Utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa na kvalitet proizvoda, usluga i softvera

By Ivan Janićijević

WORD COUNT 42147
TIME SUBMITTED 12-SEP-2018 10:25AM
PAPER ID 40222557

UNIVERZITET SINGIDUNUM
BEOGRAD
DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

DOKTORSKA DISERTACIJA

Utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa na kvalitet proizvoda, usluga i softvera

Mentor: prof. dr Aleksandar Jevremović

Student: Ivan Janićijević
Broj indeksa: 465048/2016

Beograd, 2018. god.

Članovi komisije koji su pregledali rad i odobrili odbranu:

Prof. dr Aleksandar Jevremović

_____

Docent dr Goran Avlijaš

_____

Prof. dr Goran Šimić

_____

APSTRAKT

Pristup konstantantnog poboljšanja kvaliteta proizvoda, usluga i softvera omogućava svakoj organizaciji da fleksibilno reaguje na brze promene koje su karakteristične za moderne tržišne ekonomije. Održavanje konkurentske sposobnosti na tržištu postiže se kontinualnim poboljšanjem kvaliteta proizvoda, usluga i softvera. Poboljšanje kvaliteta se može postići samo upravljanjem svih ulaznih elemenata procesa koji utiču na kvalitet. Pod pojmom proizvod, kao „rezultat nekog procesa“, u radu će biti podrazumevani: 1) proizvod; 2) usluga i 2) softver.

U ovom radu će biti prikazana metodologija utvrđivanja i vrendovanja potreba/zahteva korisnika kao i definisanja ulaznih elemenata procesa - faktora koji utiču na ispunjenje tih potreba. U procesima realizacije proizvoda postoji veliki broj faktora koji utiču na kvalitet i ispunjene potreba korisnika, što upravljanje kvaliteta proizvoda usložnjava.

Za unapređenje kvaliteta proizvoda uvek postoji veći broj alternativnih rešenja. Svako rešenje za unapređenje karakterišu određeni troškovi implementacije i različit uticaj na kvalitet proizvoda. Prilikom vrednovanja alternativnih rešenja za unapređenje kvaliteta nije problem odrediti troškove implementacije svakog rešenja. Najveći problem je odrediti uticaj unapređenja određenog faktora na kvalitet proizvoda, a indirektno na zadovoljstvo korisnika. Postavlja se pitanje kako izabrati optimalnu (najbolju) kombinaciju faktora koji utiču na kvalitet proizvoda u uslovima ograničenih finansijskih sredstava. Kakav će biti efekat unapređenja pojedinih faktora koji utiču na kvalitet proizvoda? Za analizu efekata unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda na usaglašenost krajnjeg proizvoda sa zahtevima korisnika u radu će biti korišćena simulaciju usaglašenosti krajnjeg proizvoda primenom Markovljevih procesa uz pomoć programskog jezika Matlab.

Ovaj rad ima značajan doprinos poboljšanju metodologije modeliranja i upravljanja faktora koji imaju uticaj na kvalitet proizvoda. Značajan doprinos ovog rada je i društveni doprinos i mogućnost rešavanja konkretnih problema u poslovnim sistemima koji se odnose na procese unapređenja kvaliteta procesa koji utiču na

ispunjenje zahteva. Rezultati istraživanja mogu da posluže kao osnova za donošenje odluka u vezi sa pravcem koji bi trebalo preduzeti u cilju poboljšanja kvaliteta proizvoda.

Ključne reči: *kvalitet, kvalitet proizvoda, ulazni elementi procesa, faktori koji utiču na kvalitet proizvoda, unapređenje kvaliteta, Markovljevi procesi, simulacija efekata unapređenja kvaliteta.*

ABSTRACT

Constant access to product, service and software quality improvement enables every organization a flexible reaction to quick changes which are characteristic for modern market economies. Maintaining the competitive ability on the market is achieved by continuous improvement of product, service and software quality. Quality improvement can be achieved only by managing all the process input elements that impact quality. Under the concept of product, as in "result of a certain process", in this thesis we will consider: 1) product; 2) service and 3) software.

In this thesis we will show the methodology of establishing and evaluation of user's requirements as well as defining the process input elements - factors impacting the fulfillment of these needs. In the process of product realization there are a number of factors that impact the quality and fulfillment of user's requirements, which is complicated product quality management.

There are always a great number of alternative solutions for improving the quality of product. Any solution for improvement is characterized by certain costs of implementation and different impact on the quality of product. When evaluating alternative solutions for improving the quality, it's not a problem to determine the costs of implementation for every solution. The biggest problem is to determine the influence of improvement of the certain factor on the quality of product, and indirectly on user's satisfaction. The question is how to choose the optimal (the best) combination of factors which impact the quality of product under conditions of limited financial recourses. What will the effect of improving certain factors which impact the quality of product be? To analyze the effect of improving factors which impact the quality of product on final product conformity with the user's requirements, it will be used the conformity of the final product simulation using the Markov's process with the help of programming language Matlab.

This thesis is a significant contribution to improving the modeling methodology and managing the factors that impact the quality of product. An important contribution of this thesis is the social contribution and ability to solve practical problems in business systems which are related to quality improvement of processes which influence the

fulfillment of requirements. Results of the research can serve as a basis for making decisions regarding the direction which should be taken in order to improve product quality.

Key words: *quality, product quality, process input elements, factors that impact product quality, quality improvement, Markov's processes, quality improvement effects simulation.*

ZAHVALNOST

Želim da izrazim svoju zahvalnost svima koji su podržali i pomogli mi u sprovođenju ovog istraživanja. Naročito zahvaljujem mentoru koji mi je nesebično pomogao da put na izradi i odbrani doktorske disertacije privedem kraju.

Takođe, izrazio bih svoju zahvalnost mojoj voljenoj porodici za njihovo verovanje u mene, razumevanje i podršku tokom izrade doktorske disertacije.

