

PRIMENA QFD METODE U PROCESU UNAPREĐENJA KVALITETA AKSIJALNOG LEŽAJA

¹Mr Dijana Nikolić, dipl.ing.maš., ²mr Nedeljko Tucović,
³Georgios Petridis, dipl.ing.maš., ⁴prof. dr Nada Živanović, dipl.ing.maš.

Kategorija rada: STRUČNI RAD
Recenzent: Prof.dr Miroslav Trajanović
Rad primljen: 25.08.2009.godine

Adresa:
¹IMK "14.oktobar", Kruševac
²Jugoinspekt, Beograd
³Georgios -Minden, Nemačka
⁴Univerzitet „UNION“, Beograd, Fakultet za
industrijski menadžment, Kruševac

Rezime: Sadašnje vreme globalizacije zahteva od menadžera, rukovodioca, projektanta da sve više bude fleksibilan, inovativan i u svakom pogledu bude fokusiran ka kvalitetu. TQM insistira na stalnom unapređenju kvaliteta i zato je potrebno da poslovni sistem bude orijentisan na kupca proizvoda, da pravilno shvati i primenjuje principe kvaliteta. Da bi se osigurao rast, razvoj i opstanak poslovnog sistema potrebno je primeniti određene metode i alate kvaliteta, s ciljem da se postigne bezdefektna proizvodnja, sa konkurentskom cenom i zavidnom vrednošću. Primenom QFD metode poslovni sistem može poboljšati već postojeći proizvedeni proizvod, kao i razviti potpuno novi proizvod. QFD je najpoznatija metoda za prenos glasa kupca u svaku funkciju i aktivnost, predstavlja strukturiran pristup utvrđivanja potreba i zahteva kupaca i njihovo sprovođenje u specifične planove za ostvarenje planova. U ovom radu su prikazani koraci sprovođenja QFD metode na primeru aksijalnog ležaja koji se proizvodi u fabrici IMK „14.oktobar“ u Kruševcu.

Ključne reči: kvalitet, QFD metoda, aksijalni ležaj

1. UVOD

Unapređenje kvaliteta je jedan od osnovnih zahteva standarda ISO 9001:2000, koji zahteva kontinualno unapređenje i poboljšanje kvaliteta proizvoda i sposobnost procesa.

U sadašnjim vremenima globalizacije u svim procedurama poslovnog sistema potrebno je posvetiti sve veću pažnju razvijanju i primeni alata kvaliteta. Stalno poboljšanje kvaliteta u poslovnim sistemima zahteva da se uvedu odgovarajući postupci poboljšanja.

U ovom radu je predstavljena QFD metoda, opisan je značaj ove metode, a cilj je da se ukaže kako poslovni sistem primenom ove metode može da unapredi svoj rad prema zahtevu kupca. Efekti ove metode su skraćivanje vremena za projektovanje ili unapređenje proizvoda. Bitno je da se time postiže smanjenje mogućnosti pojave grešaka, poboljšava se kvalitet proizvoda i nudi onakav kvalitet kakav zahteva kupac. Smanjuju se ukupni troškovi projektovanja ili proizvodnje, a sam rizik od pojave grešaka smanjen je na najmanju meru. U početku se ova metoda primenjivala samo za projektovanje novih proizvoda odnosno razvoj, ali se sada može koristiti u različitim funkcijama u poslovnim sistemima. Ova metoda može se koristiti u planiranju, proizvodnji, investicijama, marketingu, prodaji i kontroli, da bi se unapredio proces poslovanja unutar poslovnog sistema.

