

Đuro Mikić¹, Neven Mikić²

TEORIJSKA DISPOZICIJA EKONOMETRIJSKIH RELACIJA U FUNKCIJI UNAPREĐENJA PERFORMANSI SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM

(Fenomen upravljivosti greškama i posljedicama)

THEORETICAL DISPOSITION OF ECONOMETRIC RELATIONS AS A FUNCTION OF IMPROVING PERFORMANCE OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

(Isolation of Phenomenon of Error Manageability)

Abstrakt

Virtuelne vježbe i neprekidni trenizi primjene složenijih varijanti alata kvaliteta generišu okruženje inženjering kvaliteta kao odgovor na niz istraživačkih pitanja. Novi izazovi otvoreni adekvatnom specifikacijom procesnih problema, ispoljavaju se u vidu stvaranja fundamentalnog koncepta u areni borbe za unapređenje kvaliteta. Teorijska dispozicija vizije u rješavanju problema upravljanja kvalitetom sve češće se bazira na virtuelnim pomagalicama kao što su alati kvaliteta i strukturirani okviri. Povjerenje koje se može ukazati odlukama generisanim uključivanjem navedenih instrumenata, proporcionalno je pouzdanosti raspoloživih informacionih resursa i projektovanim performansama sistema.

Ipak glavni uzrok problema vezanih za kvalitet su varijacije tako da je matematički okvir u procesu unapređivanja performansi sistema upravljanja kvalitetom usmjeren na njihovu statističku identifikaciju, odnosno statističku prirodu probabilističkih relacija višeznačno određene budućnosti. Verzije budućih ishoda, kojima se pridružuju subjektivni stepeni uvjerenja, dolaze u fokus ovih proučavanja čime slučajno postaje proračunljivo a granica izvjesnosti se pomjera prema saznatljivosti.

Međutim, za ovakva istraživanja potrebno je "gorivo" koje se zove podaci ali svi podaci kao neraspakovane informacije pored količine saopštenja, u sebi nose i određen stepen greške. Upravljanje greškama podrazumjeva nastajanje novog kvaliteta koji se manifestuje u vidu kontrole veze između procesa i izlaza. Ideja o procijeni greške i ustupci bitni za kompromis specifikacija repliciraju u izgrađene standarde detekcije grešaka i njihovih posljedica. Time se umanjuje negativno znanje, eliminiše negativan kvalitet a uvećava stepen upravljivosti odnosno podižu performanse sistema upravljanja kvalitetom.

Ključne riječi: proces, varijacija, greška, kvalitet, upravljanje, rizik

¹ Visoka škola za ekonomiju i informatiku – Prijedor

² Ekonomski fakultet – Univerzitet u Banja Luci

Absrtact

Virtual exercizes and continuous application training of more complex variants of quality tools generate an environment of quality engineering in response to a series of research questions. New challenges opened by adequate specification of process problems, manifested in the form of completing a fundamental concept in the arena of struggle for the quality improvement. Theoretical disposition of vision in solving quality management problems is increasingly based on virtual tools such as quality tools and structured framework. Trust that there may be given to the decisions made by these instruments, is proporcional to the reliability of available information resources, and projected performances of the system.

However, the main cause of problems related to quality are variations, so that the mathematical framework in the process of performance improving of quality management system is pointed to their statistical identification, i.e. to statistical nature of probabilistic rationships of ambiguously defined future. Versions of future outcomes, which are joined by a subjective belief degrees, are coming into focus of this study, in which case incidentally becomes calculable, and the limit of certainty and is moved to cognizable.

However, for such research it is necessary to have „fuel“ that is called the data, but all data as unpacked information beyond the amount of communication, include some degree of error. Error management involves the formation of a new quality that is manifested in the form of control links between process and output. The idea of the estimate error and compromisses essential to a compromise specification replicate in the constructed standards of detection of errors and their consequences. This reduces the negative knowledge, eliminates negative quality and increases the level of manageability, i.e. it increases performances of the quality management system.

Keywords: *process variation, error, quality management, risk*

UVOD

Kvalitet kao filozofska kategorija će biti apsolutno jasan kada ga filozofija definiše, iako je poznato, da se još uvijek nije značajno odmaklo od tvrdnje, da se kvalitet gotovo i nemože definisati.