PREGLED TABELA

Tabela 1 Pregled kritičnih faktora za uspeh identifikovanih od Bullinton et al. 17

Tabela 2 Pregled modela kvaliteta usluga 20

Tabela 3 Uloga simulacije u različitim konceptima 21

Tabela 4 Klasifikacija modela simalacije 23

Tabela 5 Analiza postojećih metodologija za upravljanje faktora koji utiču na kvalitet u odnosu na metodologiju predloženu u disertaciji 42

Tabela 6 Korisnici i njihovi zahtevi 70

Tabela 7 Definisanje značaja potreba korisnika 70

Tabela 8 Uzroci neusaglašenosti (Izvor: Arup, 2010) 83

Tabela 9 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva 85

Tabela 10 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet 90

Tabela 11 Moguća stanja izlaza aktivnosti 104

Tabela 12 Validacija modela - korisnici i njihove potrebe 112

Tabela 13 Validacija modela - definisanje značaja potreba korisnika 112

Tabela 14 Validacija modela - utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva 113

Tabela 15 Validacija modela - akcije unapređenja i uticaj unapređenja faktora na kvalitet 115

Tabela 16 Vrednosti parametara FTR 116

Tabela 17 Vrednosti parametara FTR i greška proračuna 116

Tabela 18 Validacija modela - moguća stanja izlaza aktivnosti 117

Tabela 19 Validacija modela - matrice verovatnoće prelaza 119

Tabela 20 Mesečni izveštaj o kvalitetu za decembar 2013. 120

Tabela 21 Mesečni izveštaj o kvalitetu za decembar 2012. 121

Tabela 22 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru usluge 128

Tabela 23 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru usluge 129

Tabela 24 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru usluge 130

Tabela 25 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru usluge 131

Tabela 26 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru usluge 133

Tabela 27 Matrice verovatnoće prelaza na primeru usluge 135

Tabela 28 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru softvera 138

Tabela 29 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru softvera 139

Tabela 30 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru softvera 140

Tabela 31 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru softvera 142

Tabela 32 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru softvera 144

Tabela 33 Matrice verovatnoće prelaza na primeru softvera 146

Tabela 34 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru proizvoda 148

Tabela 35 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru proizvoda 149

Tabela 36 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru proizvoda ... 150

Tabela 37 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru proizvoda..... 152

Tabela 38 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru proizvoda 154

Tabela 39 Matrice verovatnoće prelaza na primeru proizvoda 156

PREGLED SLIKA

Slika 1 Trajektorija stohastičkog procesa (Izvor: Zečević, 1974) 46

Slika 2 Realizacije modeliranja i simulacije (Izvor: Radenković i dr., 2009)..... 54

Slika 3 Veza između modela i sistema (Izvor: Mitrović, 1995) 56

Slika 4 Model upravljanja faktorima koji utiču na kvalitet proizvoda 58

Slika 5 Povezanost internih i eksternih korisnika..... 69

Slika 6. Konverzija resursa 76

Slika 7 Faktori uspešnog upravljanja kvaliteta (Izvor: Meri, 2005)..... 82

Slika 8 Dijagram toka metodologije poboljšanja u proizvodnom okruženju (Izvor: Grupa autora, www.dti.gov.uk/quality/tqm) 84

Slika 9 Uticaj faktora na kvalitet izlaza procesa..... 86

Slika 10 Algoritam izbora optimalne strategije 103

Slika 11 Dijagram prelaska stanja 104

Slika 12 Validacija modela - aktivnosti procesa proizvodnje i nosioci aktivnosti..... 108

Slika 13 Validacija modela - dijagram prelaska stanja..... 118

Slika 14 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenh proizvoda – primer usluge 122

Slika 15 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenh proizvoda – primer softvera..... 123

Slika 16 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenh proizvoda – primer proizvoda..... 123

Slika 17 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru usluge 127

Slika 18 Dijagram prelaska stanja na primeru usluge 134

Slika 19 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru softvera 137

Slika 20 Dijagram prelaska stanja na primeru softvera 145

Slika 21 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru proizvoda 147

Slika 22 Dijagram prelaska stanja na primeru proizvoda 155

S A D R Ž A J

1. U V O D 14

1.1. Definisanje problema 14

1.2. Predmet i cilj istraživanja 14

1.3. Polazne hipoteze 15

1.4. Metode istraživanja 15

2. PREGLED LITERATURE 16

2.1. Pregled literature u oblasti identifikacije i modelovanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i unapređenja kvaliteta proizvoda 16

2.2. Pregled literature u oblasti primene Markovljevih lanaca u menadžmentu kvaliteta 25

2.3. Postojeći programski paketi za simulacije 36

2.4. Kritički osvrt na postojeće modele upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda .. 39

3. DEFINISANJE MODELA ZA UPRAVLJANJE FAKTORA KOJI UTIČU NA KVALITET PROIZVODA 46

3.1. Modelovanje stohastičkih procesa i sistema 46

3.1.1. Pojam stohastičkih procesa 46

3.1.2. Sistem – pojam, značaj, uloga 47

3.1.3. Sistem menadžmenta kvaliteta 49

3.1.4. Model – pojam, značaj, uloga 50

3.2. Model upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda 56

3.2.1. Utvrđivanje i vrednovanje zahteva/potreba korisnika 58

3.2.1.1. Pojmovno određivanje kvaliteta 58

3.2.1.2. Definisanje kvaliteta proizvoda 61

3.2.1.3. Pojam zadovoljstva korisnika 65

3.2.1.4. Metoda utvrđivanja i vrednovanja zahteva/potreba korisnika 68

3.2.2. Identifikacija faktora koji utiču na ispunjenje potreba 71

3.2.2.1. Uticaj procesa na kvalitet proizvoda 71
3.2.2.2. Uticaj resursa na kvalitet proizvoda 74
3.2.2.2.1. Uticaj materijalnih resursa na kvalitet proizvoda 76
3.2.2.2.2. Uticaj ljudskih resursa na kvalitet proizvoda 78
3.2.2.3. Identifikacija i kategorizacija faktora koji utiču na kvalitet proizvoda 82
3.2.3. Vrednovanje uticaja faktora na ispunjenje potreba 85
3.2.4. Definisanje strategija unapređenja faktora 86
3.2.5. Izbor optimalne strategije 90
3.2.5.1. Simulacija – pojam, značaj, uloga 90
3.2.5.1.1. Prednosti i nedostaci simulacije 93
3.2.5.1.2. Primena simulacije 95
3.2.5.1.3. Uloga simulacije u TQM 98
3.2.5.2. Markovljevi procesi 100
3.2.5.3. Metoda izbora optimalne strategije 102
4. PRIMENA MODELA UPRAVLJANJA FAKTORA KOJI UTIČU NA KVALITET PROIZVODA 107
4.1. Validacija modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda 107
4.2. Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda 122
5. ZAKLJUČAK 124
6. PRILOZI 126
7. LITERATURA 158
8. Biografija kandidata 168