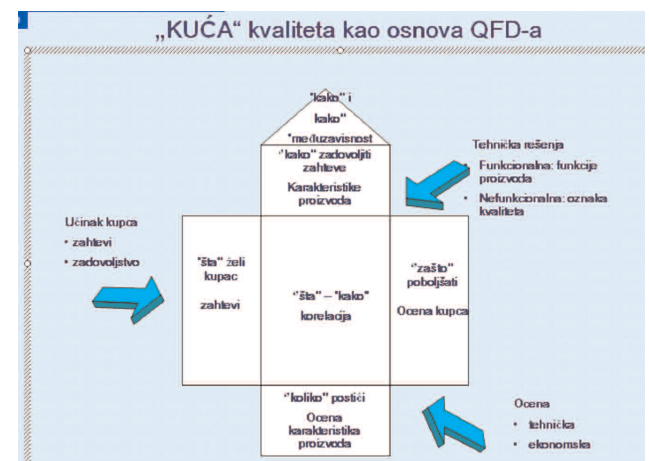
2. FAZE QFD METODE

Autor QFD metode je japanac Yoki Akao. QFD metoda se razvila 1970-tih godina u Japanu u brodogradilištu "Mitsubishi", a ubrzo se počela primenjivati i u drugim granama industrije. Primenjuje se u procesu projektovanja i proizvodnje proizvoda. Najveći značaj ove metode jeste da se postigne visoki kvalitet proizvoda i usmerenost na kupca i zadovoljenje njegovih potreba, kao i grafičko, tabelarno prikazivanje najznačajnijih informacija, koje su potrebne pri osnivanju, razvoju i proizvodnji proizvoda.

QFD metoda je proizašla iz početnih slova engleskog izraza "Quality Function Deployment", a grubo se prevodi "Raspoređivanje funkcije kvaliteta", dok u stručnoj literaturi se podrazumeva "Planiranje kvaliteta usmerenog ka zahtevima kupaca".

Osnovni cilj QFD metode je projektovanje ili unapređenje proizvoda prema zahtevima kupaca.

Osnova ove metode je identifikovanje npr. zahteva kupaca i definisanje matrica inženjerskih rešenja na bazi relacije "šta" (zahtev) i "kako" (rešenja). Bitan element QFD metode je matrično rangiranje veza između "šta" – "kako". Započinje analizom informacija zahteva kupca i one se prikazuju u redovima matrice, dok se u kolonama upisuju atributi, odnosno karakteristike proizvoda. Međusobni odnosi između ovih informacija upisuju se u centralni deo matrice, dok se sa strane upisuju dobijeni rezultati pa se tako formira tzv. kuća kvaliteta, prikazano na slici 1. Svrha metode je da se iz takve korelacije uoče kritične karakteristike proizvoda, karakteristični delovi, kritični procesi i njihove aktivnosti. Na ta kritična mesta primenjuje se postupak za unošenje korektivnih mera u cilju njihovog poboljšanja.



Slika 1. Kuća kvaliteta

Kuća kvaliteta tj. matrica se koristi u sledećim primerima:

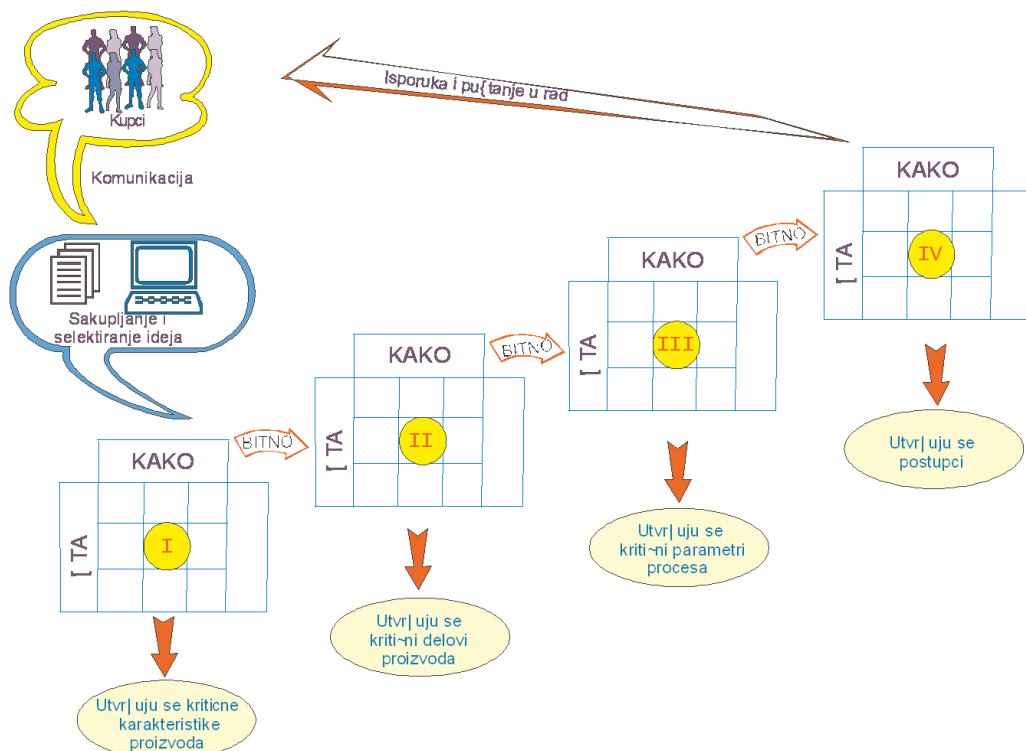
- pri analizi zahteva kupca,
- kada se zahtevi kupca moraju uskladiti sa organizacionom šemom PS i njihovim planom proizvodnje, i
- kada se započinje projektovanje novog proizvoda.