Međutim, moderni poslovni svijet nemože dozvotiti luksuz da tržištu ponudi samo eventualan kvalitet. Antičko shvatanje je prevaziđeno i nauci je ipak uspjelo, da kroz različite metodaologije, ne samo definiše, već i ovalada ovom, teško objašnjivom a ponekad i iracionalnom kategorijom.

Tri glavne metodologije upravljanja kvlaitetom, T Q M, ISO 9000 i Six Sigma su poslijednjih decenija omogućile ekspanziju naučne misli tj. škola i pravaca u području obezbjeđenja i unapređenja kvaliteta.

Unutar navedenih metodologija, a naročito TQM, sa kojim je i modelirana „pozitivna predstava“ o upravljanju sistemom kvaliteta, razvijene su i mnogobrojne tehnike upravljanja, opisane pojmom alati kvaliteta.

Klasifikacija alata kvaliteta po raznim katagorijama, izvedena je zavisno od izbora kriterija koje su izgrađivali pojedini autori. Za pojedine kolekcije alata prepoznatljivih po rezultatima efikasnosti u razlličitim metodologijama upravljanja kvalitetom, ubrzana je primjena jer se za njih relativno komforno koriste softverska riješenja.

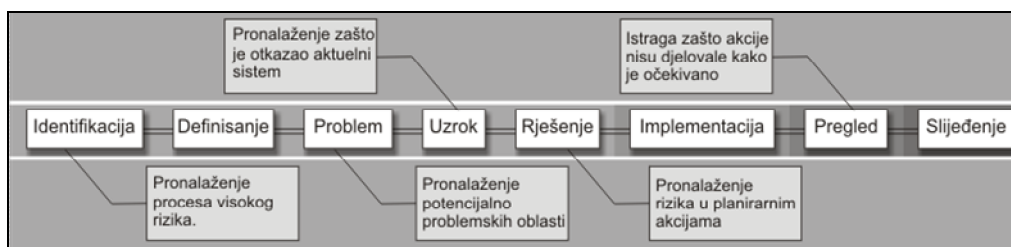
Zajednička osobina ovih alata je da se odlično uklapaju u četverostepeni PDCA ciklus i osmostepeni projektni okvir za odvijanje projekta kojeg naročito favorizuje Six Sigma metodologija što im omogućava univerzalnu primjenu.

1. Analiza grešaka i posljedica (FMEA)

(eng. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA))

FMEA je alat koji se prvenstveno koristi u inženjerskim analizama pouzdanosti za identifikaciju grešaka i određivanje njihovih prioriteta uzroka proizverdenih posljedica.

Koristi se pri dizajniranju proizvoda ili procesa, da bi se identifikovali i izbjegli dizajni koji imaju sklonost ka nastajanju greške kao i pri istrazi zašto je neki aktuelni sistem otkazao, kako bi se olakšala identifikacija mogućih uzroka i sanacionih akcija. Takođe se upotrebljava kod istrage oko mogućih rješenja, kako bi se olakšao izbor onoga koje ima prihvatljiv nivo rizika kod primjene, odnosno kod planiranja akcija, kako bi se identifikovali rizici u planu, te omogućila identifikacija protumjera.



Sl.1: Korištenje FMEA kod rješavanja problema

Mnogi problemi nastaju zbog neočekivanih otkaza sistema, što za posledicu može imati značajne troškove. Kao primjer se može navesti situacija u kojoj kisele kiše rastvore nove sastojke u crijepu, zbog čega proizvođač mora platiti visok iznos garancija, a pored toga stiče i lošu reputaciju. Detaljna analiza načina kako jedan sistem može otkazati, kao i mogućih efekata ovih otkazivanja može dati značajne uštede.

FMEA pravi dvostruki korak tako što prvo pronalazi kako nešto može otkazati, a zatim kakve to posljedice može imati, kao što je prikazano na Sl.2. Ovaj drugi korak olakšava identifikaciju značaja greške omogućavajući identifikaciju ključnih rizika nastajanja greške.