1. UVOD

1.1. Definisanje problema

Da bi opstale organizacije moraju stalno unapređivati kvalitet svojih proizvoda. Proizvodi koje isporučuju korisnicima moraju u potpunosti ispunjavati i prevazilaziti zahteve, potrebe i očekivanja korisnika. Od stepena ispunjenja korisnikovih zahteva zavisiće i njegovo zadovoljstvo. Kvalitet proizvoda i usluga utvrđuje se zadovoljstvom korisnika koji ih koristi, a to zadovoljstvo korisnika uslovljeno je sposobnošću organizacije da ispuni promenljive zahteve i potrebe korisnika. Zadovoljstvo korisnika predstavlja osnovni faktor lojalnosti korisnika i opstanka organizacije.

Ispunjenje zahteva korisnika predstavlja složen proces sa velikim brojem faktora koji na to utiču. Sistematskom identifikacijom faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i njihovim unapređenjem, povećavamo sposobnost organizacije da ispunjava zahteva korisnika. Svako unapređenje faktora nosi sa sobom određena ulaganja, tako da raspoloživa finansijska sredstva predstavljaju ograničenje unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Zbog toga je očigledan problem definisanja modela unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, koja će za ograničena (zadata) finansijska sredstva dati najveći stepen ispunjenja zahteva korisnika.

Proces upravljanja kvaliteta proizvoda predstavlja stohastički proces sa velikim brojem varijabli koje imaju značajan uticaj na kvalitet proizvoda. U svakom koraku, od utvrđivanja zahteva i potreba korisnika, preko definisanja karakteristika kvaliteta koje treba ostvariti do ostvarenja definisanih karakteristika, moguće je napraviti određene greške koje će dovesti do neispunjenja zahteva korisnika. Sistematskom identifikacijom navedenih grešaka i definisanjem mera za njihovo eliminisanje moguće je obezbediti visok stepen ispunjenja zahteva korisnika. Identifikacija i analiza faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i definisanje načina upravljanja njima predstavlja složen problem koji zahteva detaljnu i složenu analizu i multidisciplinarni pristup u radu.

1.2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja predstavlja utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa (čovek, mašina, metod i materijal) na kvalitet proizvoda, usluga i softvera, a samim tim i na

zadovoljstvo korisnika. U radu će biti prikazana analiza navedenih ulaznih elemenata procesa i način njihovog vrednovanja sa aspekta uticaja na na sve pojavne oblike kvaliteta. Rad će se baviti i definisanjem mera kojima se optimiziraju uzročnici pojava neusaglašenosti u procesu ispunjenja zahteva korisnika. Prikazanim modelom nisu obuhvaćeni svi ulaznih elemenata procesa koji utiču na kvalitet proizvoda, usluga i softvera. Razlog tome je činjenica da se pri upravljanju kvalitetom proizvoda, usluga i softvera odvijaju mnogobrojni i raznovrsni procesi. Prikaz svih ulaznih elemenata procesa koji utiču na kvalitet proizvoda, usluga i softvera bio bi vrlo složen i nepregledan.

Cilj istraživanja je utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa (čovek, mašina, metod i materijal) na kvalitet proizvoda, usluga i softvera, kao i definisanje modela za upravljanje navedenim faktorima i eliminisanje uzročnika pojava neusaglašenosti.

1.3. Polazne hipoteze

Generalna hipoteza: *"Obezbeđenje ispunjenja zahteva korisnika moguće je identifikacijom i unapređenjem faktora koji mogu uticati na pojavu neusaglašenosti i njihovim eliminisanjem"*

Posebna hipoteza 1: *"Analizom faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, usluga i softvera nemoguće je obuhvatiti sve faktore koji postoje u složenom procesu upravljanja kvalitetom"*

Posebna hipoteza 2: *"Primenom simulacije moguće je predvideti usaglašenost rezultata procesa"*

20

1.4. Metode istraživanja

U toku naučnog i istraživačkog rada upotrebljene su različite metode kako bi bili zadovoljeni osnovni metodološki zahtevi – objektivnost, pouzdanost, opštost i sistematičnost. U skladu sa izabranom problematikom, definisanim ciljevima istraživanja i postavljenim naučnim hipotezama radi definisanja naučnih i stručnih zaključaka i iznalaženja mogućih rešenja upotrebljena je metoda modelovanja sistema kvaliteta, a kao posebna metoda biće korišćena metoda analize postojećih rešenja u ovoj oblasti i sinteze elemenata postojećih rešenja u novo rešenje modelovanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, usluga i softvera. Takođe u radu će biti korišćene studije slučaja, analiza relevantne dokumentacije i ekspertska ocenu stanja sistema.

Za simulaciju stanja sistema biće korišćen programski jezik CARMS (Computer-Aided Rate Modeling and Simulation).

2. PREGLED LITERATURE

U cilju ispunjenja zahteva korisnika i stalnog poboljšavanja kvaliteta procesa i proizvoda razvijeni su mnogi koncepti reinženjeringa i poboljšanja. Prema Sokolowski i Banks (2009), veliki broj istraživača tvrdi da je simulacija osnovni alat u procesu reinženjeringa i unapređenja poslovne efektivnosti i performansi. Moderni alati i tehnike za simulaciju pružaju mogućnost za rešavanje mnoštva problema u industriji i postizanje unapređenja u oblasti efikasnosti, smanjenja troškova i povećanja profita.

