto se ne može govoriti o najboljem kriterijumu za izbor strategije. Primena *Bajesove teoreme* nastoji da se na osnovu poznate apriori verovatnoće, koja predstavlja rezultat subjektivne procene menadžera zasnovane na praćenju događaja u prošlosti, omogući realizacija određenog događaja. Informacije slučajne promenljive X dobijene kroz uzorkovanje, pri čemu se računa vrednost tzv. statistike iz uzorka ima raspodelu i naziva se raspodelom uzorkovanja, koju označavamo $P(X=x/w_j)$ ili $P(x/w_j)$. Kombinovanje informacija uzokrovanjem sa apriori informacijama, menadžeru omogućava verodostojnost odigravanja svakog mogućeg realnog stanja posle (aposteriorno) procesa uzorkovanja. Kombinovanje apriori verovatnoća i informacija uzorkovanja u novu aposteriori raspodelu, koja se naziva i revidirana raspodela jeste karakteristika primene *Bayes-ove teoreme* [5]:

$$P(w_j|x) = \frac{P(x|w_j) \cdot P(w_j)}{\sum_{k=1}^N P(x|w_k) \cdot P(w_k)} \quad (2.1)$$

gde je: w_j j -ta klasa i x predstavlja osobine/karakteristike vektora. Osnovno pravilo odlučivanja (određene klase) je izbor

klase w_j za najbolju uslovnu verovatnoću $P[w_j|x]$. Izraz (2.1) je raščlanjen na:

- $P[w_j]$ - apriorna verovatnoća od w_j

- $P[x|w_j]$ - uslovna verovatnoća od x

za dato w_j

- $P[w_j|x]$ - aposteriorna verovatnoća od w_j za dato x , $j = 1, 2, \dots, n$.

Pravila odlučivanja se daju u tabelarnoj formi tipa: za $X - P(x) \rightarrow a$, gde je x - rezultat uzorkovanja, p - pravilo odlučivanja i a - najbolja akcija.

U slučaju da menadžer nastoji da smanji neizvesnost, on koristi različite procedure pri izboru najbolje akcije za rešavanje problema odlučivanja. Dodeljuje se za svaku akciju, zavisno od raspodele apriori verovatnoće za pojedinačna stanja. Izračunava se očekivana vrednost za svaku akciju i bira akciju čija je očekivana vrednost najpovoljnija za njega. Očekivana novčana vrednost (ONV) definiše se kao promenljiva stanja i ako uzima vrednosti S_1, S_2, \dots, S_m , sa raspodelom apriori verovatnoća $P(S_1), P(S_2), \dots, P(S_m)$, tada se očekivana novčana vrednost akcija a_i obeležena sa $ONV(a_i)$ može definisati izrazom [2]:

$$ONV(a_i) = \sum_{j=1}^m p_{ij} P(S_j) \quad (2.2)$$

gde je p_{ij} plaćanje ako menadžer izabere akciju a_i i realizuje se stanje s_j . Menadžer donosi odluku za akciju kod koje je očekivana novčana vrednost optimalna. Kriterijum se naziva ONV maksimuma, tj. izabrana akcija a_k ako je:

$$ONV(a_i) = \max\{ONV(a_i)\} \quad (2.3)$$

U slučaju troškova izabrane akcije za koju je očekivana novčana vrednost minimalna, izraz glasi:

$$ONV(a_i) = \min_{a_i} \{ONV(a_i)\} \quad (2.4)$$

gde je $ONV(a_i)$ očekivana novčana vrednost akcije a_i . Primena ONV kriterijuma sa više akcija zahteva nekoliko koraka:

Korak 1: Identifikovati sve raspoložive alternative odlučivanja a_i ($i = 1, 2, \dots, n$) i kriterijume s_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Korak 2: Odrediti verovatnoću p_{ij} za svaku akciju a_i i stanje s_j .

Korak 3: Dodeliti apriori verovatnoće $P(s_j)$ svakom stanju s_j .

Korak 4: Izračunati ONV za svaku akciju a_i .