Šta može otkazati?	Kako može otkazati?	Realan trošak otkazivanja
Stavka	Greška	Posljedica
Kablovi	Prekid Kratak spoj	Gubitak napajanja Pregorjevanje osigurača Izbijanje požara

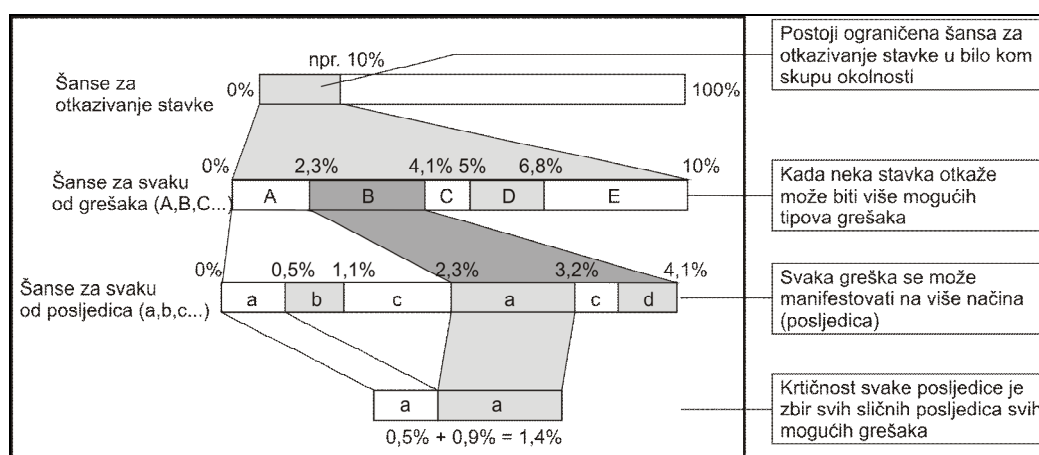
Ključni rizik je identifikovan

Sl.2: Greška i posljedica

Ovdje je kritično mjerenje značaja koji se može posvetiti grešci i efektima, što omogućuje utvrđivanje prioriteta korekcionih akcija. Jednostavan način mjerenja kritičnosti greške je da se uzme vjerovatnoća da će se greška desiti u datom periodu.

Kritičnost posljedice greške je vjerovatnoća da će se posljedica pojaviti zbog bilo koje greške (vidjeti ilustraciju na Sl.3). Kritičnost se dalje može rafinirati uzimanjem u račun i drugih stavki za koje se smatra da su značajne, kao što su jačina greške ili šansa da je kupac otkrije.

Provođenje ovog dodatnog koraka kod FMEA, daje novi alat FMECA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), mada se on često označava i kao FMEA



Sl.3: Kritičnost greške

Glavno ograničenje FMEA je to što ona, i pored toga što zadire u mnoge detalje o greškama pojedinačnih komponenti, ne uzima u obzir kombinacije grešaka. Npr. otkaz pogonske osovine lifta može biti beznačajan, ali u kombinaciji sa otkazivanjem kočionog sistema može biti i katastrofalan.

Praktičnu primjenu FMEA možemo ilustrovati na slijedećem primjeru: Firma koja razvija softver za uređenje teksta je dobila brojne prigovore od kupaca vezane za neke specifične funkcije. Daljom istragom je utvrđeno da postoji ograničen broj stvari koje posebno smetaju kupcima. Radeći sa kupcima razvrstane su stavke i data im ocjena jačine uticaja, kao u Tabeli 1.

Posljedica	Jačina
Korupcija hard diska	20
Gubljenje cijelih dokumenata	10
Gubitak znakova	7
Štampa zamrljana	4

Tabela 1: Ocjena jačine uticaja

FMEA tabela je korištena za bilježenje rezultata grešaka pronađenih u prigovorima kupaca. Zabilježeni su samo oni slučajevi koji imaju ciljne posljedice. Kalkulisanju kritičnosti je dodata ocjena jačine, kako bi se uzeli u obzir prioriteta kupaca. Jedan dio ovakve tabele je prikazan na Sl.4.

