

PLANIRANJE KVALITETA SA ANALIZOM KOMPONENTI VARIJABILITETA

QUALITY PLANNING WITH VARIANCE COMPONENTS

Zijada Rahimić, docent
Emina Resić, viši asistent
Ekonomski fakultet u Sarajevu
Trg oslobođenja Alija Izetbegović 1, Sarajevo
Bosna i Hercegovina

REZIME

Cilj ovog rada je da prezentira na koji način: poznavanje komponenti varijabiliteta, koncept sposobnosti procesa i funkcija gubitka mogu biti ukomponovani da se kreira baza za planiranje i unapređenje kvaliteta, te da se odluke o unapređenju donose na ekonomskoj osnovi. Klasična i kvadratna funkcija gubitka se koriste kao način da se varijabilitet prevedu u ekonomske termine.

Ključne riječi: varijabilitet, funkcija gubitka, indeks sposobnosti procesa

ABSTRACT

This paper has purposes to present on which way component (variance component analysis, process capability concept and loss function) can be composed for planing future quality improvements and for making improvement desisions on an economic basis. The classical and the quadratic loss function are introduced as ways to translate variability into its economic terms.

Key words: variability, loss function, process capability index

1. UVOD

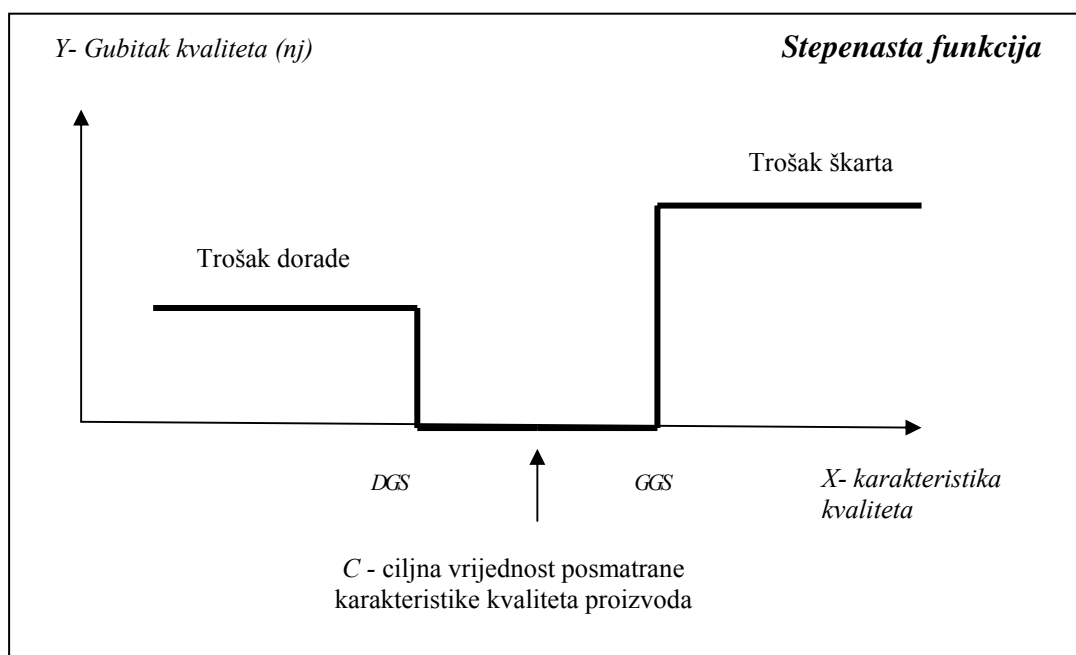
Savremeni pristup osiguranja kvaliteta posmatran kao koncept integralnog osiguranja kvaliteta obuhvata ovladavanje proizvodnim procesima i ovladavanje svim poslovnim funkcijama, od ispitivanja tržišta do postprodajnog servisa. Osigurati kvalitet proizvoda i usluga znači planirati, projektovati, proizvoditi i prodavati takve proizvode i usluge, koji na najekonomičniji način i dugoročno zadovoljavaju kupca. Rastući zahtjevi kupaca u pogledu većeg kvaliteta i nižih cijena nameću potrebu preduzećima da u cilju izgradnje i dugoročnog očuvanja konkurentskih prednosti kontinuirano poboljšavaju kako procese tako i karakteristike proizvoda odnosno usluga. Kako bismo donijeli odluke o unapređenju procesa i kvaliteta veoma je važno da izrazimo varijabilitet kroz njegove ekonomske posljedice. Varijabilitet dovodi do gubitaka, jer kako nivo disperzije raste tako vjerovatnoća da će proces težiti „ciljnoj“ vrijednosti biva sve manja i troškovi da se proces održi u granicama tolerancije za važne karakteristike kvaliteta bivaju sve viši. Kako različite komponente procesa a time i krajnjeg proizvoda sve više osciliraju oko „ciljne“ vrijednosti, performanse proizvoda bivaju više degradirane i to se odražava na slabiji nivo kvaliteta iz ugla pouzdanosti, izdrživosti i životnog ciklusa proizvoda. Nedostatak koncepta „indeksa sposobnosti procesa“ kao mjere kvaliteta je što taj indeks nije odmah moguće prevesti u ekonomski izraz, to jeste što