Istovremeno, veliki broj autora smatra da simulacija ima veliki potencijal kao pomoć kontinualnom unapređenju sistema menadžmenta kvaliteta. Anderson, Sweeney i Williams (1994) su ustanovili da se kao metoda proučavanja procesa čije je ponašanje nepredvidivo i sklono promenama može koristiti simulacija pomoću Markovljevih lanaca. Markovljevi lanci imaju široku primenu u modelovanju različitih fenomena. Od nedavno, Markovljevi lanci imaju primenu u oblasti menadžmenta kvaliteta (Wu i Shieh (2008); Berthiaux i Mizonov (2004); Tai, Ching i Chan (2009); Khoo (2003-04); Modgil, Sharma i Singh (2012); Stanley i Malhoit (2001); Goyal, Sharma i Gupta (2009); Ghosh i Majumdar (2010); Li i Huang (2007); Lai, Xie i Govindaraju (2000); Yacout i Gautreau (2000); Cheikhrouhou, Hachen i Glardon (2009); Gautreau, Yacout i Hall (1997); Madhusudanan i Chandrasekharan (2008); Bowling, Khasawneh, Kaewkuekool i Cho (2004); Wu, Wu i Lin (2011); Glock i Jaber (2013); Korkmaz, Akman i Ostrovska (2011).

U nastavku rada biće prikazani relevantni radovi u oblasti:

1. identifikacije i modelovanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i unapređenja kvaliteta proizvoda i procesa i
2. primene Markovljevih lanaca u oblasti menadžmenta kvaliteta,

kao i programski paketi za podršku simulaciji.

2.1. Pregled literature u oblasti identifikacije i modelovanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i unapređenja kvaliteta proizvoda

U svom radu Chang (2012) ističe da su zadovoljstvo kupaca i ušteda na troškovima prednosti kvalitetne usluge, bilo u privatnom ili javnom sektoru. Veruje se da bolje upravljanje važnim faktorima uspeha donosi direktna poboljšanja u kvalitetu

usluge. Identifikacija ključnih faktora uspeha za kvalitet internih IT usluga će tako biti važan korak ka poboljšanjima u javnom sektoru Hong Konga. Metodologija korištena u ovom istraživanju je bila istraživačka studija slučaja sa tri Delfi ciklusa. Lista 13 ključnih faktora uspeha identifikovanih u prethodnom istraživanju privatnog sektora je prezentovana učesnicima da bi rangirali faktore po njihovoj važnosti i povezanosti sa javnim sektorom. Rezultati ukazuju na to da neki od 13 ključnih faktora uspeha su prenosivi iz firmi privatnog sektora na organizacije javnog sektora. Rezultati ovog istraživanja su značajni zato što nije bilo prethodnih istraživanja oko identifikacije ključnih faktora uspeha u internim uslugama javnog sektora. Rezultati pružaju uvide iz prve ruke i pomoći će menadžmentu da bolje razume ključne faktore uspeha i kvalitet internih usluga za poboljšanje i pružanje javnih usluga. U radu je izvršena detaljna analiza literature u oblasti ključnih faktora za kvalitet na osnovu koje je autor i identifikovao 13 ključnih faktora uspeha. Prikazan je i pregled faktora identifikovanih od strane raznih autora (Tabela 1).

Tabela 1 Pregled kritičnih faktora za uspeh identifikovanih od Bullinton et al.

	Porter and Parker	Black and Porter	Yusof and Aspinwall	Lu and Sohal	Whiteney and Pavett	Ahire, Golhar and Waller	Shin, Kalinsowski and El-Enein
Opredeljenost rukovodstva	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Fokus na korisnika		✓		✓	✓	✓	✓
Kultura kvaliteta		✓	✓				✓
Odnosi sa isporučiocima		✓	✓		✓	✓	✓
Uključenost zaposlenih	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Trening i edukacija	✓		✓	✓		✓	
Timski rad	✓	✓	✓	✓	✓		
Komunikacija	✓	✓					
Vizija i strategija	✓	✓		✓	✓		✓
Merenje, alati i nagrađivanje		✓	✓	✓	✓	✓	✓

U svom radu autori Oprean i Bucur (2013) definišu pojama entropije kvaliteta. Simulacija matematičkog modela entropije kvaliteta se vrši preko specijalizovanog softvera za simulaciju matematičkog problema, kao što je Microsoft Excel. Entropija kvaliteta definiše se u vremenskom period za proizvod, uslugu, proces, kao stepen nepoznatog u pogledu ispunjenja karaketristika kvaliteta u datom trenutku. Obračun entropije kvaliteta se vrši prema definisanoj formuli i bitna je informacija za osoblje zaduženo za menadžment kvaliteta, a na osnovu koje donose odluke u pogledu ukupnog kvaliteta proizvoda, usluge, procesa. Simulacija je izvršena za istraživanje kvaliteta vode za piće korišćenjem Microsoft Excel programa.

Rad autora Al-Refaie, Fouad, Li i Shurrab M. (2014) ima za cilj da ukaže na načine za smanjenje prosečnog vremena čekanja pacijienata u odeljenju za hitne slučajeve, kao jednom od najkritičnijih odeljenja u bolnici, kroz postizanje bolje iskorišćenosti osoblja i povećanje broja uslužih pacijenata. Autori su tokom jednog meseca (u okviru 672h) vršili simulacije deset scenarija, sa deset ponavljanja, koji su podrazumevali ćelijski sistem usluga (način strukturiranja radnih mesta), nakon čega su se vrednovale performanse svake od simuliranih konfiguracija. U tu svrhu, autori su koristili tzv. "Data Envelopment Analysis" (DEA) kao efikasnu proceduru optimizacije koja se koristi za unapređenja performansi proizvoda/procesa. DEA je metodologija linearnog programiranja za merenje efikasnosti složenih jedinica odlučivanja kada je proces proizvodnje skup višestrukih ulaza i izlaza. Ključni faktori koji su razmatrani i koji su uticali na peformanse su: broj osoblja, prosečno vreme čekanja, iskorišćenost osoblja, broj usluženih pacijenata. Autori su primenom opisanog procesa došli do optimalne konfiguracije za postizanje najboljih performansi.

Autor Jones (2013) u svom radu ima za cilj da razvije model simulacije koji će omogućiti da se unaprede performanse bolnica, pre svega u odeljenju za hitne slučajeve kroz izmene uređenosti radnih mesta, alokaciju resursa i različite politike kretanja učesnika u procesima. Mere performansi koje se žele unaprediti su: vreme čekanja pacijenata u odeljenju za hitne slučajeve i broj pacijenata koji napusti odeljenje zbog dugog čekanja pre nego što mu se pruži usluga. Autor u svom radu primenjuje Arena simulacioni paket koji koristi sledeće koncepte za prikaz sistema: entiteti (dinamički objekti sistema), atributi (karakteristike entiteta), varijable (informacije koje koje

odslikavaju karakterisitke sistema), resursi (osoblje, oprema, prostor, koje entiteti koriste u sistemu) i redovi (entiteti na čekanju).