Korak 5: U slučaju da je kriterijum profit, tada treba izabrati akciju čija ONV ima maksimalnu vrednost od svih ONV dobijenih u koraku 4 i za kriterijum troškova izabrati akciju čija ONV ima minimalnu vrednost od svih ONV dobijenih u koraku 4.

Bajesova teorija ima elemente statičkog ali isto tako i dinamičkog odlučivanja, u kojem ishod jedne prethodne odluke ima uticaj na sledeće odluke [6]. Primena Bajesovog kriterijuma u rešavanju problema realnog sistema, omogućava menadžeru da planira strategiju međusobno povezanih akcija i na osnovu njih - prognozira događaje u budućnosti.

4. Ilustrativni primer

Razvoj modela za rešavanje problema izbora pouzdanih isporučilaca odlivaka za proizvodnju GP u uslovima neizvesnosti spovodi se na osnovu analiza odlučivanja sa uzorkovanjem. Ulazna kontrola kvaliteta obavlja kontrolu isporučenih odlivaka na osnovu metode AQL u Fabrici elektrotermičkih proizvoda u Kraljevu. Ulazni podaci su vrednost vanrednih troškova dorade neobrađenih isporučenih odlivaka od tri isporučilaca na liniji strugova (prilog 1).

Podaci su prikupljeni na osnovu Zapisnika o škartu Operativne kontrole kvaliteta (OKK). Fabrika elektrotermičkih proizvoda (FETP) je nabavljala neobrađene odlivke od livnice-Kikinda (LK), livnice-Mačkatica (LM) i železara-Iljaš (ŽI) u serijama od 30.000 komada odlivaka na 10 dana. Analizom izveštaja o kvalitativnom prijemu isporučenih serija neobrađenih odlivaka Ulazne kontrole kvaliteta prikupljeni su podaci za preispitivanje statusa i izbor

isporučioaca. Isporučeni neobrađeni odlivci obrađuju se na liniji strugova i uzorkovanje se kontinuirano vrši od strane radnika na strugu. Troškovi neusaglašenosti isporučenih neobrađenih odlivaka je obračunato na osnovu prosečene nabavne cene (tabela 2.2). Menadžer u donošenju odluka rukovodi se kriterijumima Y_1 – vrednost vanrednih troškova dorade neobrađenih odlivaka i Y_2 - vrednost vanrednih troškova prslih neobrađenih odlivaka na liniji strugova u svakoj isporučenoj seriji. *Apriorne verovatnoće* su subjektivne ocene menadžera zasnovane na *Izveštajima o škartu/doradi OKK* o isporučenim neobrađenim odlivcima iz prijemnog magacina, na osnovu trebovanja u *Pogon strugova*:

- u $P(X_1) = 50$ % vrednosti nabavke isporučenih neobrađenih komada odlivaka *LK* su $P(Y_1) = 7$ % vanredni troškovi dorade neobrađenih odlivaka i $P(Y_2) = 3$ % vanredni troškovi prslih neobrađenih odlivaka na liniji strugova,
- u $P(X_2) = 30$ % vrednosti nabavke isporučenih neobrađenih komada odlivaka *LM* su $P(Y_1) = 11$ % vanredni troškovi dorade odlivaka i $P(Y_2) = 4$ % vanredni troškovi prslih neobrađenih odlivaka na liniji strugova i
- u $P(X_3) = 20$ % vrednosti nabavke isporučenih neobrađenih komada odlivaka *ŽI* su $P(Y_1) = 17$ % vanredni troškovi dorade odlivaka i $P(Y_2) = 5$ % vanredni troškovi prslih neobrađenih odlivaka.

Menadžer je definisao *akciju* :

a_1 – naručiti odlivke od isporučioaca sa minimalnim vanrednim troškovima dorade neobrađenih odlivaka i

a_2 – naručiti odlivke od isporučioaca sa minimalnim vanrednim troškovima prslih neobrađenih odlivaka na liniji strugova.