promjene ovog indeksa ne možemo direktno vezati uz ekonomski dobitak ili gubitak. Da bi se kvalitet i unapređenje kvaliteta mogli mjeriti u ekonomskom izrazu, onda uz indeks sposobnosti, funkcija ekonomskog gubitka koji nastaje zbog lošeg kvaliteta služi kao baza za odluke u planiranju kvaliteta. Stoga u ovom radu analiziramo koncepte funkcije gubitka i sposobnosti procesa, kako bi njihovim simultanim praćenjem mogli kvantificirati uticaj varijabiliteta u karakteristikama kvaliteta na ekonomski izraz uspješnosti.

2. FUNKCIJA GUBITKA

2.1. Klasična funkcija gubitka

Klasična funkcija gubitka vodi se pretpostavkom da ako je karakteristika kvaliteta unutar granica tolerancije, tada se proizvod može smatrati prihvatljivim i ekonomski gubitak ne postoji. Međutim, ako je karakteristika kvaliteta izvan granica tolerancije proizvod je neprihvatljiv i takav proizvod može biti smatran otpadom, doraden ili prodan po nižoj cijeni. Rezultat takve situacije je ekonomska funkcija gubitka predstavljena na slici 1, gdje je vrijednost na apscisi vezana za posmatranu karakteristiku kvaliteta, dok se na ordinati prati ekonomski gubitak koji nastaje ako data karakteristika bude izvan granica tolerancije.



Slika 1. Klasična funkcija gubitka kvaliteta

Klasična funkcija gubitka je jednostavna za razumijevanje, ali njezina bazna pretpostavka da su svi proizvodi unutar granica tolerancije jednako dobri nije tačna. Kvalitet proizvoda opada kako se udaljava od „ciljne“ vrijednosti bez obzira što je u granicama tolerancije. Takav ugao posmatranja ima kvadratna funkcija gubitka.

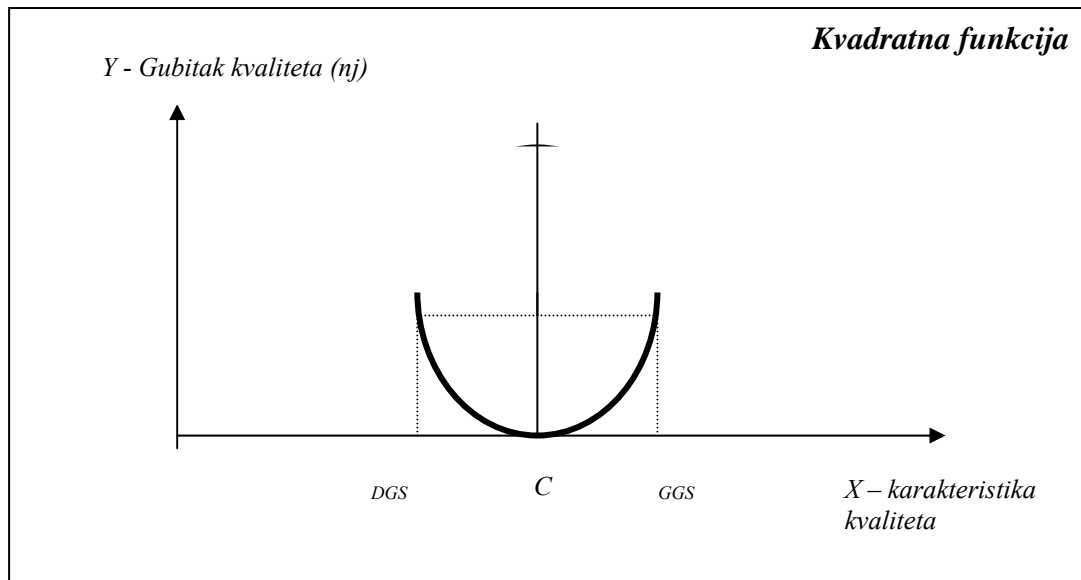
2.2. Kvadratna funkcija gubitka

Kvadratna funkcija gubitka pretpostavlja da je gubitak zbog lošeg kvaliteta jednak 0 ako je vrijednost karakteristike kvaliteta jednaka „ciljnoj“ vrijednosti i da gubitak raste sa obje

