

## ISTRAŽIVANJE MEĐUZAVISNOSTI KARAKTERISTIKA KVALITETA I TROŠKOVA KVALITETA PROIZVODA

M.Kolarević<sup>1</sup>, T.Pantelić<sup>2</sup>

### REZIME

*Upravljanje kvalitetom i ekonomijom kvaliteta proizvoda je praktično nemoguće bez poznavanja oblika i stepena međuzavisnosti karakteristika kvaliteta i troškova kvaliteta proizvoda. Formiranje odgovarajuće baze podataka o troškovima kvaliteta, utvrđivanje osnovnih karakteristika kvaliteta proizvoda i primena metoda regresione i korelacione analize su osnovni preduslov za definisanje ovih uzročno-posledičnih veza. U radu je dat predlog modela za rešenje pomenutog problema.*

### 1. UVOD

Opšte je prihvaćena definicija da je kvalitet skup karakteristika proizvoda ili usluga kojima se zadovoljavaju potrebe kupaca-korisnika. konstantno unapređenje nivoa kvaliteta proizvoda je osnovni uslov da industrijsko preduzeće ne izgubi stečenu poziciju na tržištu. Međutim, osnovna ograničenja koja se pri tom nameću su tehničko-tehnološka izvodljivost i ekonomska održivost [1].

Tržišni opstanak preduzeća je uslovljen razlikom između cene prodaje ( $C_p$ ) i cene koštanja ( $C_k$ ) odnosno uslovom da je :

$$C_p - C_k = D_p > 0$$

Većina preduzeća ovo posmatra kao prostu razliku ukupnog prihoda i ukupnog rashoda preduzeća i pri tom zaboravlja činjenicu da je dobit preduzeća ( $D_p$ ) u suštini rezultat zbira dobiti ostvarene realizacijom pojedinačnih proizvoda [1], tj.

$$D_p = \sum_{i=1}^n d_i$$

gde je:

- $D_p$  - dobit preduzeća [din],
- $d_i$  - dobit od i-tog proizvoda [din],
- $n$  - ukupan broj različitih proizvoda.

Dobit ostvarena realizacijom i-tog proizvoda je:

$$d_i = q_i (w_{cp_i} - w_{ck_i})$$

gde je:

- $q_i$  - obim proizvedenih i prodatih pojedinih vrsta proizvoda [kom],
- $w_{cp_i}$  - jedinična cena za i-ti proizvod [din],
- $w_{ck_i}$  - jedinična cena koštanja za i-ti proizvod [din].

<sup>1</sup> Mr Milan Kolarević, dipl.inž.maš., asistent, Mašinski fakultet u Kraljevu

<sup>2</sup> Dr Tihomir Pantelić, dipl.inž.maš.,red.prof., Mašinski fakultet u Kraljevu

Sada možemo napisati da je dobit preduzeća:

$$D_i = \sum_{i=1}^n q_i (w_{cp_i} - w_{ck_i})$$

Činjenica je da su retka preduzeća koja raspoložu podacima o stvarnoj ceni koštanja ( $w_{ck_i}$ ) svojih proizvoda s obzirom da knjigovodstvo preduzeća sprovodi evidenciju troškova po mestima troškova a ne po nosiocima troškova, te se zato nameće potreba uspostavljanja sistema registrovanja i knjiženja troškova po proizvodima.

Utvrdjivanje međuzavisnosti karakteristika kvaliteta proizvoda i troškova koji se odnose na kvalitet je osnova za upravljanje kvalitetom gledano sa ekonomskog aspekta. Dobijene relacije i odnosi između karakteristika kvaliteta i troškova koji se odnose na kvalitet nam pružaju mogućnost da izvršimo njihovo ocenjivanje, predviđanje i simulaciju i daju nam važne informacije za donošenje odluka u procesu upravljanja ekonomikom kvaliteta.

## 2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PROIZVODA

Najznačajnije karakteristike proizvoda metaloprerađivačke industrije su prikazane u tabeli 1, i svrstane su u četiri osnovne grupe:

- konstrukcione karakteristike
- proizvodne karakteristike
- upotrebne (eksploatacione) karakteristike i
- ostale karakteristike.

Da bi se upravljalo kvalitetom proizvoda potrebno je izvršiti kvantifikovanje ovih karakteristika ali i njihovo stalno merenje i verifikovanje.

