

Dr. sc. Kata Ivić*

Rozalija Marinković, univ. bacc. oec.**

Zvonimir Jurković, univ. bacc. oec. **

UDK 658.5

Stručni rad

UPRAVLJANJE PROMJENAMA PRIMJENOM TAGUCHI METODE

Sažetak

Primjena Taguchi metoda omogućuje učinkovito optimiziranje izvedbi, kvalitete i cijena, brzo i točno pribavljanje tehničkih informacija, dizajniranje i proizvodnju visoko pouzdanih proizvoda i procesa po niskim cijenama, razvoj fleksibilnih tehnologija za dizajniranje čitave skupine visoko kvalitetnih srodnih proizvoda, čime se znatno smanjuje vrijeme istraživanja, razvoja i isporuke. Taguchi metoda najčešće se koristi za poboljšavanje postojećih proizvoda i proizvodnih procesa te za smanjivanje potrebe za eksperimentima.

Taguchi metode predstavljaju određeni sustav inženjeringa kvalitete koji teži smanjivanju troškova proizvodnje i daje prednost učinkovitoj primjeni inženjerskih strategija više nego što koristi napredne statističke metode.

Gljučne riječi: Taguchi metoda, inženjering, kvaliteta proizvoda, proces proizvodnje, poslovne promjene

1. Uvod

Interes korisnika usluga inženjeringa profesionalno je i racionalno združivanje znanja, vještina i poslovne umještosti kako bi se dobio kvalitetan i troškovno prihvatljiv (konkurentan) proizvod na tržištu dobara, roba i usluga. Spomenuta značajka zahtijeva od osoblja inženjeringa visoku razinu stručnog znanja, poznavanje i sposobnost vođenja posla, umijeće pravodobnog uključivanja odgovarajućih stručnjaka – specijalista, te uspostavljanje "timova" zaduženih za praćenje kvalitete i troškova.

Inženjering nalazi upravo svoje mjesto u rješavanju problema koji mogu nastati zbog različitih interesa (npr. investitor – korisnik), različitih shvaćanja ili stajališta, ali isto tako se javljaju i problemi

unutar samog inženjeringa, između investitora i inženjeringa, kao i između inženjeringa i sudionika (komićenata) u poslu. Pravi put rješavanja problema (pogotovo tehničkih) jest profesionalan pristup kvaliteti, primjena propisanih normi, te pravila struke.

Pružanjem intelektualnih usluga inženjering plasira na tržište najskuplju robu – pamet.¹

U želji da proizvodni sustavi budu što učinkovitiji ali i kvalitetniji, svaki proizvođač nastoji pronaći odgovarajući pristup koji će mu osigurati opstanak i zaradu. Veoma brz razvoj tehnike i tehnologije i ubrzani protok informacija utjecao je na primjenu novih znanja i novih tehnika i tehnologija u razvoju i primjeni „just in time“ sustava.

*Ekonomski fakultet u Osijeku

** studenti diplomskog studija „Management“

1 Matika, D., Proizvodno inženjerstvo, na <http://www.politehnika-pula.hr> od 28.05.2009.

U današnjim gospodarskim sustavima diljem svijeta koriste se različite proizvodne metode i pristupi kvaliteti – ovisno o tome što proizvođač želi postići, koliko je upoznat s raspoloživim mogućnostima, te primjenjivosti određene metode na određeni proizvodni sustav. Jedan je od mogućih pristupa i korištenje Taguchi metode, koja ima najrašireniju uporabu diljem Amerike i Azije.

2. Taguchijev rad i metode

Taguchi metoda je statistička metoda koju je razvio dr. Genichi Taguchi kako bi poboljšao kvalitetu proizvedenih dobara te se sve češće primjenjuje u biotehnologiji, marketingu i u oglašavanju. Mnogi tradicionalni statističari zapada smatraju ovu metodu kontroverznom, ali drugi prihvaćaju koncepciju te metode kao korisne dodatke temeljnim znanjima. Hideki Aoyama je nadaleko poznat stručnjak u objašnjavanju i razumijevanju Taguchi metode. Zahvaljujući razvoju nove metode ali i usavršavanju postojećih 1997. godine Taguchi je ušao u američku auto-moto dvoranu slave, što je do tada uspjelo njegovim sunarodnjacima Eiji Toyodi i Soichiroi Hondi – utemeljiteljima japanskih automobilskih kompanija.