Analiza je pokazala da je slučaj sa najvećim rezultatom kritičnosti onaj kada se napuni disk, a dalja istraga je pokazala da je uzrok jedan privremeni fajl. Jednostavnim ograničavanjem veličine tog privremenog fajla je značajno umanjen negativan efekat, što je i na tabeli prikazano:

Stavka i % šanse	Greška		Posljedica greške				
	Opis	%	Opis	%	Kritičnos t x 10 ⁻⁶	Jačina	Kritičnost x jačina
Autosave (0,5%)	Disk pun	20	Disk zauzet	5	50	20	1000
	Mrežni drajv	8	Dokument izgubljen	8	80	10	800
			Znak izgubljen	12	120	7	840
			Disk zauzet	1	4	20	20
Štampa (0,2%)	Disk pun	80	Izlaz za štampu zauzet	20	320	2	640
			Disk zauzet	1	40	20	800

Sl.4: FMEA tabela

2. Algoritam primjene FMEA sa analizom kritičnosti

Korištenje FMEA u cilju otkrivanja nedostataka i identifikacije grešaka i neželjenih posljedica eventualno pogrešnog rada sistema kao i uključivanje provjere za smanjivanje šansi se provodi slijedećim redom:

1. Izabrati stavku koja će se analizirati, a ako je to dio neke druge stavke, onda se veze moraju dobro razjasniti.
2. Identifikovati opšti pristup koji će se koristiti jer FMEA može biti samo dio većeg seta analize grešaka.
3. Odrediti način kako se biraju stavke, a tipične strategije za to su sljedeće:
 - a) Analiza odozgo prema dole, pri čemu se analizirani sistem rastavlja na dijelove, pa se FMEA provodi najprije na većim dijelovima.
 - b) Analiza odozdo prema gore, pri čemu se najprije analiziraju najmanji dijelovi, pa se ide prema sklopovima koji su napravljeni od ovih dijelova.
 - c) Analiza komponenata, gdje se FMEA provodi na fizičkim dijelovima sistema i ovdje se obično koriste specifikacije komponenata kako bi se odredio nivo greške.
 - d) Funkcionalna analiza, gdje se analiziraju ciljne funkcije i operacije sistema grešku posmatra sa aspekta korisnika proizvoda, a ne sa inženjerskog aspekta, i obično koristi specifikacije komponenata kako bi se odredile greške.

Takođe treba odlučiti da li će se provoditi analiza kritičnosti, čime se kao rezultat dobija numerička vrijednost pripisana grešci i posljedicama, što će pomoći u određivanju prioriteta u seriji akcija.

Ako se provodi analiza kritičnosti, treba odrediti kako će se kalkulisati; ovdje navedeni metod je usmjeren samo na vjerovatnoću grešaka i posljedica, a to se može proširiti i na druge bitne faktore.

Gdje god je to moguće ova metoda treba da koristi aktuelne podatke, npr. one iz zapisa o defektima u proizvodnji, a u suprotnom treba definisati kategorije područja i odgovarajuće numeričke ocjene.

Naveden zahtjeve moguće je ostvariti kroz slijedeće korake:

- Identifikovati domet greške koja se ispituje a granice ispitivanja i mogu uključivati kriterije kao što su vremenski period, tipovi korisnika, geografske odrednice itd.
- Kreirati pogodnu tabelu za zahvatanje pravih informacija a ona će biti različita u zavisnosti od različitih faktora.