Ova metoda se svodi na uspostavljanje relacije između postavljenog pitanja "šta" i adekvatnog odgovora "kako" i realizacije sa kvalitetnim ishodom. Između svake faze postoji povratna sprega. Veoma je bitno da se problem što jasnije i sa puno informacija postavi jer onda se može uspešno realizovati. Sam postupak ove metode započinje prvo sa zahtevom kupca. Treba imati dosta informacija koje moraju biti sigurne. Tim koji sprovodi ovu metodu mora da radi istraži-

vanja vezana za prikupljanje informacija, da prikupi informacije „glas kupca“ npr. direktnom komunikacijom sa kupcem ili putem određenih studija (marketing, statistički podaci, inženjerski proračuni,...).

QFD metoda se opisuje kroz četiri faze (slika 2.) razvoja novoga proizvoda:

- I FAZA - prevodi zahteve kupca u karakteristike proizvoda,
- II FAZA – prevodi karakteristike proizvoda u karakteristike delova,
- III FAZA – prevodi karakteristike delova u kritične parametre procesa,
- IV FAZA – prevodi kritične parametre procesa u postupke.



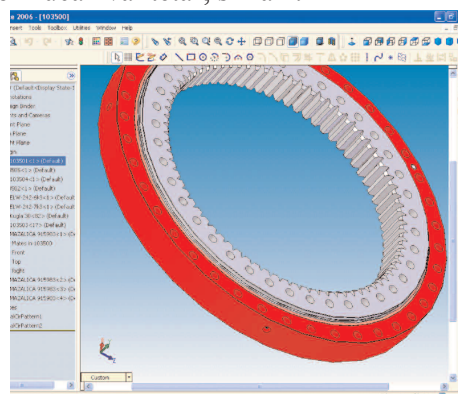
Slika 2. Faze QFD metode

2.1. I FAZA - Konstruisanje proizvoda

Konstruisanje proizvoda je početna faza koja se najteže sprovodi jer u toj fazi imamo najmanje informacija. Kao prve informacije su zahtevi kupca, a ostale informacije su vezane za konstrukciju i proces izrade proizvoda. One se pretpostavljaju i analiziraju. U levoj koloni u polju "šta" napišu se svi zahtevi koji su zahtevani od strane kupca, koje proizvod mora da zadovolji, a u polju "kako" definišu se najbitnije karakteristike proizvoda koje su značajne za zadovoljenje zahteva kupca. Kada se obrade ovi podaci, treba da se odredi najznačajnija karakteristika proizvoda iz polja „kako“ i da se prenese u polje "šta" "druge kuće" u II fazi. Ova faza se odnosi na potrebe i zahteve kupca, i na karakteristike proizvoda koje se moraju u projektu odnosno konstrukciji proizvoda postići. Službe marketinga, razvoja, prodaje i servisa moraju uspešno da funkcionišu pri analizi zahteva kupca i da raspolazu sa adekvatnim informacijama o zahtevima kupaca, da bi se uspešno odredile značajne karakteristike proizvoda.

Za dati primer, aksijalni ležaj koji se proizvodi u IMK „14.oktobar“ (slika 3.), i na osnovu utvrđenih

zahteva kupaca i tehničkih karakteristika proizvoda formirana je matrica proizvoda, "house of quality" odnosno "kuća kvaliteta", slika 4.



Slika 3. Aksijalni ležaj – 3D model

KORELACIJA	SIMBOLI	POENI
Jaka	©	9
Srednja	o	3
Slaba	Δ	1

Tabela 1. Simboli za korelaciju između "šta" i "kako"

Na osnovu utvrđenih zahteva kupaca, određene su značajne karakteristike aksijalnog ležaja i pažnja je posvećena pitanju korelacije u „sobi kuće kvaliteta“, između svakog „šta“ i svakog „kako“. Različite karakteristike vrednuju se prema načinu na koji zadovoljavaju zahteve navedene s leve strane uz korišćenje simbola QFD za korelaciju, koji su prikazani u tabeli 1. Ako karakteristika ne zadovoljava neki od zahteva, to se polje ostavlja prazno. Vrednosti značaja (1-10),

koje kupci daju množe se sa stepenom korelacije svakog „kako“. Suma tih produkata unosi se u kolonu – značaj vrednosti kolone, u prvom redu kao „apsolutna vrednost“, a u drugom redu kao „relativna vrednost“ (%). Najpogodnija korelacija imat će najveću sumu. Na osnovu ove metode vrednovanja, zaključuje se da je veoma bitno da se obrati pažnja na karakteristike materijala koje se moraju zadovoljiti, da bi se proizveo kvalitetan proizvod.