Takoder tijekom 1940-ih godina Taguchi je radio na unapređenju starije statističke metode DOE (eng. Design Of Experiments) koju je 1920-ih godina utemeljio R. A. Fisher. Fisher je pokušao pronaći metodu za promatranje varijabli poput kiše, vode, gnojiva, sunca i slično, no Taguchi je radio na njezinu pojednostavljenju kako bi bila primjenjiva u proizvodnji. Taguchijeva standardizirana DOE metoda 1980-ih godina predstavljena je u SAD-u i tako je postala jedna od najučinkovitijih metoda koja se koristi u različitim industrijama (npr. Ford, General Motors, Chrysler, Xerox, Hughes Aircraft itd.). Iste je godine uz pomoć partnera Demminga i kompanije Ford osnovan Američki institut za dobavljače.

F. L. Willard primio je za doprinose na području inženjeringa kvalitete 1986. godine Rockefellerovu medalju, te 1990. godine Blue Ribbon nagradu koju mu je dodijelio japanski car za doprinose u industriji i unapređenje kvalitete, kako se često nazivaju njegove metode. G. Taguchi je u SAD-u poznat kao vođa pokreta industrijske kvalitete te mu se pripisuje započinjanje pokreta robusnog dizajna u Japanu prije više od trideset godina. Danas se dr. G. Taguchi bavi konzaltingom u Japanu.

Taguchi je razvio cjelokupnu filozofiju i udru-

žene metode za inženjering kvalitete, a jedna od njegovih najvažnijih ideja temelji se na tome da je:

- kvalitetan proizvod onaj koji izaziva najmanje troškove, izražene novcem, prema društvu tijekom cijeloga svojeg „životnog vijeka“. Odnos između gubitka i tehničkih osobina proizvoda izražava se funkcijom gubitka.

Kvaliteta mora biti ugrađena u proizvod i procese proizvodnje, te u proizvodnom procesu treba posvetiti više pažnje „off-line“ kontroli, kako bi se uklonili problemi koji se javljaju u proizvodnji.

Različiti tipovi uvjeta odnosno promjena (npr. tolerantne varijacije, vanjski uvjeti, „rasipanje“ susjednih sustava itd.) uzrokuju različite devijacije na sustavu umanjujući njegov optimalan rad. Kako bi se izbjegao porast takvih promjena, potrebno je razviti robusne proizvode – funkcioniraju optimalno i u različitim promjenjivim uvjetima.

Pronalaženje dizajnerskih parametara koji povećavaju robusnost temelj je Taguchi metode. Robusni dizajn nije izravno usmjeren na rješavanje problema već kreiranje sustava, koji funkcionira približno idealnoj funkciji u svim uvjetima.

Iz prethodno navedenoga proizlazi definicija – Taguchi metode su sustav inženjeringa kvalitete okrenut ka smanjivanju troškova. Ova metoda daje naglasak na učinkovitu primjenu inženjerskih strategija radije nego na primjenu naprednih statističkih metoda.²

Primjena Taguchi metoda moguća je u različitim okolnostima:

- u učinkovitom optimiziranju izvedbi kvalitete i cijena
- u brzom i točnom pribavljanju tehničkih informacija, te dizajniranju i proizvodnji visoko pouzdanih proizvoda i proizvodnih procesa po niskim cijenama
- u razvoju fleksibilnih tehnologija za dizajniranje čitave skupine visoko kvalitetnih srodnih proizvoda, čime se znatno smanjuje vrijeme istraživanja, razvoja i isporuke
- Taguchi metoda najčešće se koristi za poboljšavanje postojećih proizvoda i proizvodnih procesa
- Taguchi metoda smanjuje potrebu za eksperimentima.