Određivanjem apriornih verovatnoća za date alternative i verovatnoće za izabrane kriterijume moguće je izračunati aposteriornu verovatnoću primenom *Bajesove metode*. Ovom metodom procenjuju se *očekivani vanredni troškovi*

neusaglašenosti neobrađenih odlivaka. Proces strugarske obrade odlivaka sa uzorkovanjem je kontinuirani proces gde promenljiva X uzima diskretne vrednosti u intervalu $[0,1]$. Procenom očekivanih troškova neusaglašenosti metodom *ONV – kriterijuma* sprovodi se izbor pouzdanog isporučioaca. *Analiza rešenja* primenom metode *ONV* realizuje se kroz pet koraka.

Korak 1 – *postavka problema* je izbor pouzdanog isporučioaca odlivaka, kod kojeg su očekivani vanredni troškovi obrade isporučenih neobrađenih odlivaka minimalni.

Korak 2 – strukturiranje problema (identifikacija problema, izbor mogućih aliterativa, izbor kriterijuma za vrednovanje rešenja).

Korak 3 – uslovne verovatnoće su izračunate korišćenjem binomne raspodele za X broj komada isporučenih odlivaka u slučajnom uzorku, na osnovu vanrednih troškova obrade i predstavlja *analizu sa binomnim uzorkovanjem*.

Za određivanje kriterijuma optimalnosti u izboru isporučilaca koriste se aposteriorne verovatnoće izračunate *Bajesovom* formulom. Zbir uslovnih verovatnoća za izabrane kriterijume je 1.

Korak 4 – vrednovanje i izbor rešenja na osnovu očekivanih vanrednih troškova dorade isporučenih neobrađenih odlivaka.

Korak 5 – analiza rezultata (primena rešenja i vrednovanje rezultata) i donošenje odluke o izboru pouzdanog isporučioaca.

Postavka problema je u određivanju apriornih verovatnoća za isporučene neobrađene odlivke po tipu od isporučioaca. U slučaju da se uzima procenat neusaglašenih komada isporučenih neobrađenih odlivaka po tipu, problem se dodatno komplikuje zbog različitih nabavnih cena za svaki tip odlivka. Međutim, isporučeni neobrađeni odlivci se obrađuju na liniji strugova, gde svaka operacija ima vrednosni obračun. Na osnovu prethodnog obrazloženja, problem se svodi na to da slučajna promenljiva X_i predstavlja učešće vanrednih troškova dorade isporučenih neobrađenih odlivaka u ukupnoj vrednosti

nabavke. Apriorne verovatnoće (tabela 2.2) za X_i su diskretne vrednosti za kriterijume:

Y_1 – učešće vanrednih troškova dorade isporučenih neobrađenih odlivaka na liniji strugova

Y_2 – učešće vanrednih troškova prslih isporučenih neobrađenih odlivaka na liniji strugova

Tabela 2.2 Apriorne verovatnoće za izabrane kriterijume po isporučioacu

Alternative			Kriterijumi	
			Y_1	Y_2
LK	X_1	0,50	0,07	0,03
LM	X_2	0,30	0,11	0,04
$ŽI$	X_3	0,20	0,17	0,05

$$P(w_j=0,07|X=0) = \frac{P(X=0|w_1=0,07) \cdot P(w_1=0,07)}{P(X=0|w_1=0,07)P(w_1=0,07) + P(X=0|w_1=0,1)P(w_1=0,1) + P(X=0|w_1=0,17)P(w_1=0,17)} = \frac{0,93 \cdot 0,50}{0,93 \cdot 0,50 + 0,89 \cdot 0,30 + 0,83 \cdot 0,20} = 0,518$$

Pretpostavimo da je menadžer, pre nego što donese odluku o izboru pouzdanih isporučilaca za odlivke, prikupio i dodatne informacije. Najbolji način za prikupljanje dodatnih podataka je da se sprovede *uzorkovanje* od n komada neobrađenih odlivaka iz isporučenih serija od isporučilaca na liniji strugova. U primeru se koristi slučajno izabran uzorak od $n = 1$ odlivaka iz isporučene serije, zbog jednostavnosti u predstavljanju modela (tabela 2.3). Menadžer, na osnovu eksperimenta, očekuje da se dobiju informacije o očekivanim troškovima neusaglašenosti. Rezultati uzorkovanja zadovoljavaju pretpostavke *binomne raspodele*, zbog čega se koristi za nalaženje uslovne verovatnoće broja neusaglašenih komada odlivak u uzorku, za datu verovatnoću π , izraz je:

$$P\{x|n=1, s\} = P\{X=x|n=1, \pi\} = \binom{1}{x} \pi^x (1-\pi)^{1-x}$$

U uzorku od $n = 1$ odlivaka, slučajna promenljiva X - broj komada neobrađenih odlivaka, može uzeti vrednost 0 – odlivak za doradu ili 1 – odlivak je prsao. Prikupljeni podaci uzorkovanjem odlivaka izračunava se binomna verovatnoća, gde je opšti izraz:

$$P\{X=x|n, \pi\} = \binom{n}{x} \pi^x (1-\pi)^{n-x}, \quad k=0,1,\dots,n$$

odnosno, za vrednost $X = 0$ i $\pi = 0,07$ (vrednost za kriterijum Y_1) su izračunate na osnovu izraza:

$$P\{X=0|n=1, \pi=0,07\} = \binom{1}{0} 0,07^0 (1-0,07)^{1-0} = 0,93$$

predstavljaju uslovne verovatnoće (prilog 2). Aposteriorne verovatnoće za oba kriterijuma i za dati rezultat uzorkovanja su izračunate Bajesovom teoremom (2.1), na osnovu apriori verovatnoća $P(w_j)$ iznosi $P(w_1)=0,5$, $P(w_2)=0,3$, $P(w_3)=0,2$. Način izračunavanja aposteriori verovatnoća su za $P(w_j=0,07|X=0)$ prikazane detaljno, a za $X = 1$ vrednosti su prikazane u tabeli (prilog 3 i 4). Izraz je:

Menadžer u donošenju odluka u izboru pouzdanih isporučilaca rukovodi se funkcijom troškova za akciju a_1 za kriterijum Y_1 – dorada odlivaka i a_2 za kriterijum Y_2 – prsli odlivci. Prosečna cena dorade neobrađenog odlivka je 0,11 €/kom i za prsli odlivak 0,98 €/kom. Funkcija troškova neusaglašenosti za akciju a_1 i a_2 su:

$$P(a_1) = 30.000 \cdot 0,11 s_j = 3.300 \cdot s_j \quad (2.5)$$

$$P(a_2) = 30.000 \cdot 0,98 s_j = 29.400 \cdot s_j \quad j=1,2,3$$

Vrednosti u tabeli odlučivanja su dobijene iz funkcija troškova neusaglašenosti (2.5). Očekivani troškovi neusaglašenosti (žaljenje) za akcije a_1 i a_2 su ponderisane aposteriori verovatnoće, koje se u ovom primeru praktično vrlo malo razlikuju zbog male veličine uzorka $n=1$. Softversko rešenje proračuna Bajesovom metodom je programirano u programskom jeziku C^{##} u Windows okruženju (prilog 5).

5. Analiza rezultata

Analiza tabele odlučivanja za akcije a_1 i a_2 na osnovu očekivanih vanrednih troškova neusaglašenosti za kriterijum Y_1 i Y_2 za izabrane isporučioce sadrži:

- najniže očekivane vanredne troškove neusaglašenosti za kriterijum Y_1 – doradu, za vrednost uzorkovanja $X = 0$, kod železare „Ilijaš“ - 104 €, kod livnice „Mačkatice“ - 108 € i za livnicu „Kikinda“ – 120 € po svakoj isporuci odlivaka.

Isporuka odlivaka je najniža kod železare Ilijaš (20 %), odnosno očekivani vanredni troškovi dorade nisu u srazmeri, što ukazuje na loš kvalitet odlivaka. Najbolja odluka je izbor isporučioaca odlivaka livnica - Kikinda - za kriterijum Y_2 – prsli odlivci, očekivani troškovi neusaglašenosti su najniži kod livnice „Kikinda“ – 302 €, kod livnice „Mačkatice“ – 380 €, kod železare „Ilijaš“ – 491 € po isporuci odlivaka.

Analiza rezultata je ukazala da je za *FETP* najbolja akcija a_1 , odnosno da livnica „Kikinda“ predstavlja pouzdanog isporučioaca odlivaka.