Ukupni kvalitet proizvoda možemo izraziti formulom:

$$Q = \frac{Q_K + Q_I + Q_E + Q_O}{\sum_{i=1}^n k_i} = \frac{\sum_{j=1}^m Q_j}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

gde su:

- $Q$  - ukupni kvalitet proizvoda,
- $Q_j$  - kvalitet određene grupe karakteristika,
- $Q_K$  - kvalitet konstrukcije,
- $Q_I$  - kvalitet izrade (obrade),
- $Q_E$  - kvalitet eksploatacije (upotrebe),
- $Q_O$  - kvalitet ostalih karakteristika.
- $k_i$  - težinski koeficijent koji pokazuje stepen uticaja  $i$ -te elementarne karakteristike kvaliteta
- $m$  - broj osnovnih grupa karakteristika (u našem slučaju  $m=4$ )
- $n$  - ukupan broj elementarnih karakteristika kvaliteta odnosno ukupan broj težinskih koeficijenata

Kvalitet određene  $j$ -te grupe karakteristika proizvoda ( $Q_j$ ) možemo izraziti formulom:

$$Q_j = Q_{j1} + Q_{j2} + Q_{j3} + \dots + Q_{jr} = \sum_{l=1}^r Q_{jl}$$

gde je:

- $Q_{jl}$  - kvalitet određene podgrupe karakteristika,
- $r$  - broj podgrupa  $j$ -te grupe karakteristika,

T - 1.

GRUPA KARAKTERISTIKA	PODGRUPA KARAKTERISTIKA	ELEMENTARNE KARAKTERISTIKE	
KONSTRUKCIONE KARAKTERISTIKE PROIZVODA	Klasifikacione karakteristike	pripadnost proizvoda grupi, familiji idi.	
	Kvalitet projektovane koncepcije	oblik proizvoda	
		struktura	
		dimenzije	
		težina	
		stepen složenosti	
		možućnost modulame gradnje	
		stepen standardizacije	
	Ekonomičnost konstrukcije	stepen unifikacije	
		zamenljivost delova i jedinica u proizvodu	
Tehnoloģičnost izrade i montaže	materijal i svojstva materijala		
	vreme izrade projekta		
Kvalitet konstrukcione dokumentacije	troškovi izrade projekta		
	tehnoloģičnost izrade delova		
PROIZVODNE KARAKTERISTIKE	Kvalitet ulaznog materijala i gotove robe	kvalitet ulaznog materijala kvalitet gotove robe	
	Kvalitet proizvodne dokumentacije		
	Kvalitet karakteristike (kote) kvaliteta		
	Kvalitet elemenata		
	Kvalitet podsklopova		
	Kvalitet montaže proizvoda		
	Ekonomičnost izrade i montaže proizvoda		
UPOTREBNE KARAKTERISTIKE	Funkcionalne karakteristike (performanse)	radne karakteristike (tačnost, preciznost, brojevi obrtaja ...)	
		namena	
		proizvodnost	
	Bezbednost (sigurnost) u radu		
		Pouzdanost	bezotkaznost trajnost (vek proizvoda) remontabilnost (popravljivost) održivost radnih karakteristika za vreme konzerviranja i transporta
	Ekonomičnost korišćenja	troškovi održavanja troškovi eksploatacije (potrošnja el.energije i sl.)	
	Ergonomske karakteristike	higijenske	
		antropološke	
		fiziološke	
	Ekološke karakteristike	psihofiziološke	
		Operativna gotovost (Availability)	prikladnost za efikasno održavanje raspoloživost servisnih usluga raspoloživost rezervnih delova podobnost proizvoda za upotrebu
	OSTALE KARAKTERISTIKE	Asortiman (raznovrsnost) proizvoda	
		Estetske karakteristike	izražajnost
skladnost			
estetski izraz forme			
celovitost kompozicije			
Ambalaža (pakovanje) proizvoda		racionalnost oblika	
Rok isporuke			
Garantni rok			
Marka proizvoda			
Imidž (Image) proizvoda			
Cena proizvoda			
Možućnost transporta		transport do udaljenih tržišta	
	klimatski uslovi transporta		
Patentno-pravne karakteristike	stepen slobode proizvodnje		
	stepen eksploatacije proizvoda		
	stepen patentne zaštite u zemlji i inostranstvu		
	broj zemalja u kojima je patentiran proizvod		

dok se kvalitet svake od podgrupa može izraziti formulom:

$$Q_{jt} = \sum_{i=1}^s q_i k_i$$

gde je:

- $q_i$  - kvalitet  $i$ -te elementarne relativne karakteristike kvaliteta,
- $k_i$  - koeficijent  $i$ -te elementarne karakteristike kvaliteta.
- $s$  - ukupan broj elementarnih karakteristika kvaliteta u podgrupi