Autori Lin i Chananda (2003-04) u svom radu razmatraju problem (preterani sjaj proizvoda) u procesu brizganja plastike, a čije istraživanje je zahtevalo razumevanje mnogih faktora koji na njega utiču. U cilju analize i pronalaženja rešenja za unapređenje kvaliteta proizvoda, tim istraživača je za potrebe eksperimenta razvio četvorofaktorni (faktori kao što su pritisak, brzina brizganja, itd) model sa ponovnim merenjima. Primenom eksperimenata utvrđene su optimalne vrednosti svakog od faktora koje dovode do eliminisanja problema u procesu brizganja plastike.

Al-Salim (2006) predlaže primenu metodologije analize podataka u cilju optimizacije procesa formiranja timova za unapređenje kvaliteta koji za cilj imaju istraživanje i otklanjanje problema u vezi sa kvalitetom u okviru proizvodnih organizacija. Predloženi pristup ima sledeće faze: grupisanje problema u vezi sa kvalitetom primenom metodologije "data mining" i njihovo dodeljivanje adekvatnim timovima za unapređenje kvaliteta, zatim se dobijene grupe problema dodatno razmatraju sa aspekta troškova kvaliteta koji bi bili učinjeni u cilju unapređenja kvaliteta – u tu svrhu se koriste heuristički algoritmi i matematičko programiranje.

Iakovou i Pachon (2001) opisuju rešenje za unapređenje sistema transporta u univerzitetskom kampusu koji je ograničeno prostorom za parkiranje, a sa druge strane, opterećen porastom broja zahteva. U tu svrhu koristi se holistički pristup zasnovan na primeni alata za unapređenje kvaliteta, kao i statističkih i simulacionih alata. Autori su svom radu koriste "QFD" metodu, kao i komercijalni simulacioni alat "Service model 3.5".

Autori Seth, Deshmukh i Vrat (2005) daju kritički osvrt na modele kvaliteta usluga (Tabela 2) i kao rezultat definiše teme koje bi trebalo da budu predmet daljih istraživanja u ovoj oblasti, ali se njegova naučna vrednost ne ogleda u predlaganju konkretnog modela kvaliteta koji bi prevazišao nedostatke prethodnih modela i obuhvatio njihove dobre strane, pa se samim tim za potrebe ove doktorske disertacije razmatra samo sa aspekta objedinjenog pregleda karakteristika postojećih modela kvaliteta usluga. Rezultati analize postojećih modela kvaliteta usluga u ovom radu ukazuju da su ključni elementi unapređenja kvaliteta usluga:

1. Usmerenost na korisnika;

2. Motivisano osoblje;
3. Razumevanje koncepta kvaliteta usluga i faktora koji na njega utiču;
4. Efektivno merenje i sistem povratne informacije;
5. Efektivan sistem implementacije;
6. Efikasan sistem brige o korisniku.

Tabela 2 Pregled modela kvaliteta usluga

Godina	Autor	Naslov rada
1984.	Grönroos	*Technical and functional quality model*
1985.	asuraman et al.	*GAP model*
1988.	Haywood-Farmer	*Attribute service quality model*
1990.	Brogowicz et al.	*Synthesised model of service quality*
1992.	Cronin and Taylor	*formance only model*
	Mattsson	*Ideal value model of service quality*
1993.	Teas	*luated performance and normed quality model*
1994.	Berkley and Gupta	*IT alignment model*
1996.	Dabholkar	*Attribute and overall affect model*
	Spreng and Mackoy	*Model of perceived service quality and satisfaction*
1997.	Philip and Hazlett	*P attribute model*
	Sweeney et al.	*Retail service quality and perceived value model*
1999.	Oh	*Service quality, customer value and customer satisfaction model*
2000.	Dabholkar et al.	*ecedents and mediator model*
	Frost and Kumar	*SQ15. Internal service quality model*
	Soteriou and Stavrinides	*Internal service quality DEA model*
2002.	Broderick and Vachirapornpuk	*Internet banking model*
	Zhu et al.	*SQ18. IT-based model*
2003.	Santos	*Model of e-service quality*

U svom radu autori Eid, Moghrabi i Eldin (1997) prikazuju simulaciju procene uticaja odluka u vezi sa kvalitetom proizvodnog procesa na troškove i ostvarene koriste. Autori navode da su mnoge kompanije rešile da tradicionalni pristup tolerancijama i prihvatljivom nivou kvaliteta (podrazumeva isporuku određenog nivoa neusaglašenog proizvoda) zamene sve više primenljivim principom „nulti nivo grešaka“, a da pri tome nisu razmotrile uticaj takvog prelaza na operacije u pogledu izazvanih troškova i ostvarenih koristi. Autori predlažu model za simulaciju koji je napisan u SIMAN softveru kako bi vrednovao različite scenarije odluka u vezi sa kvalitetom (nulti nivo defekata ili AQL). Model predstavlja proizvodni sistem sa deset operacija, pri čemu se na svakoj od njih vrši inspekcija i proizvod se propušta u narednu fazu obrade, vraća se u istu fazu radi dorade ili se otpisuje kao škart ukoliko se ne može popraviti. Model

razmatra iskorišćenost na svakoj od faza u pogledu utrošenog vremena, redova čekanja i škarta.

U svom radu autori Kouskouras i Georgiou (2007) razmatraju primenu modela koji simulira ključne delove procesa upravljanja projektom razvoja softvera što treba da omogući procenu ključnih elemenata razvoja projekta, kao što su vreme isporuke i metrika kvaliteta. Svrha modela je da pomogne projekt menadžerima u upravljanju i praćenju, kao i u identifikovanju najboljih alternativa u planiranju. Autori naglašavaju važnost modeliranja u procesu razvoja softvera i navode opšte karakteristike modela životnog ciklusa ili "waterfall" modela, kako se često naziva u literaturi. Prema ovom modelu, razvoj projekta se obavlja u fazama, pri čemu su u svakoj od njih identifikovani potencijalni problem. Prelazak na narednu fazu zahteva određeni nivo rada obavljenog u prethodnij fazi kako bi se definisala stabilna i pouzdana osnova za rad u narednoj fazi, odnosno u pretpostavlja se uslovljenost događaja u dve susedne faze.