Primjena Taguchi metode pomaže u ostvarivanju dviju vrsta ciljeva:

- opći su ciljevi oni koji se odnose na optimizaciju proizvoda i proizvodnih procesa, ispitivanje

2 Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 62.

i proučavanje više različitih faktora problema, odnosno njihova učinka na konačni rezultat, te skraćivanja potrebnog razdoblja za eksperimentiranje i faze testiranja

- posebni (specifični) su ciljevi oni koji se odnose na pronalaženje čimbenika koji imaju više, odnosno manje utjecaja, čimbenika koji su tolerantniji, tj. elastičniji na promjene. Uz pomoć objektivno dobivenih rezultata moguće je dati informacije o tome gdje je potrebno rasporediti resurse za poboljšanje kvalitete. Na ovaj se način može upravljati kvalitetom dobavljača.³

Taguchijeve su metode poznate i kao *inženjering kvalitete*, a sadrže sljedeće odrednice:

- dizajniranje parametara
- određivanje varijacija
- idealnu kvalitetu
- off-line kontrolu kvalitete
- funkciju gubitka kvalitete
- omjer „signala i šumova“
- filozofiju robusnog dizajna.

Ove su odrednice glavna obilježja Taguchijevih metoda koje zbog svojih specifičnosti izazivaju polemike među svjetskim statističarima i znanstvenicima. Njihove osobine i značaj u primjeni zaslužuju dodatna objašnjenja.

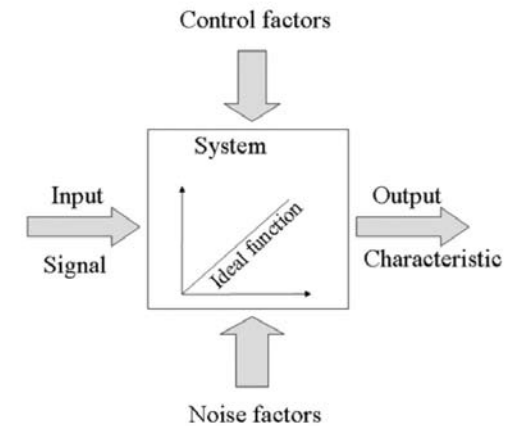
Kada je riječ o idealnoj kvaliteti proizvoda, u odnosu na ostale teoretičare, G. Taguchi se nije slagao s tradicionalnim specifikacijama dizajna, te je kreirao vlastitu filozofiju „idealne kvalitete“. Prema G. Taguchiju kvaliteta proizvoda trebala bi imati određenu ciljnu vrijednost koja pobliže označuje kritičnu karakteristiku proizvoda. Smatrao je da cilj proizvodnje ne treba biti samo kvalitetan proizvod, već trajni kvalitetni proizvod koji realizira svoju funkciju kroz cijeli svoj životni vijek. Iz ove filozofije, G. Taguchi je razvio koncepciju robusnog dizajna.

Robusni dizajn: Ova se nova koncepcija odnosi na proizvodnju proizvoda i usluga visoke kvalitete koji nemaju pogrešaka. Ovaj dizajn ima visoku toleranciju na faktore koje nije moguće kontrolirati, te se G. Taguchi založio, pomoću unutrašnjeg i vanjskog dizajna, uzeti u obzir faktore buke (vanjske) i faktore dizajna (unutrašnji). Na ovaj način nastoji se proizvesti proizvode koji neće imati pogrešaka, ali će jamčiti funkcioniranje i nakon planiranog vremena. Na primjer u automobilskoj industriji inženjeri testiraju razinu tolerancije pro-

3 Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 62.

izvoda putem tehnike pouzdanosti zvane testiranje ubranog života. Ova koncepcija dizajna treba proizvod učiniti pouzdanijim i visoko tolerantnim.⁴

Slika 1. Koncepcija robusnog dizajna



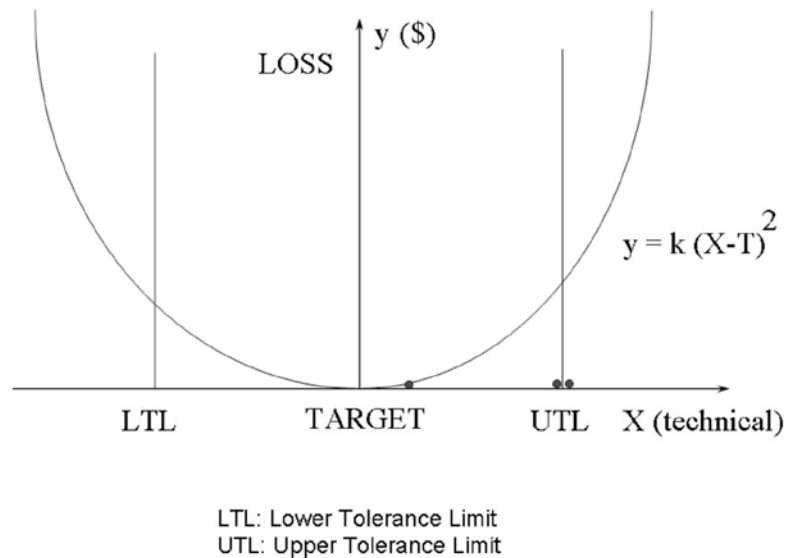
Izvor : <http://www.qsconsult.be/ESTaguchi.htm> od 28.05.2009.