- Ako ova lista postane tako velika da se njome ne može rukovati, onda treba ili ograničiti oblast za FMEA ili uključiti alternativne alate.
- Ako se radi analiza kritičnosti, šanse za pojavljivanje greške treba odrediti za sve stavke koje su identifikovane kroz navedene pretpostavke u radu.
- Identifikovati udio vremena tokom koga će opisana oblast za svaku identifikovanu stavku zakazati. Npr. ako je oblast definisani test, onda se jedna stavka može testirati samo 10% vremena testiranja, pošto će druga stavka biti testirana 90% vremena (pa prema tome ima i veće šanse da zakaže).
- Ako sve stavke mogu da zakažu u bilo koje vrijeme, onda se ovaj faktor može ignorisati, pošto je on uvijek 100%.
- Za sve identifikovane stavke navesti sve značajne greške, a to se može izvesti postavljanjem pitanja „Kako nešto može da zakaže?”. Ovo se može pojednostaviti identifikacijom standardne liste grešaka za jedinicu koja se ispituje.
- Identifikovati šanse pojavljivanja svake greške po stavkama. Ako su identifikovane sve moguće greške za jednu stavku, onda će šanse za njihovo pojavljivanje biti ukupno 100%.
- Za svaku identifikovanu grešku odrediti sve značajne posljedice koje se mogu manifestovati.
- Važno je da se uoče razlike između posljedica i grešaka koje su uzrok pojavljivanja ili ponavljanja posljedica.
- Identifikovati šanse pojavljivanja svake posljedice greške. Ako su identifikovane sve moguće posljedice, onda će njihovo pojavljivanje biti ukupno 100% za svaku stavku.
- Iskalkulisati kritičnost svake posljedice identifikovane u radu množenjem ukupne šanse za zakazivanje stavke sa udjelom vremena u kome je stavka izložena riziku zakazivanja, šanse za pojavljivanje greške i šanse za posljedice greške.
- Za svaku grešku i posledicu koje se pojavljuju u više od jednog reda u tabeli, obično zbog toga što se nalaze na standardnoj listi, sabrati kalkulacije kritičnosti, kako bi se dobila ukupna kritičnost.
- Istražiti rezultate kritičnosti i identifikovati one greške i posljedice koje će zahtjevati poduzimanje neke akcije, te odrediti odgovarajuće korake na smanjenju šansi neželjenih zakazivanja, a konkretne akcije mogu biti:
 - Redizajniranje stavki kako bi se vjerovatnoća zakazivanja smanjila.
 - Dodavanje stavke koje će raditi na greškama drugih stavki.
 - Dodavanje alarmnih sistema koji javljaju zakazivanje stavke.

Kompletan postupak je prikazan na Sl.5.

Koraci 5 i 6		Korak 7	Korak 8	Korak 9	Korak 10	Korak 11	Korak 12
Stavka i % šanse za otkaz	Vrijeme otkaza stavke	Greška		Posljedica greške		Kritičnost x 10 ⁻⁶	
		Opis	%	Opis	%		
Baglama vrata (0,5%)	100%	Lom	12%	Ne mogu se zatvoriti	11%	66	
		Zapinjanje	8%	Teško se zatvaraju	79%	474	
		Istrošenost	80%	Ne mogu se zatvoriti	100%	400	
Brava (1,2%)	20%	Zapinjanje	54%	Teško se zatvaraju	100%	4000	
			Ne mogu se zatvoriti	25%	Ne mogu se otvoriti	75%	324
							972

Šanse svih mogućih grešaka za jednu stavku ukupno daje 100%

Šanse svih mogućih posljedica za jednu grešku nemora u zbiru biti 100%, jer se posljedice ne moraju uvijek javljati.

Kritičnost = Šansa za zakazivanje stavke x Šansa za nastajanje greške x Šansa za javljanje posljedice x Vrijeme rizika za zakazivanje = 0,012 x 0,54 x 0,75 x 0,20 = 0,000972 = 972x10⁻⁶

Kritičnost svake greške ili posljedice je zbir kritičnosti pojedinih komponenti.

Kritičnost greške: Lom baglame vrata = 66 + 474 = 600

Kritičnost posljedice: Ne mogu se zatvoriti = 66 + 400 + 324 + ...

Sl.5: Izgradnja FMEA tabele

3. Praktične varijacije opserviranja kritičnosti grešaka i posljedica

Distribuciju jačine uticaja za svaku stavku, odnosno kritičnost pojedinih klasa uticaja za svaku varijaciju posljedica, primjenom računa kritičnosti tj. analize kritičnosti utvrđujemo slijedećim redom:

- Fokusiranje na ograničen skup posljedica, a zatim se vraćati nazad, kako bi se pronašle greške koje su ih izazvale. Tome se može pristupiti tako što bi se najprije izabrale greške koje će kupci smatrati posebno nedopustivim. Npr. FMEA kompjuterskog sistema se može usmjeriti na gubitak podataka.
- Identifikovati skup ocjena jačine posljedice i za svaku stavku prikazati kritičnost u posebnoj koloni, kao što je slučaj na Sl.6. U tom slučaju zbir svake kolone za svaku stavku prikazuje raspodjelu ocjena jačine za tu stavku.
- Matrični dijagram koristiti za povezivanje grešaka i njihovih posljedica (stavke i greške postaviti u redove, a posljedice u kolone). Ovo će omogućiti da se na jednom dijagramu vidi veliki broj veza između grešaka i posljedica.