S obzirom na to da priraštaj elementarne karakteristike kvaliteta može da utiče na povišenje ili sniženje kvaliteta proizvoda, elementarnu relativnu  $i$ -tu karakteristiku kvaliteta određujemo po formuli:

$$q_i = \frac{X_i}{X_{Ni}} \text{ ukoliko njen priraštaj izaziva povišenje kvaliteta proizvoda, i}$$

$$q_i = \frac{X_{Ni}}{X_i} \text{ ukoliko njen priraštaj izaziva sniženje kvaliteta proizvoda,}$$

pri čemu je:

- $X_i$  - stvarana tj. procenjena vrednost elementarne  $i$ -te karakteristike kvaliteta
- $X_{Ni}$  - nominalna (etalonska) vrednost odgovarajuće karakteristike kvaliteta tj. vrednost karakteristike kvaliteta proizvoda vrhunskog kvaliteta.

Vrednosti koeficijenata  $k_i$  elementarnih karakteristika kvaliteta se procenjuju zajedno za sve karakteristike kvaliteta određenog proizvoda pri čemu je njihov zbir 100 tj.

$$\sum_{i=1}^n k_i = 100$$

Za identifikaciju vrednosti karakteristika kvaliteta odnosno, nivoa kvaliteta na raspolaganju su nam tri osnovna metoda [2] :

- Eksperimentalni metod,
- Analitički metod, i
- Anketni metod,

a konkretna primena ovih metoda zavisi od specifičnosti elementarne karakteristike kvaliteta.

Za selekciju i rangiranje karakteristika kvaliteta su opisani u brojnoj literaturi te ovde neće biti posebno pominjani.

### 3. TROŠKOVI KVALITETA

Troškovi koji se odnose na kvalitet su prikazani u tabeli 2. Svi troškovi su svrstani u četiri grupe i to:

- Preventivni troškovi,
- Troškovi kontrole i ocene kvaliteta,
- Troškovi unutrašnjih (internih) gubitaka zbog lošeg kvaliteta, i
- Troškovi spoljašnjih (eksternih) gubitaka zbog lošeg kvaliteta.

ukupni troškovi vezani za kvalitet se mogu izraziti sledećom formulom:

$$T_Q = T_{pr} + T_{kk} + T_{gi} + T_{ge} = \sum_{j=1}^m T_j$$

gde su:

- $T_Q$  - ukupni troškovi koji se odnose na kvalitet,
- $T_{pr}$  - preventivni troškovi,
- $T_{kk}$  - troškovi kontrole i ocenekvaliteta,
- $T_{gi}$  - troškovi internih gubitaka zbog lošeg (neodgovarajućeg) kvaliteta,
- $T_{ge}$  - troškovi eksternih gubitaka zbog lošeg (neodgovarajućeg) kvaliteta.

$m$  - broj osnovnih grupa troškova (u našem slučaju  $m=4$ )  
Trošak određene  $j$ -te grupe ( $T_j$ ) možemo izračunati kao zbir elementarnih troškova tj.

$$T_j = T_{j1} + T_{j2} + T_{j3} + \dots + T_{jn} + \dots + T_{jr} = \sum_{i=1}^n T_{ji}$$

gde je:

$T_{ji}$  - elementarni trošak u određenoj grupi troškova,  
 $n$  - broj elementarnih troškova  $j$ -te grupe.

Za troškove koji se ne mogu dobiti iz raspoloživih podataka preduzeća, potrebno je napraviti procene za određeni period ili određeni sektor preduzeća.