strane „ciljne“ vrijednosti proporcionalno sa rastom odstupanja konkretne od „ciljne“ vrijednosti karakteristike kvaliteta. Kvadratna funkcija gubitka izražava se kao:

$$\text{gubitak} = k \cdot (X - C)^2 \quad (1)$$

gdje je k koeficijent gubitka (slika 2).



Slika 2. Kvadratna funkcija gubitka kvaliteta

Ako ukupan rezultat proizvodnje ima distribuciju kritičnih karakteristika sa srednjom vrijednošću μ i varijansom σ^2 , onda se prosječni gubitak kvaliteta po jedinici proizvoda Q može odrediti iz relacije:

$$\text{prosječni gubitak} = k \cdot \{(\mu - C)^2 + \sigma^2\} \quad (2)$$

3. SPOSOBNOST PROCESA

Koncepcija sposobnosti procesa daje mogućnost za kvantificirano predviđanje kvaliteta procesa. Sposobnost procesa definiše se kao neodvojiv varijabilitet u okviru procesa u stanju odsustva neželjenih posebnih uzroka varijabiliteta. To je najniži nivo varijabiliteta sa kojim je proces u stanju da funkcioniše i koji je nastao isključivo dejstvom zajedničkih uzroka. Sposobnost procesa se odnosi na uniformnost procesa i proizvoda ili da je proces u stanju konzistentno zadovoljavati specifikacije izražene kroz granice tolerancije iz specifikacije¹. Varijabilitet u procesu je mjera uniformnosti gotovih proizvoda. Ocjena sposobnosti procesa može se prezentirati u formi distribucije vjerovatnoća vezane za proces ili za proizvod. U najvećem broju slučajeva, proces slijedi normalnu distribuciju vjerovatnoće. Tada se 99,865% mjerenja nalazi u intervalu $\mu \mp 3 \cdot \sigma$ oko centra ili srednje linije procesa. Znači, samo 0,0135% mjerenja bi se našlo van limita $\mu \mp 3 \cdot \sigma$.

¹ Kvalitet definišu potrošači i postavljeni standardi, te se ti zahtjevi moraju uključiti kroz specifikacije.

Indeks sposobnosti procesa je agregatna mjera sposobnosti procesa da zadovolji granice specifikacije. Viša vrijednost ovog indeksa znači da je proces više u mogućnosti da zadovolji zahtjeve krajnjih potrošača.

C_p indeks («indeks prve generacije») je validan samo ako je proces centriran u središnjoj tački između granica specifikacije (ako je prosjek procesa na sredini između granica specifikacije), jer C_p indeks ne uzima u obzir centriranje procesa. To znači da se centar ili prosjek procesa može promijeniti, ali C_p neće reagovati. Ako je poznata standardna devijacija σ ili njena ocjena, indeks sposobnosti procesa C_p računamo po relaciji:

$$C_p = \frac{\text{raspon (širina specifikacije)}}{\text{sposobnost procesa po konceptu "šest sigma"}} = \frac{GSG - DSG}{6 \cdot \hat{\sigma}} \quad (3)$$

Ukoliko proces nije centriran tada C_p mjeri potencijalnu sposobnost, dok se aktuelna sposobnost mjeri sa $C_{pk} = \min(C_{pD}, C_{pG})$. C_{pk} indeks je «indeks druge generacije». Ako je stvarni prosjek procesa jednak srednjoj tački raspona između specifikacija i ako je proces stabilan, važi da je $C_p = C_{pk}$. Što je veća vrijednost indeksa C_{pk} , to će biti manja količina proizvoda izvan specificiranih granica tolerancije.