6. Zaključak

Bajesov kriterijum odlučivanja je ukazao na sledeće implikacije:

Aposteriorna analiza je opravdala primenu u reviziji *Izveštaja* o statusu isporučilaca, jer

reflektuje stepen očekivanja, pre nego relativne frekvencije u uzorcima.

Bajesov pristup reviziji apriori verovatnoća je realni način razmišljanja menadžera, koji vrši proces integrisanja novih informacija u procesu racionalizacije njihovih prethodnih odluka, kao kontrolu i realizaciju svojih budućih odluka.

Bibliografija

1. Copra S., Meindi P., Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice-Hall, Inc., 2001.
2. Čupić M., Suknović M., Odlučivanje, šesto prerađeno i dopunjeno izdanje, FON, Beograd, 2008.
3. Davenport, T.H., Short, J.E., The New Industrial Engineering, Sloan Management Review, Summer, 11-27, 2000.
4. Hammer, M. and Champy, J., Reengineering the Corporation, New York: HarperCollins Publishers, 1993.
5. Lubik T., Schorfheide F., *A Bayesian Look at New Open Economy*, Macroeconomics, Johns Hopkins University of Pennsylvania, 2005.
6. Petrašinović P., Lalović G., Bajesov metod i njegova primena u poslovnom odlučivanju, časopis Marketing, br. 4, Beograd, 2003.
7. Zakon o javnim nabavkama, Službeni glasnik br. 50/09, Beograd, 2009.

Istorija rada:

Rad primljen: 07.05.2013.

Prva revizija: 23.05.2013.

Prihvaćen: 26.05.2013.

PRILOG 1*Troškovi neusaglašenosti neobrađenih odlivaka livnice-Kikinda*

Tip grejne ploče	Isporučeni odlivci	Troškovi neusaglašenosti (neobrađeni odlivci isporučeni od livnice - Kikinda)			
		dorada		prsli odlivci	
		kom	€	kom	€
Ø 80	128.882	1.450	158,65	1.450	480,50
Ø 110	21.556	510	40,00	275	155,60
Ø 145	444.247	16.657	1.923,41	3.872	3.417,83
Ø 180	433.580	17.764	2.396,48	6.980	8.831,65
Ø 220	68.797	4.516	601,48	927	1.688,13
Σ	1.097.062	40.897	5.120,02	13.504	14.573,71

Troškovi neusaglašenosti neobrađenih odlivaka livnice - Mačkatice

Tip grejne ploče	Isporučeni odlivci	Troškovi neusaglašenosti (neobrađeni odlivci isporučeni od livnice - Mačkatice)			
		dorada		prsli odlivci	
		kom	€	kom	€
Ø 80	128.882	1.090	98,70	837	277,36
Ø 110	21.556	420	32,95	298	168,61
Ø 145	444.247	14.345	1664,79	3.015	2.661,35
Ø 180	433.580	15.863	2.137,79	6.467	8.182,56
Ø 220	68.797	3.638	489,79	812	1.478,71
Σ	1.097.062	35.356	4.424,02	46.785	12.768,59

Troškovi neusaglašenosti neobrađenih odlivaka železare Ilijaš

Tip grejne ploče	Isporučeni odlivci	Troškovi neusaglašenosti (neobrađeni odlivci isporučeni od železare- Ilijaš)			
		dorada		prsli odlivci	
		kom	€	kom	€
Ø 80	128.882	1.440	130,40	763	251,79
Ø 110	21.556	360	28,57	207	117,12
Ø 145	444.247	14.738	1.647,78	3.528	3.114,18
Ø 180	433.580	16.813	2.286,64	5.655	7.153,57
Ø 220	68.797	4.224	569,49	801	1.458,67
Σ	1.097.062	84.360	4.662,88	95.314	12.095,33

PRILOG 2

Aposteriorna analiza za izabrane kriterijume

Apri. vera.	Kriterijum		Uslovne verovatnoće				Složene verovatnoće			
	Y_1	Y_2	$P(X=0 Y_1)$	$P(X=1 Y_2)$	$P(X=1 Y_1)$	$P(X=0 Y_2)$	$X_j = 0$		$X_j = 1$	
							$P(Y_1) \cdot P(X_i Y_1)$		$P(Y_2) \cdot P(X_i Y_2)$	
0,50	0,07	0,03	0,93	0,97	0,07	0,03	0,465	0,485	0,035	0,015
0,30	0,11	0,04	0,89	0,96	0,11	0,04	0,267	0,288	0,033	0,012
0,20	0,17	0,05	0,83	0,95	0,17	0,05	0,166	0,190	0,034	0,010
Σ							0,898	0,963	0,102	0,037