U svom radu autor Hlupic (2003) razmatra mogućnosti za primenu simulacije za modelovanje poslovnih procesa. Simulacija diskretnih događaja se može razmatrati kao nedostajuća veza između pristupa upravljanja promenama, kao što su Just in Time (JIT), Totalni menadžment kvalitetom (TQM), reinženjering poslovnih procesa (BPR). Autor navodi da ne postiji veliki broj naučnih radova na temu simulacije poslovnih procesa. Koristeći izvor *(Tumay K. 1995, "Business process simulation". In. Proceedings of the WSC'95 - Winter Simulation Conference, Washington DC, USA, Ed.by Alexopoulos A., Kang K., Lilegdon W.R. and Goldsman D., SCS, pp. 55-60.)*, navodi se da preko 80% BPR projekata koristi statičke alate "floučarting" za modelovanje poslovnih procesa, što omugućava modelovanje trenutnog procesa, bez razmatranja alternativa. U Tabeli 3 prikazana je uloga simulacije u različitim konceptima.

Tabela 3 Uloga simulacije u različitim konceptima

Koncept	Uloga simulacije
TQM	Podrška kontinualnim poboljšanjima, grafički prikaz fizičkih elemenata i njihovih tokova, simulacija dinamičkih promena sistema, sredstvo komunikacije, sredstvo razumevanja problema, model "sadašnje-buduće stanje", modeli orijentisani na proizvodnju.
JIT	Podrška kontinualnim poboljšanjima, grafički prikaz fizičkih elemenata i njihovih tokova, simulacija dinamičkih promena sistema, sredstvo komunikacije, sredstvo razumevanja problema, model "sadašnje-buduće stanje", modeli orijentisani na proizvodnju.
BPR	Studija za evaluaciju strategija radikalnih promena, grafički prikaz poslovnih procesa, simulacija dinamičkih promena sistema, sredstvo komunikacije, sredstvo razumevanja problema, model "sadašnje-buduće stanje", model orijentisan na ljude, modeli predstavljaju tokove informacija

Koncept	Uloga simulacije
Inovacije procesa	Studija za evaluaciju inovacija ključnih procesa, grafički prikaz poslovnih procesa, simulacija dinamičkih promena sistema, sredstvo komunikacije, sredstvo razumevanja problema, model "sadašnje-buduće stanje", model orijentisan na ljude, modeli predstavljaju tokove informacija.
Menadžment znanjem	Simulacioni modeli se mogu koristiti za istraživanje procesa menadžmenta znanjem, za simulaciju nedostajućih podataka neophodnih za menadžment znanjem, evaluacija alternativnih modela strategija, sredstvo komunikacije, model "sadašnje-buduće stanje", model orijentisan na ljude i informacije, modeli predstavljaju tokove informacija/znanja.

Razmatranje doktorske disertacije autora Liangsiri (2007) je naročito značajno sa aspekta teorijske razrade pristupa modeliranju i simulaciji. Dakle, ovaj rad se ne prikazuje sa ciljem upućivanja na konkretan model koji je autor u svom istraživanju koristio, već isključivo radi ukazivanja na sveobuhvatnu klasifikaciju i opis modela za simulaciju. Autor navodi da su dve glavne vrste metoda za rešavanje problema analitički metod i simulacija. Simulacija se koristi u slučajevima kada problem koji se želi rešiti ne podleže pretpostavkama koje podrazumevaju standardni pristupi analitičkom modeliranju, odnosno u slučajevima kada problemi ukazuju na značajne nesigurnosti i neizvesnosti koje se jako teško mogu analitički obrađivati. Takođe, simulacija omogućava istovremeno preispitivanje i analiziranje većeg broja ciljeva. Modeli simulacije se mogu podeliti u tri kategorije (autor navodi sledeći izvor: Prahofer, Herbert (1992). System theoretic foundations for combined discrete continuous system simulation, Wien: VWGO (Dissertationen der Johannes-Kepler-Universitat Linz; 95)):

1. fizički (stvarna, fizička reimplementacija stvarnog sistema),
2. grafički (grafička reprezentacija realnog sistema),
3. kompjuterski (obuhvata metode za istraživanje širokog opsega različitih modela stvarnih sistema kroz numeričku evaluaciju primenom softvera napravljenih da imitiraju operacije i karakteristike sistema u određenom vremenu).

Navodeći isti izvor, autor razmatra četiri različita nivoa na kome se mogu primenjivati modeli, u zavisnosti od stepena mogućnosti uticanja donosilaca odluka na stvarni sistem:

1. nivo objašnjavanja (model simulacije opisuje ponašanje sistema kako bi se on što bolje sagledao),
2. nivo predviđanja (model simulacije se koristi kako bi se prikupile informacije o ponašanju sistema u budućem vremenu),

3. nivo poboljšavanja (model simulacije služi da se analiziraju funkcionisanje sistema i različite alternative za poboljšavanja),
4. nivo projektovanja (model simulacije služi za prikazivanje sistema koji nisu realni, odnosno koji su još u fazi nacrta).

Autor (koristeći izvor: Kelton, W. David; Sadowski, Randall P.; and Sadowski, Deborah A. (1998). Simulation with Arena, McGraw-Hill International Editions, Singapore) razlikuje tri nivoa klasifikacije modela simulacije (Tabela 4):

Tabela 4 Klasifikacija modela simalacije

1.	Statički model	Dinamički model
	Opisuje ponašanje sistema u određenom vremenskom trenutku.	Opisuje ponašanje sistema u okviru određenog vremenskog perioda.
	Odnos između ova dva modela je kao i odnos fotografije i video snimka.	
2.	Deterministički model	Stohastički model
	Ignorišu postojanje proizvoljnih varijacija u sistemu koji se modeluje, pretpostavljajući da nisu bitne za donošenje odluke. Međutim, jako mali broj realnih modela je imun na neizvesne ili nepredvidljive varijable u okruženju ili u samom sistemu.	Teže da uključe važne proizvoljne komponente sistema.
	Modeli mogu imati i determinističke i stohasičke elemente u različitim komponentama.	
3.	Kontinualni modeli	Diskretni modeli
	U njima stanja sistema mogu da se menjaju kontinualno u vremenu.	U njima promene stanja mogu da se dese samo u posebnim, odvojenim, vremenskim tačkama (npr. pauze radnika, ulazak proizvoda u narednu fazu obrade, itd.).
	Mogu postojati elementi sa kontinualnim i diskretnim promenama u okviru istog modela, tzv. kombinovani kontinualno-diskretni modeli.	