4. FUNKCIJA GUBITKA I INDEKS SPOSOBNOSTI PROCESA

Proporcija proizvoda koji će se naći izvan granica specifikacije može se izračunati na bazi C_p indeksa a to je, pomoću z -vrijednosti, jednostavno prevesti u izraz klasične funkcije gubitka po jedinici ako pretpostavimo da se proizvod smatra „škartom“² ako je izvan granica tolerancije i trošak takvog proizvoda je 100 nj (tabela 1).

Tabela 1. Ekonomski gubitak (klasična funkcija) kao funkcija indeksa sposobnosti C_p

C_p	% proizvoda izvan GS	Ekonomski gubitak po proizvodu (nj)
0,4	0,2302	23,02
0,6	0,0718	7,18
0,8	0,0164	1,64
1,0	0,0026	0,26
1,2	0,0002	0,02
1,33	0,0000	0,00

Ako je riječ o pouzdanijem načinu kalkulacije sa kvadratnom funkcijom gubitka sa procesom centriranim u „ciljnoj“ vrijednosti na osnovu relacije (2) slijedi da je prosječni gubitak $= k \cdot \sigma^2$. Neka je L_{GS} gubitak na nivou granice specifikacije

$$L_{GS} = k \cdot \left(\frac{GGS - DGS}{2} \right)^2. \text{ Ako se navedeno dovede u vezu sa relacijom (3) biće:}$$

² Na takvom proizvodu dorada nije moguća.

$$\text{prosječan gubitak} = \frac{L_{GS}}{9 \cdot C_p^2} \quad (4)$$

Kako smo u primjeru sa klasičnom funkcijom gubitka vidjeli da je trošak proizvoda na granici specifikacije jednak 100 nj, u tabeli 2 izvodimo istu kalkulaciju sa kvadratnom funkcijom gubitka.

Tabela 2. Ekonomski gubitak (kvadratna funkcija) kao funkcija indeksa sposobnosti C_p

C_p	prosječan gubitak (nj)
0,4	69,43
0,6	30,86
0,8	17,36
1,0	11,11
1,2	7,72
1,33	6,28
1,5	4,93
2,0	2,77

Evidentno je da model kvadratne funkcije gubitka ukazuje na veće ekonomske gubitke za isti nivo indeksa sposobnosti, jer ovaj model podrazumijeva da i u granicama tolerancije može nastati izvjesni nivo gubitka kako se vrijednost karakteristike kvaliteta udaljava od „ciljne“ vrijednosti. Navedeno ukazuje na potrebu za nastojanjem da se kontinuirano postiže viši nivo indeksa sposobnosti stalnim naporima da se proces dovede u stanje kada teži ka „ciljnim“ performansama.

5. ZAKLJUČAK

Tehnike analize komponenti varijabiliteta, analize sposobnosti procesa i ekonomske funkcije gubitka integrišu se kako bi se kreirao plan za unapređenje kvaliteta i donijele odluke na ekonomskoj osnovi. Na taj način mogu se donijeti odluke o:

- Izboru procesa koje treba unaprijediti prema informaciji o stopi povrata na investicije, jer projekirana kriva gubitka i indeks sposobnosti sugerišu na potrebu za unapređenjem.
- Investiranju sa ciljem unapređenja kvaliteta, jer je cilj investirati u proces gdje je manji rizik od gubitka.
- Određivanju granica tolerancije tako da one budu kreirane prema principu ekonomičnosti, time što se kombinuje informacija o sposobnosti procesa i mogućem ekonomskom gubitku.
- Potrebi za kontrolom svih proizvoda (inspekcija 100%), kada je varijabilitet jako velik a gubitak značajan.
- Razvoju odnosa sa dobavljačima na ekonomskoj osnovi, jer poznavanjem njihovih procesa stiže se dojam o potrebi za redukcijom varijabiliteta kako dobavljača tako i proizvođača.

6. LITERATURA

- [1] Berndt R.: Total Quality Management als Erfolgsstrategie, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1995.
- [2] Haist F., Fromm H.: Qualitaet im Unternehmen, Prinzipien – Methoden – Techniken, hanser Fachbuch, Muenchen/Wien, 1989.
- [3] Joglekar A.M.: Statistical Methods for Six Sigma in R&D and Manufacturing, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2003.
- [4] Mitra A.: Fundamentals of Quality Control and Improvement, Paerson Education, New Yersey , 2000.
- [5] Montgomery D.C.: Intraduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001.
- [6] Rahimić Z.: Izgradnja konkurentskih prednosti preduzeća kroz njegova strateška opredjeljenja, Ekonomski fakultet u Sarajevu, 2006.