KAKO KARAKTERISTIKE PROIZVODA ŠTA ZNAČAJ ZAHTEVI		PROVEREN MATERIAL STATIČKA NOSIVOST DIMENZIONIRANOST KORIŠĆENJE SOFTVERA PRI PROJEKTOVANJU PROPISANE TEHNIČKE OSOBINE								UPOREĐIVANJE SA KONKURENCIJOM				
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
		10	8	9	9	8	9							
POUZDANOST	10	◎	◎		◎	◎		◎						
LAKA MONTAŽA	8				○									
KVALITET	9	◎			◎	◎		◎						
TEHNIČKE OSOBINE	9	◎	○		◎	◎		◎						
TEŽINA	8	◎			○	△		△						
CENA	9	△												
ZNAČAJ VRENOSTI KOLONE	APSOLUTNI	333	117		280	260		260						
	RELATIVNI %	26	10		22	21		21						
CILJNE TEHNIČKE VREDNOSTI														
TEHNIČKO UPOREĐENJE SA PROIZVODIMA KONKURENTSKIH FIRMI														
PRIMEDBA 1														
PRIMEDBA 2														

Slika 4. Kuća kvaliteta - I FAZA, matrica proizvoda

2.2. II FAZA - Kritični delovi proizvoda

Ova faza nije komplikovana kao I faza jer je već razrađena konstrukcija proizvoda pa je lakše utvrditi kritične delove proizvoda koji su značajni za zadovoljenje kupca. Tako rezultati ove metode pomažu za projektovanje tehnologije izrade proizvoda i kontrole kvaliteta. U ovoj fazi kritični delovi koji su konstruisani mogu se preispitati.

U ovoj fazi se u polje "šta" upisuju sve definisane karakteristike proizvoda na koje se posebno treba obratiti pažnja, a u polje "kako" utvrđuju se kritični delovi, odnosno komponente proizvoda, koje su od velikog značaja za ostvarenje zahtevanih karakteristika proizvoda. Za kritične delove utvrđuju se kritične karakteristike. Da bi se problem što pre rešio kritični delovi proizvoda i njegove karakteristike se prenose u polje "šta" treće kuće.

Cilj ove faze je da se utvrde kritični delovi aksijalnog ležaja, sa njegovim karakteristikama. Na os-

novu utvrđenih karakteristika i kritičnih delova aksijalnog formirana je „matrica delova“, ili „part deployment“, prikazano na slici 5.

Određuje se stepen korelacije između veličina "kako" i veličina "šta". U ovom koraku definiše se u kom stepenu pojedina karakteristika za svaki kritični deo utiče na ostvarenje svake od utvrđenih karakteristika proizvoda. Da bi se odredio stepen korelacije, prvo se rade u tom koraku međukoraci, a u tom međukoraku se radi analiza stabla otkaza. Tim stručnjaka ima zadatak da izabere najbolje konstrukciono rešenje za kritične delove i da odredi važne elemente za III fazu. Za određivanje kritičnih delova novog proizvoda najbolje i najadekvatnija je primena FMEA metoda, odnosno metoda otkaza. Kad smo definisali kritične delove proizvoda definišemo i karakteristike kritičnih delova od kojih ovisi ostvarenje karakteristika proizvoda. Dok kod određivanja ciljnih vrednosti karakteristika kritičnog dela, prvenstveno je potrebno da se

analiziraju sopstvena rešenja, gledajući i sa tehničke i ekonomske strane.

Na osnovu ove metode vrednovanja, zaključuje se da je veoma bitno da se obrati pažnja na kritične karakteristične delove aksijalnog ležaja, kao što su spoljašnji i unutrašnji prsten.