Rad autora Hammad (2001) razmatra unapređenje procesa izgradnje i uspostavljanje troškovno efikasnog i efektivnog sistema koristeći simulacioni softver "Arena". Ovaj rad se razmatra sa aspekta sagledavanja opštih modela i tehnika modeliranja i simulacija koje autor u svom radu navodi. Koristeći izvor *(Sikora, J. and Coose, P. (1995). "What in the World is ADS?" Phalanx, 28(2), 1-8, June.)* autor ukazuje na tri vrste simulacija: živa (ljudi deluju u stvarnom sistemu u stvarnim uslovima), virtualna (ljudi deluju u simuliranom sistemu) i konstruktivna (kompjuterska simulacija gde simulirani ljudi deluju u simuliranim uslovima). Nadalje, autor navodi statičke (Monte Carlo) i dinamičke modele simulacije. Kao najznačajniji tipovi simulacionih softvera navode se: opšti programski jezici (C, C++, FORTRAN, ALGOL), simulacioni programski jezici (GPSS, CSL, SIMULA, GASP, SIMSCRIPT, SIMAN, SLAM, CSIM), simulacioni paketi (CYCLONE – grafička reprezentacija i simulacija diskretnih sistema, Arena – modelovanje poslovnih procesa i drugih sistema,

prikazuje dinamiku sistema u hijerarhijskim dijagramima tokova i integrisan je sa programom Visio, AutoMod – usmeren na proizvodnju i rukovanje materijalom, Deneb/QUEST – zasnovan na 3D CAD geometriji, Extend, Micro Saint, ProModel, Taylor ED, WITNESS.

U svojoj doktorskoj disertaciji autor Goel (2000) se bavi razmatranjem modela simulacije koji će omogućiti kontinualno praćenje troškova, kvaliteta i vremena procesa koristeći iskustva lokalne kompanije u oblasti industrije letelica, a pre svega u vezi sa procesom spajanja metala. Za potrebe simulacije koristi se softver WITNESS (softver koji je sposoban da zadovolji visoke zahteve i potrebe, grafički je interaktivan, podrazumeva dinamiku, diskretne i kontinualne događaje, poseduje veliki broj predefinisanih elemenata i omogućava modelovanje bilo kog proizvodnog okruženja). Pri tome, svaki deo procesa obrade se simulira kao ulaz, akcija, inspekcija i izlaz-rezultat, a uz to se vode i zapisi o kvalitetu, vremenu obrade i odnosnim troškovima za svaki pojedinačni obrađeni deo. Kao glavne vaijable inputa, kao i atributi proizvedenih delova, u modelu, navode se: dimenzionalne mere delova koje utiču na mogućnost i kvalitet povezivanja/spajanja. Pored toga, u ulazne varijable spadaju i unapred definisano vreme ciklusa obrade, kao i aktivnost obrade za koju je određeno da se realizuje. Za razliku od atributa proizvoda koji se kreću zajedno sa delom kroz faze obrade, atributi procesa su statički i vezuju se za određenu tačku obrade i u njih spadaju: atributi alata za obradu, iskustvo operatera, itd. Varijable inputa i atributi procesa su primarne varijable. Interakcijom primarnih varijabli nastaju zavisne varijable koje predstavljaju jazove i utiču na krajnji kvalitet vezivanja/spajanja elemenata. Na primer, operater sa određenim iskustvom u interakciji sa delom određenih dimenzija može stvoriti jaz/odstupanje od željenog kvaliteta. Nakon toga, zavisna varijabla se pomera u fazu inspekcije gde se odlučuje da li će se jaz prihvatiti ili će se vratiti na izmenu atributa. Odluka se donosi razmatranjem dva stanja – da/ne. Dakle, predloženi model omogućava shvatanje interakcije primarnih varijabli, efekata ljudskog delovanja i varijabli procesa, kao i njihov uticaj na zavisne varijable.

Autori knjige Evans i Lindsay (2010) su iskusni lideri u oblasti menadžmenta kvaliteta i performansi. U svojoj knjizi fokusiraju se na menadžment procesa, merenje performansi, Six Sigma i unapređenje procesa i projektivanje kvaliteta i izvrsnosti proizvoda. U delu menadžment procesa navode se opšti principi za upravljanje i

kontrolu procesa kao i metodologije za unapređenje procesa („Deming Cycle“, Kaizen, Benchmarking, Reengineering). U delu merenja performansi navode se opšte metode merenja performansi procesa (npr. „Balanced Scorecard“, „Baldrige Criteria“) i naglašava neophodnost sistematskog pristupa u delu identifikacije i selekcije performansi za praćenje procesa, koji podrazumeva: 1) identifikovanje svih korisnika i utvrđivanje njihovih potreba, 2) definisanje procesa koji pružaju proizvod ili uslugu, 3) definisanje „value-adding“ aktivnosti procesa, 4) razvoj performansi ili indikatora za merenje. U delu Six Sigma i unapređenje procesa navodi se Six Sigma „DMAIC“ metodologija i alati za unapređenje procesa („7 QC Tools“, „Lean Tools“ i „Lean Six Sigma“). U delu projektivanja kvaliteta i izvrsnosti proizvoda navode se opšte metode za proces projektovanja proizvoda, razvoj i optimizaciju projektovanja i verifikaciju projektovanja („Concurrent Engineering“, „Quality Function Deployment“, „Taguchi Loss Function“, „Failure mode and Effects Analysis“,...).

Neki autori u svojim radovima vrše detaljnu analizu literature i prave pregledne radove u oblasti faktora koji imaju uticaj na kvalitet. U svom radu Bayona-Ore´ et al. (2014) identifikuju kritične faktore uspeha za proces razvoja softvera. Identifikovani faktori su podeljeni u pet kategorija (Organizacija, Proces, Ljudi, Produkti i Ostalo) sa velikim brojem podgrupa. Osim pregleda faktora koji utiču na kvalitet softvera nema drugih elemenata u vezi upravljanja navedenih faktora.