Funkcija gubitka kvalitete: G. Taguchi sugerira da proizvođači prošire svoje horizonte uzimajući u obzir troškove društva izazvane odstupanjima proizvoda od željenih karakteristika. Iako kratkoročni troškovi mogu jednostavno biti neprilagodni, svaki proizvod proizveden izvan nominalnog rezultata će nekim gubitkom za kupca ili šire društvo kroz brzu istrošenost. Ti su gubici evidentni, ali proizvođači ih uobičajeno ignoriraju jer su više zainteresirani za vlastite troškove nego troškove društva. U ekonomiji, teorija kaosa predviđa da oni štite tržište od operativne učinkovitosti. G. Taguchi govori, da će takvi gubici svojevremeno i neizbježno pronaći put natrag u kompaniju gdje su nastali (efekt sličan tragediji sličnosti), te da će proizvođači radeći na njihovom smanjivanju povećati svoju reputaciju, osvojiti tržište i ostvariti profit.

Takvi su troškovi naravno mali kada je proizvod blizu nominalne vrijednosti. Kako se udaljava od nominalne vrijednosti, gubici rastu do one točke gdje postaju previsoki, a da bi se zanijekali. Uvijek postoji određena granica. G. Taguchi želi naći učinkovit način njihova statističkog predstavljanja

4 Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 63 – 64.

Slika 2: Grafički prikaz funkcije gubitka kvalitete



Izvor: <http://www.gembapantarei.com/Taguchi%20Loss%20Function> od 30.05.2009.

te definira tri situacije:

- veće/bolje (npr. poljoprivredni prinos)
- manje/bolje (npr. emisija ugljičnog dioksida)
- „na metu“, minimalne varijacije (npr. susreti na skupovima).

Prva se dva slučaja prikazuju jednostavnom monotonom funkcijom gubitka a u trećem slučaju je Taguchi razvio funkciju kvadratnog modela gubitka.

Kvadratni model gubitka zbog greške je također koristio John von Neumann i Oskar Morgenstern u 1930–im godinama.

Taguchijeva funkcija gubitka kvalitete definira tri osnovna pravila:

- određivanje specifikacija – prvo i najvažnije je odrediti prijetnje
- određivanje cilja s minimalnim odstupanjima – određivanje prikladnih ciljnih vrijednosti za pojedine proizvode
- dozvoljavanje nekih varijacija – smanjivanje varijacija te prilagodba prosjeka cilju.

Taguchi metoda bavi se takozvanim off-line fazama planiranja, gdje na modelima, prototipu i simulacijama traži kombinacije parametara i različitih učinaka.

To dovodi do robusnih proizvoda, tj. procesa koji su manje osjetljivi na različite promjene i smetnje u samoj proizvodnji i tijekom uporabe.⁵

Taguchi je shvatio da je najbolja prilika za otklanjanje varijacija za vrijeme dizajniranja proizvoda u samom proizvodnom procesu. Dosljedno tome razvio je strategiju kvalitetnog inženjerstva koje se može koristiti u oba konteksta. Proces ima tri faze:

- određivanje sustava
- određivanje parametara
- određivanje tolerancije odstupanja.

Kod određivanja sustava Taguchi metodom bitno je odgovoriti na pitanje „kako će sustav najbolje zadovoljavati potrebe kupaca“. Izrada se organizira na konceptualnoj razini, uključujući kreativnost i inovativnost, te zahtijeva tehnička znanja iz znanosti i inženjeringa. Važno je znati planirati sustav koji funkcionira unutar određenih nominalnih uvjeta.