* nastavak prethodne tabele

Aposteriorna verovatnoća			
$P(Y_1)$		$P(Y_2)$	
0,518	0,504	0,343	0,343
0,297	0,299	0,323	0,323
0,185	0,197	0,334	0,334
1,000	1,000	1,000	1,000

PRILOG 3

Tabela odlučivanja za $X = 0$

Apri. vero.	Kriterijum		Uslovna verovatnoća		Složena verovatnoća		Aposteriorna verovatnoća	
	Y_1	Y_2	$P(X=0 Y_1)$	$P(X=1 Y_2)$	$X_j = 0$		$P(Y_1)$	
					$P(Y_1) \cdot P(X_i Y_1)$			
0,50	0,07	0,03	0,93	0,97	0,465	0,485	0,518	0,504
0,30	0,11	0,04	0,89	0,96	0,267	0,288	0,297	0,299
0,20	0,17	0,05	0,83	0,95	0,166	0,190	0,185	0,197
Σ							1,000	

*nastavak prethodne tabele

Plaćanja (€)		Žaljenje (€)	
a_1	a_2	a_1	a_2
231	882	120	444
363	1.176	109	352
561	1.470	104	290

PRILOG 4

Tabela odlučivanja za $X = 1$

Apr. ver.	Kriterijum		Uslovna		Složena verovatnoća		Aposteriorna verovatnoća	
	Y_1	Y_2	$P_{X=1 Y_1}$	$P_{X=1 Y_2}$	$X_j = 1$		$P(Y_2)$	
					$P(Y_2) \cdot P(X_j/Y_2)$			
0,50	0,07	0,03	0,07	0,03	0,035	0,015	0,343	0,343
0,30	0,11	0,04	0,11	0,04	0,033	0,012	0,323	0,323
0,20	0,17	0,05	0,17	0,05	0,034	0,010	0,334	0,334
Σ							1,000	1,000

*nastavak prethodne tabele

Plaćanja		Žaljenje	
a_1	a_2	a_1	a_2
231	882	79	302
363	1.176	117	380
561	1.470	187	491

PRILOG 5

Proračun Bajesovom metodom

Isporučilac1 : Livnica "Kikinda", , Srbija

Isporučilac2 : Livnica "Mačkatica", , Srbija

Isporučilac3 : Železara "Ilijaš", BiH

Isporučilac	ULAZNI PODACI			Uslovne verovatnoće				Složene verovatnoće				Aposteriorna verovatnoća			
	Apriorna ver. $P(Y_i)$	Kriterijumi		$X_i = 0$		$X_i = 1$		$X_i = 0$		$X_i = 1$		$P(Y_1)$		$P(Y_2)$	
		Y_1	Y_2	$P(Y_1)$	$P(Y_2)$	$P(Y_1)$	$P(Y_2)$	$P(Y_1) \cdot P(Y_1)$	$P(Y_1) \cdot P(Y_2)$	$P(Y_1) \cdot P(Y_1)$	$P(Y_1) \cdot P(Y_2)$	$P(Y_1)$	$P(Y_2)$	$P(Y_1)$	$P(Y_2)$
1	0,5	0,07	0,03	0,93	0,97	0,07	0,03	0,465	0,485	0,035	0,015	0,518	0,504	0,343	0,405
2	0,3	0,11	0,04	0,89	0,96	0,11	0,04	0,267	0,288	0,033	0,012	0,297	0,299	0,324	0,324
3	0,2	0,17	0,05	0,83	0,95	0,17	0,05	0,166	0,19	0,034	0,01	0,185	0,197	0,333	0,27
TOTAL								0,898	0,963	0,102	0,037	1	1	1	1

Softversko rešenje proračuna Bajesovom metodom