Kritičnost pojedinih klasa jačine uticaja za svaku posljedicu je prikazan u posebnoj koloni								
Stavka i % šanse	Greška		Posljedica greške		Kritičnost x 10 ⁶			
	Opis	%	Opis	%	v.visoka	visoka	sred.	niska
Ispad sistema (0,2%)	Korupcija	15	Gubitak podataka	24	180	495	2700	1225
	Veliki protok	60	Pad sistema	66				
			Gašenje	90				
			Pad sistema	10				
Mali protok	25	Upozorenje	98	300				
Ukupno					180	795	2700	1225
Zbir prikazuje raspodjelu jačine uticaja za svaku stavku npr. 795 = ((0,2 x 15% x 66%) + (0,2 x 60% x 19%)) x 10 ⁶								

Sl.6: Računanje kritičnosti

U američkim vojnim standardima su upisane dvije metode FMEA i označene kao Metod 101 i Metod 102. Metod 101 pokriva osnovnu kvalitativnu FMEA, dok Metod 102 pokriva kvantitativno izračunavanje kritičnosti. Preporučene kolone u radnim listovima su opisane u Tabeli 2.

Naslov kolone	Opis	Metod
Identifikacioni broj	Broj koji predstavlja referencu u odnosu na druge informacije.	Oba
Nomenklatura – identifikacija stavke ili funkcije	Jedinstvena identifikacija ili opis stavke koja se ispituje.	Oba
Funkcija	Primarna upotreba ili funkcija stavke.	Oba
Greške i uzroci	Greška na stavci i kako je do toga moglo doći (korisno za otklanjanje)	Oba
Faza misije	Kada i kako je stavka korištena kada je došlo do otkazivanja.	Oba
Posljedice greške	Uočljiva posljedica zakazivanja stavke, podijeljena na lokalne posljedice, sljedeće veće i konačne posljedice.	101
Metod otkrivanja greške	Metoda kojom se otkrivaju greške.	101
Kompenzacije	Drugi dijelovi sistema koji smanjuju posljedicu greške (npr. robustnost)	101
Klasa jačine	Jačina posljedice. Obično iz skupa četiri standardne klasifikacije.	Oba
Vjerovatnoća zakazivanja	Izvor podataka za mjerenje	102
Udio zakazivanja, p	Šanse za zakazivanje stavke u vremenu t.	102
Radno vrijeme, t	Udio perioda testiranja u kome je stavka izložena riziku da zakaže.	102

Naslov kolone	Opis	Metod
Udio greške,	Šansa da se greška pojavi u vremenu t.	102
Vjerovatnoća posljedice	Šansa da se posljedica pojavi u vremenu t.	102
Kritičnost greške	Kritičnost greške je proizvod vjerovatnoće posljedice, udjela greške, udjela zakazivanja i radnog vremena , (pt).	102
Kritičnost stavke	Kritičnost stavke je zbir svih kritičnosti greške za neku stavku.	102
Napomene	Umjesni komentari.	Oba

Tabela 2: Preporučene kolone u listovima za FMEA Metod 101 i 102

Opis realne situacije kvantitativnog opserviranja kritičnosti dodatno se pojašnjava slijedećim postupcima:

- Kvantifikovati vrijednosti kritičnosti množeći ih numeričkom reprezentacijom jačine posljedice. To će rezultirati jasnijim stanjem bitnih posljedica i omogućiti provođenje specifičnih akcija po prioritetima.
- Može biti korisno da se upotrijebi nelinearni skup ocjena kako bi se opisala realna situaciju u kojoj su neke ozbiljne posljedice strašno puno značajnije od onih koje su ocijenjene kao srednje ili male.
- Kvantifikovati vrijednosti kritičnosti množeći ih šansom da greška stigne do tačke kada je posebno nepoželjna (npr. da stigne do kupaca). Tako se otkriva da značaj neke greške zavisi od toga gdje i kada je otkrivena.