Kada je postavljena koncepcija, treba odrediti nominalne vrijednosti različitih dimenzija i dizajnerskih parametara te detaljno odrediti fazu dizajniranja konvencionalnog inženjerstva. Važno je odrediti parametre koji se mogu kontrolirati.

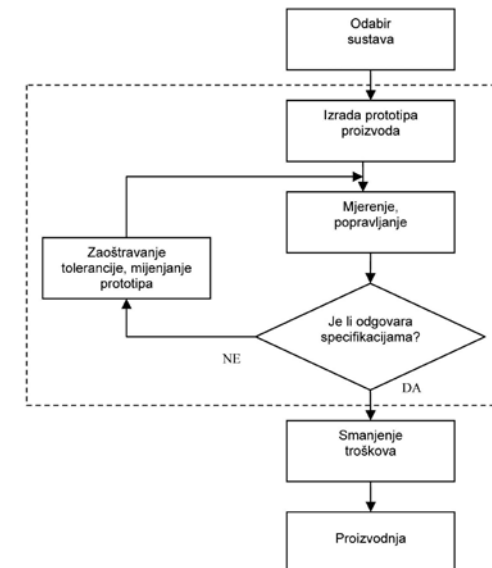
⁵ Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 64.

Taguchijeva radikalna domišljatost uočljiva je u tome što se zahtijeva točan izbor vrijednosti i to ispod određenih vrijednosti izvedbenih zahtjeva sustava. U mnogim okolnostima, ovo omogućava da parametri budu izabrani kako bi minimizirali efekte izvedbenih varijacija na proizvodnju, okoliš i ukupnu štetu odnosno robustifikaciju. Faktori koji se mogu postaviti i održavati zovu se kontrolni faktori.

Kada je uspješno dovršeno određivanje parametara i razumijevanje efekata različitih parametara na izvedbu, resursi se mogu usmjeriti na smanjivanje i kontroliranje varijacija u nekoliko kritičnih dijelova (Paretovo pravilo). Važno je odrediti uže rangove tolerancije za one faktore čije promjene mogu negativno utjecati na promjenu proizvoda ili procesa.

Kroz ove faze možemo uočiti razlike između tradicionalnog načina planiranja i Taguchi metode. Kod tradicionalnog planiranja u prvom planu je rješavanje problema dok je kod Taguchi metode važno *izbjegavanje*, odnosno sprječavanje problema.

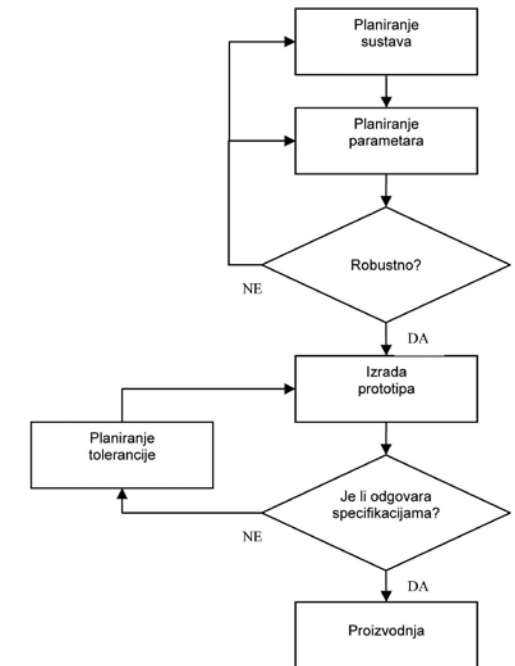
Slika 3: Tradicionalna metoda planiranja



Izvor: Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 65.

Tradicionalna metoda planiranja polazi od izbora, izrade prototipa, preko mjerenja i određivanja stope tolerancije do konačnog rezultata proizvodnje uz bitno smanjene troškove proizvodnje.

Slika 4: Taguchi metoda



Izvor: Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 65.