KAKO KARAKTERISTIČNI DELOVI		ŠTA ZNAČAJ	KARAKTERISTIKE	KAKO								UPOREĐIVANJE SA KONKURENCIJOM				
				SPOLJAŠNI PRSTEN	UNUTRAŠNJI PRSTEN	OSOVINICA	ČEP	ODSTOJNIK	MAZALICA	KUGLA						
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
PROVEREN MATERIJAL				10	©	©					○					
DIMENZIJE KARAKTERISTIKE				9	○	○	○									
KORIŠĆENJE SOFTVERA PRI PROJEKTOVANJU				8	©	©	©	©	©	©	©					
PROPIŠANE TEHNIČKE OSOBE				9	○	○	○	○	○	○	○					
ZNAČAJ VRETNOSTI KOLONE				APSOLUTNI	216	216	126	99	99	72	129	72				
				RELATIVNI %	22	22	12	10	10	7	10	7				
CILJNE TEHNIČKE VREDNOSTI																
TEHNIČKO UPOREĐENJE SA PRO- IZVODIMA KONKURENTSKIH FIRMI																
PRIMEDBA 1																
PRIMEDBA 2																

Slika 5. Kuc
II FAZA, ma

Slika 5. Kuća kvaliteta - II FAZA, matrica delova

2.3. III FAZA - Kritični parametri procesa

Da bi se uspešno ostvarilo u ostvarenju kvaliteta proizvoda, potrebno je poštovati ciljne vrednosti karakteristika kritičnih delova. U tome imaju najveću ulogu proizvodni procesi koji moraju dati odgovor na postavljene zahteve. Cilj razmatranja ove faze je da se izvrši analiza procesa izrade kritičnih delova aksijalnog ležaja, utvrde kritični parametri procesa, utvrde ciljne vrednosti parametara procesa i odredi kriterijum koji se dalje obrađuje u fazi IV. Na osnovu utvrđenih kritičnih delova proizvoda i kritičnih parametara procesa formira se „matrica procesa“ ili „process matrix“, prikazano na slici 6.

Kada se formira "matrica procesa", utvrđuju se parametri procesa koji su od velikog značaja na koje se obraća pažnja u IV fazi, da bi se dale instrukcije za izvršenje radnih aktivnosti i uradili planovi kontrole i ispitivanja. U ovoj fazi maksimalno se koristi FMEA metod. Za svaki kritični deo aksijalnog ležaja analiziraju se tehnološke operacije izrade i utvrđuju se kritični parametri procesa. U ovom primeru pažnja se mora obratiti na izradu otkivaka spoljašnjeg i unutrašnjeg prstena, kao i na procese poboljšanja i indukcijonog kaljenja.

KAKO KRITIČNI PARAMETRI o PROCESA		ŠTA ZNAČAJ	KAKO								UPOREĐIVANJE SA KONKURENCIJOM				
			IZRADA OTKIVKA	POBOLJŠANJE	KONTROLA	STRUGANJE	BUŠENJE		INDUKCIONO KALENJE						
KARAKTERISTIČNI DELOVI			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
SPOLJAŠNI PRSTEN	10		©	©	©	○	○		©						
UNUTRAŠNJI PRSTEN	10		©	©	©	○	○		©						
ČEP	8				○	○									
OSOVINICA	9		○		○	○									
ZNAČAJ VRETNOSTI KOLONE	APSOLUTNI		234	180	231	91	60		180						
	RELATIVNI %		25	16	23	12	8		16						
CILJNE TEHNIČKE VREDNOSTI															
TEHNIČKO UPOREĐENJE SA PROIZVODIMA KONKURENTSKIH FIRMI															
PRIMEDBA 1															
PRIMEDBA 2															

Slika 6. Kuća kvaliteta – III FAZA, matrica procesa

2.4. IV FAZA - Potrebne mere

U ovoj fazi mora se obratiti pažnja na kontrolu odnosno na mere koje se trebaju kontrolisati. Ovde su u polju "šta" definisani kritični procesi, a u polju "kako" definisani su postupci kontrole kvaliteta, odnosno sve mere koje treba preduzeti da bi se tačno znalo šta treba kontrolisati, kako bi se proces realizo-

vao sa sigurnošću. Na osnovu utvrđenih kritičnih procesa i definisanih postupaka kontrole kvaliteta formira se „matrica postupaka“ ili „pro matrix“, prikazano na slici 7. Značajno je da se za aksijalni ležaj moraju propisati konkretni postupci, odnosno radne instrukcije koje se definišu za radnike u proizvodnji.