ZAKLJUČAK

Namjera autora u ovom radu nije čisto teorijsko razmatranje primjene alata kvaliteta već da se detaljnije opiše u kojim se fazama PDCA ciklusa i u kojim koracima projektnog okvira može, sa odgovarajućom varijacijom, najefikasnije koristiti alat opisan nazivom Analiza grešaka i posljedica (FMEA).

Predstavljeni alat je, sa aspekta inženjerske analize pouzdanosti, detaljno prikazan po sistemu korak po korak kao i ponuđene mnogobrojne varijacije koje su prilagođene specifičnim prilikama primjene.

Prednost opisanog alata je u tome što se veoma uspješno koristi u dizajniranju proizvoda ili procesa kako bi se markirale i izbjegle arhaične arhitekture koje imaju sklonost ka nastajanju grešaka.

Zahvaljujući ovakvim performansama alat se bezrezervo koristi pri istrazi razloga neočekivnog odkazivanja sistema, čime se olakšava identifikacija mogućih uzroka i omogućava preventivno djelovanje uključivanja sanacionih mjera.

Takođe ima efikasnu upotrebu u cilju iznalaženja optimalnih rješenja sa aspekta nivoa rizika a u smislu anticipacije budućih događaja i iznalaženja odgovarajućih protumjera.

Glavno ograničenje prilikom primjene FMEA je to što ona, i pored toga što ulazi u procedure upravljanja greškama i posljedicama podsistema i komponenti, ne uzima dovoljno u obzir kombinacije grešaka.

U ekonometrijskim relacijama višeznačne određenosti ishoda, u jednačinama poslovnog ponašanja, konvencionalno se tretira i dodatni stohastički član poznat kao greška jednačine.

Obuhvatanje grešaka i njihovih uticaja u kontekstu menadžerskih znanja i posljedica je i bio podsticajni motiv i izazov za konstrukciju, usavršavanje i primjenu ovoga alata. I pored svojih limita rad ostavlja nadu autoru da će u okviru ovog istraživanja prikazani alat kvaliteta bitno približiti vještinu menadžment odlučivanja i proširiti teorijsku dispoziciju ove materije u funkciji unapređivanja performansi sistema kvaliteta.

Nastojanjima i naporima menadžera da konkretne poslovne procese prilagode standardima i zahtjevima EU su imperativ modernog preduzetničkog senzibiliteta. Pri tome se dovoljno podsjetiti na činjenicu da ISO 9000 promoviše dokaze obavezne primjene alata kvaliteta kako u proizvodnoj tako i u prometno uslužnoj ekonomiji.

Literatura:

1. Popović, Branko: Obezbjedenje kvaliteta proizvoda (Quality assurance), Nauka, Beograd, 1992.
2. Todorović, Zdravko i drugi: Kvalitet prema standardima serije ISO 9000, Ministarstvo industrije i energetike Republike Srpske, Banja Luka, 1996.
3. Todorović, Zdravko i drugi: Izlazna kontrola u sistemu kvaliteta (Product control), Nauka, Beograd, 2000.
4. Popović, Branko: Procesna kontrola u Sistemu kvaliteta (Process control), Naučna knjiga, Beograd, 2000.
5. Bobrek Miroslav: QMS Design: projektovanje sistema menadžmenta kvalitetom– Mašinski fakultet, Banja Luka, 2000.
6. Đorđević Dejan: Sistem upravljanja kvalitetom, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin, 2003.
7. Basu Ron; Implementing Quality: A practical guide to tools and techniyues, Thomson Learning, 2004.
8. Lovrić, Miodrag i drugi: Statistička analiza – metodi i primjena, Ekonomski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2006.
9. Mikić, Đuro: Sistemi – struktura i upravljanje, Visoka škola za ekonomiju i informatiku – Prijedor, Prijedor, 2007.
10. Novaković, Zoran, Mikić, Đuro: Alati kvaliteta, Visoka škola za ekonomiju i informatiku – Prijedor, Prijedor, 2010.
11. Novaković, Zoran: Upravljanje kvalitetom, Visoka škola za ekonomiju i informatiku – Prijedor, Prijedor, 2010.