Primjer primjene Taguchi metode nalazimo u talijanskoj kompaniji Pirelli koja proizvodi automobilske gume. Tehničari u Pirelliju pokušavali su se riješiti neugodnog zvuka koji je proizvodio jedan od remena za usklađivanje. Metoda pokušaja i pogreške (smanjivanje i povećanje dimenzija remena, razni oblici montaže i sl.) bila je mukotrpna i nije urodila plodom. Tada su pozvani tehničari iz Taguchijevog instituta te su u vrlo kratkom vremenu otkrili izvor zvuka, problem je bio u materijalu remena. Kada se promijenio materijal ne samo da je nestao neugodan zvuk, već se i životni vijek remenu udvostručio. Troškovi zamjenskog materijala bili su isti kao i kod originalnog.⁶

⁶ Žugaj, M., Schatten, M.: Arhitektura suvremenih organizacija, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005., str. 65.

Zaključak

Taguchi metoda je primjenjiva na pojedinačne projekte, za razliku od Six Sigma koja ima veći globalni karakter. Kroz Six Sigma stvaraju se proizvodi koji zadovoljavaju specifikacije dok Taguchi metoda proizvodi dijelove proizvoda izbjegavajući pogreške. Zbog toga je inženjering kvalitete pomoću Taguchi metode učinkovitiji, brži i inteligentniji.

Može se zaključiti da je osnovna značajka radova Genichija Taguchija to što je njegov znanstveni i praktični rad izvanredan primjer povezivanja vrhunskih teorijskih dostignuća s praksom u području ostvarivanja kvalitete. Genichi Taguchi u sustavu inženjeringa kvalitete vidi proces koji se sastoji od tri stupnja: dizajna sustava, dizajna parametara i dizajna tolerancije.

Zaokružena filozofija kvalitete u proizvodnji Genichija Taguchija (publicirana 1996. godine) prezentirana je u tzv. devet zapovijedi i odnosi se prije svega na upravljanje procesima u proizvodnji.

Genichi Taguchi je dao plodonosne i vrijedne metodične inovacije u statistici i inženjerstvu, prema Shewhart-Deming tradiciji. On stavlja naglasak na gubitke u društvu, razmatra načine izvođenja odstupanja u pokusima. Njegova cjelokupna strategija sustava, parametri i tolerancije na dizajn jako su utjecali na poboljšanje proizvodne kvalitete širom svijeta. Mnogo tehničkih detalja Taguchijeve metode i njihova korist u eksperimentiranju i istraživanju se tek sada proučavaju na Zapadu.

LITERATURA

- Žugaj, M., Schatten, M.: *Arhitektura suvremenih organizacija*, Tonimir, Varaždinske Toplice, 2005.
- Kondić, Ž.: *Kvaliteta i metode poboljšanja*, Impresum, Varaždin, 2004.
- Matika, D.: *Proizvodno inženjerstvo na* <http://www.politehnika-pula.hr> od 28.05.2009.
- Jovetić, S.: *Metodologija praćenja i unapređenja performansi procesa nabavke na* <http://scindeks.nb.rs/article> od 28.05.2009.
- Tong, L. I., Su, C. T., Wang, C. H.: *The optimization of multi-response problems in the Taguchi method na* <http://www.emeraldinsight.com> od 29.05.2009.

INTERNET STRANICE:

- <http://www.qsconsult.be/ESTaguchi.htm> (28.05.2009.)
- <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section5/pri56.htm> (29.05.2009.)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Taguchi_methods (28.05.2009.)
- <http://www.stat.rutgers.edu/~buyske/591/lect10.pdf> (30.05.2009.)
- http://lssacademy.com/wp-content/uploads/2008/03/genichi_taguchi.jpg (30.05.2009.)
- <http://www.gembapantarei.com/Taguchi%20Loss%20Function> (30.05.2009.)

Dr.sc. Kata Ivić

Faculty of Economics in Osijek

Rozalija Marinković, univ.bacc.oec.

Zvonimir Jurković, univ.bacc.oec.

APPLICATION OF THE TAGUCHI METHOD IN CHANGE MANAGEMENT

Summary

Application of the Taguchi methods results in efficient optimization of performance, quality and price, fast and accurate gathering of technical information, design and production of highly reliable products and processes at low prices, development of flexible technologies for designing of a whole group of high quality associated products. All this significantly reduces the duration of research, development and delivery. The most frequent use of the Taguchi methods is to improve existing products and production processes and to reduce the need for experiments.

The Taguchi methods is a system of quality engineering which puts more emphasis on reduction of production costs and giving advantage to efficient use of engineering strategies than on the use of advanced statistical methods.

Key words: Taguchi method, engineering, product quality, production process, business changes