KAKO POTREBNE MERE ŠTA ZNAČAJ KRITIČNI PARAMETRI										UPOREĐIVANJE SA KONKURENCIJOM				
		PROVEREN MATERIJAL	STATIČKA NOSIVOST		DIMENZIONIRANJE KARAKTERISTIKE	KORIŠĆENJE SOFTVERA PRI PROJEKTOVANJU		PROPISENE TEHNIČKE OSOBINE						
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
IZRADA OTKIVAKA	10	⊙	⊙		⊙	⊙								
POBOLJŠANJE	8	○	○		○	○								
STRUGANJE	9	⊙	○		⊙	⊙		⊙						
INDUKCIONO KALENJE	9	⊙	○		⊙									
BUŠENJE	8	⊙	○		○	○		⊙						
KONTROLA	9	○	○		○	○		⊙						
ZNAČAJ VRENOTI KOLONE	APSOLUTNI	369	219		295	243		234						
	RELATIVNI %	27	16		22	18		17						
CILJNE TEHNIČKE VREDNOSTI														
TEHNIČKO UPOREĐENJE SA PROIZVODIMA KONKURENTSKIH FIRMI														
PRIMEDBA 1														
PRIMEDBA 2														

Slika 7. Kuća kvaliteta – IV FAZA, matrica postupaka

3. ZAKLJUČAK

Kvalitet je usmeren na eliminisanje svih nedostataka i zastoja u industrijskim sistemima. U današnjim uslovima poslovanja potrebno je izaći u susret željama i zahtevima kupaca, gde se za analizu koristi QFD metoda. Primenom ove metode skraćuje se vreme projektovanja i razvoja proizvoda, poboljšava se kvalitet proizvoda i smanjuju se troškovi projektovanja i proizvodnje, a samom primenom ove metode podiže se nivo imidža organizacije. Danas je potrebno primeniti savremene softvere za razvoj i projektovanje proizvoda, kao i za metode kvaliteta jer se time postiže poboljšanje kvaliteta i smanjuju se troškovi izrade celog proizvoda.

4. LITERATURA

1. Lazić M.: "Alati, metode i tehnike unapređenja kvaliteta", Mašinski fakultet, Kragujevac, 2006.
3. Dr Ljubodrag Đorđević, Sava Đurić, Gligorije Gligorijević: „Modularno projektovanje u funkciji aktiviranja proizvodnje“, Časopis „IMK-14 Istraživanje i razvoj“, br. (22-23) 3-4/2005.
4. Olga Rakonjac, mr Aleksandar Marić, prof. Dr Ljubodrag Đorđević: „Održavanje i sigurnost složenih tehničkih sistema“, Časopis „IMK-14 Istraživanje i razvoj“, br. (24-25) 1-2/2006.
5. Vulatović B., Stefanović D., Kamberović B., Radaković N., Maksimović R., Radlovački V., Šilobad M.: "Sistem kvaliteta ISO 9001:2000", Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme-istraživački tehnološki centar, Novi Sad, 2003.

6. Vulatović B., Stefanović D., Kamberović B., Radaković N., Maksimović R., Radlovački V., Šilobad M.: "Metode i tehnike unapređenja kvaliteta", Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme-istraživački tehnološki centar, Novi Sad, 2003.
7. Nikolić D.: „Razvoj novih proizvoda saglasno principima TQM-a, Magistarski rad, Fakultet za industrijski menadžment, Kruševac, 2008.
8. Živanović N.: " Kako do TQM-a", Zadužbina Andrejević, Beograd, 2000.
9. <http://Www.Qfd-Broshure.pdf>, (jun, 2007.)
10. http://www.uvod_v_metode_QFD.pdf, (septembar, 2007.)
11. [http://www. Grundlagen des Quality Function Deployment QFD](http://www.Grundlagen_des_Quality_Function_Deployment_QFD), (januar, 2008.)

QFD METHOD APPLICATION FOR QUALITY IMPROVEMENT OF AXIAL BEARING

ABSTRACT: Nowadays, globalization requests from managers, directors, designers for being flexible, innovative and in each point of view focused on quality. TQM insists on permanent promotion for quality improvement and for that reason it is necessary for business system to be coursed on product's buyers, to understand and apply quality fundamentals. In order to ensure upgrading, development and survival of business system, it is important to apply definite methods for determined methods and instruments for quality, aiming to reach faultless production, with competitive prices and grudged values. QFD method application can improve the business system existing manufactured product, as well as, to develop new brand product. QFD is the most popular methods for customer's voice transmittance in each function and sphere of activity, and structured approuce for determing customer needs and requirements and their implementation of specific plans for its fullfillment. In the paper were presented the steps of QFD methods the implementation on the example of axial bearing that have been manufactured in company IMK "14.oktobar" in Krusevac.

Key word: quality, QFD method, axial bearing