### T - 2.

	GRUPA TROŠKOVA	ELEMENTARNI TROŠKOVI
TROŠKOVI PREVENTIVNE I TEKUĆE KONTROLE	PREVENTIVNI TROŠKOVI	troškovi planiranja kvaliteta (izrada postupaka i planova kvaliteta) troškovi razvoja metoda kontrolisanja troškovi analize i praćenja kvaliteta troškovi pripreme i projektovanja tehnologije kvaliteta razvoj kontrolne merne opreme obuka kadrova kontrola tehničke dokumentacije troškovi istraživanja tržišta (mogućnost prodaje kvalitetnijeg proizvoda) ostali troškovi preventive
	TROŠKOVI KONTROLE I OCENE KVALITETA	prijemna i ulazna kontrola i ispitivanje laboratorijska ispitivanja kontrolisanje i upravljanje kvalitetom u međufaznoj kontroli kontrolisanje i upravljanje kvalitetom u završnoj kontroli kontrola pakovanja troškovi materijala za kontrolisanje i ispitivanje troškovi energije amortizacija interne i eksteme usluge (odobrenja i potvrde) materijalni troškovi troškovi autokontrole i superkontrole održavanje i baždarenje merne i kontrolne opreme obrađa podataka za upravljanje kvalitetom ispitivanja na terenu (u eksploataciji) zalihe rezervnih delova
GUBICI ZBOG NEODGOVARAJUĆEG (LOŠEG) KVALITETA	INTERNI (UNUTRAŠNJI) GUBICI	gubici nastali usled škarta troškovi dorade i popravke delova i proizvoda otklanjanje kvarova troškovi naknadnog utvrđivanja kvaliteta proizvoda nakon dorade škart i dorada materijala (greška dobavljača) umanjeni kvalitet proizvoda troškovi zastoja u proizvodnji zbog lošeg kvaliteta troškovi identifikacije i dijagnostike škarta troškovi selekcije proizvoda lošeg kvaliteta ostali interni troškovi
	EKSTERNI (SPOLJAŠNJI) GUBICI	reklamacije korisnika (administrativni troškovi potrošača koji su dobili defektne proizvode) servisiranje proizvoda u garantnom roku transportni i putni troškovi u vezi sa reklamacijama i servisom u garantnom roku troškovi komisije i odeljenja za reklamacije troškovi gubljenja poslovnog poverenja i ugleda na tržištu Ostali eksterni troškovi

## 4. ANALIZA MEĐUZAVISNOSTI KARAKTERISTIKA I TROŠKOVA KVALITETA

Baze podataka o karakteristikama kvaliteta i troškovima kvaliteta proizvoda treba da nam omoguće da ustanovimo korelacione veze između ove dve kategorije. Pri tom je potrebno ove analize posmatrati na nivou elementarnih promenljivih, na nivou pojedinig grupa kao i na nivou skupa troškova i kvaliteta proizvoda u celini.

Osim toga, u pojedinačnim preduzećima je potrebno formirati skupove promenljivih troškova i karakteristika kvaliteta i utvrditi njihovu međuzavisnost:

- za svaki proizvod pojedinačno
- za grupu srodnih proizvoda i

• za sve proizvode iz proizvodnog programa.  
 Za određene grane ili grupacije, ovu analizu je potrebno izvršiti za:

- određeni proizvod za više preduzeća i
- grupu sličnih proizvoda za više proizvođača.

Ocenjivanje parametara dobijenih regresionih modela i testiranje statističke značajnosti pojedinih parametara treba da nam obezbedi značajne informacije o uzročno-posledičnim vezama između karakteristika kvaliteta i troškova kvaliteta proizvoda.

## 5. ZAKLJUČAK

Stalno poboljšanje kvaliteta proizvoda je neophodni preduslov za postizanje i održavanje određene pozicije na tržištu. S druge strane, pak, parćenje i upravljanje troškovima je osnov da bi se rentabilno poslovalo. Zato se kao glavni zadatak nameće potreba za *racionalnim povećanjem kvaliteta proizvoda*. Na osnovu adekvatno formirane baze podataka o karakteristikama kvaliteta i troškovima proizvoda moguće je pomoću korelacione i regresione analize ustanoviti određene uzročno-posledične veze čime se dobijaju značajne informacije za donošenje pouzdanih odluka za racionalno poboljšanja kvaliteta.

## LITERATURA

- [1] V. Bulat - Strategijski prioriteti usmeravanja Industrijskog inženjerstva, II Međunarodni
- [2] simpozijum "Industrijsko inženjerstvo" SIE '98, Beograd 1998., str.9-14.
- [3] J.Stanić - Upravljanje kvalitetom proizvoda - Metodi I, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
- [4] B.Popović, B.Kamberović - Upravljanje kvalitetom-zbirka rešenih zadataka sa objašnjenjima, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- [5] Ž.Mitrović - Osnove integralnog upravljanja kvalitetom proizvoda, IRO Sloboda, Beograd, 1989.
- [6] M.Đuričić - Principi savremenog upravljanja kvalitetom proizvoda, IC "IR-MIR", Užice, 1995.
- [7] J.M.Juran, F.M.Gryna- Planiranje i analize kvaliteta, Privredni pregled, Beograd, 1974.
- [8] Serija standarda JUS ISO 9000

## *RESEARCH OF DEPENDENCE BETWEEN QUALITY CHARACTERISTICS AND COSTS OF PRODUCT QUALITY*

### *SUMMARY*

*Quality Control and Quality Cost Control are impossible without knowledge of form and level of dependence between quality characteristics and costs of product quality. Creation of data base for quality costs, establishing basic characteristics of product quality and application of regression and correlation methods are basic prerequisite for defining a connection between cause and effect. This paper presents the proposal of model for solution of this problem*