2.2. Pregled literature u oblasti primene Markovljevih lanaca u menadžmentu kvaliteta

Rad autora Bowling, Khasawneh, Kaewkuekool i Cho (2004) razmatra ulogu pistupa Markova i razvija opšti oblik modela Markova za definisanje optimalne ciljne vrednosti procesa u okviru višenivovskog serijskog proizvodnog sistema. Cilj je da se odredi optimalni ciljni nivoi procesa primenom svojstava Markova kako bi se maksimizirao profit u okviru višestepenog serijskog proizvodnog sistema u kome su date donje i gornje granice specifikacije na svakom od nivoa. Autori pokušavaju da odgovore na pitanje kako uskladiti troškove neusaglašenih proizvoda, koji se najviše odnose na škart i doradu, u odnosu na postavljanje prihvatljivih granica tolerancije, odnosno kako utvrditi kritične granice prihvatljivosti proizvoda uzimajući u obzir odnos između profita, na koje utiču jedinična cena i nivo troškova usled neusaglašenih proizvoda, i prihvatljivog nivoa kvaliteta proizvoda. Dodatna vrednost ovog rada u

odnosu na prethodnike je što se, prema rečima autora, bave višenivoskom proizvodnjom, odnosno procesom transformacije inputa u okviru više proizvodnih faza, dok su se raniji radovi bavili isključivo jednonivovskim proizvodnim sistemima – tzv. „one-stage production systems“. Pretpostavka od koje polaze autori ovog rada u razvoju modela jeste da svaka karakteristika kvaliteta potpada pod normalnu raspodelu, da se izvodi stoprocentna inspekcija proizvoda i da su troškovi inspekcije isti za sve proizvode. Autori su pokazali kako promenom parametara - troškovi (dorade i škarta), sredina procesa, standardna devijacija procesa, broj faza transformacije inputa, donja i gornja granica specifikacije, jedinična prodajna cena, jedinični troškovi obrade – analiza osetljivosti ukazuje na kretanje optimalnih ciljnih vrednosti (tolerancije) procesa u različitim uslovima.

U svom radu autori Madhusudanan i Chandrasekharan (2008) prikazuje tokove materijala u okviru proizvodnih sistema kao apsorpćujuće (trajne) Lance Markova (ALM – Lanci Markova koji obuhvataju jedno ili više trajnih stanja, npr. škartirani proizvod ostaje škart, dok finaliziran proizvod zadržava svoje stanje i ne podleže daljim transformacijama) koji karakterišu nesigurnost i neizvesnost usled pojave škarta i dorade. U njemu se prepoznaju parametri proizvodnih sistema u vezi sa škartom i doradom i omogućava se precizno izračunavanje količinskih potreba za sirovinama, pri čemu se omogućava rešavanje problema čak i kada podaci o nekim od nematerijalnih troškova nisu dostupni. Da bi se primenio ovakav model (ALM) zasnovan na stohastičkom procesu, za razliku od slučaja primene determinističkog modela koji je nerealan, potrebni su sledeći podaci: relativna frekvencija prelaska proizvodnih elemenata sa jedne na drugu fazu prerade i relativna frekvencija pojave dorade i škarta na raznim fazama proizvodnog ciklusa. Razlikuju se tri trajna stanja: ispravni proizvodi, škart usled normalnih-tekućih operacija transformacije i škart usled operacija dorade neusaglašenih proizvoda. Na taj način, može se izvesti pouzdaniji zaključak o inspekciiji i kontroli kvaliteta. Obračun količina sirovina potrebnih za realizaciju definisane količine ispravnih proizvoda (može biti zasnovano na zahtevima korisnika ili procesu planiranja proizvodnih resursa – tzv. „MRP“) u slučajevima kada su (ne)poznati podaci o troškovima, zasniva se na binomnoj jednačini koji sa se odnosi na troškovnu funkciju pronalaženja koičine sirovina koja rezultira minimalnim ukupnim troškovima.

Rad autora Feng, Zheng i Li (2012) obuhvata primenu Lanaca Markova u proizvodnih sistemima sa različitim vrstama proizvoda koji se zasnivaju na vremenima potrebnim za pripremu (uređaja, mašina, procesa ili sistema za funkcionisanje ili preuzimanje posla) uslovljenim redosledom operacija i na ograničenim prihvatnim moćima u okviru sedam praksi vremenskog planiranja i raspoređivanja: ciklična, najkraći red čekanja, najkraće vreme procesiranja, najkraće ukupno vreme (uključujući pripremno vreme i vreme obrade), najduži red čekanja, najduže vreme procesiranja i najduže ukupno vreme. Autori polaze od pretpostavke da se u proizvodnom okruženju u određenim situacijama ne može primeniti optimalno rešenje usled nesigurnosti i varajacija parametara sistema. Zbog toga, uvode pojam robusnosti praksi vremenskog planiranja, koja može isporučiti dobar i stabilan izlaz otporan na varijacije u parametrima sistema, kao što su: propusna moć, pripremno vreme, vreme obrade, itd. Zaključak koje se može izvesti jeste da ciklična i praksa najdužeg reda čekanja obezbeđuju zadovoljavajući učinak u širokom spektru parametara pod pretpostavkom sistema Markova, čime se mogu smatrati robusnim.

Rad autora Glock i Jaber (2013) razmatra serijske proizvodne linije sa n faza pri čemu na svakoj od faza može nastati defektivna jedinica proizvoda. Defektne jedinice ili ulaze u proces dorade ili se proglašavaju škartom. U obzir se uzima i faktor „učenja“ (bolje upoznavanje procesa i unapređenje efikasnosti) i faktor „zaboravljanja“ (utiče na smanjenje proizvodne efikasnosti) u proizvodnji i procesu dorade i izučava se kako broj isporuka lotova iz faze proizvodnje u narednu fazu utiče na ukupne preformanse sistema. Autori su razvili i optimizovali višenivovski sistem proizvodnja-zalihe zasnovano na merama preformansi – proizvodno vreme, obim procesa, nivo zaliha u procesu, frekvencija isporuke. Svakom od ovih parametara se dodaje težinski faktor od strane donosilaca odluka. Dobijeni rezultati pokazuju na koji način vrednost faktora „učenja“, dodeljeni težinski faktori i broj proizvodnih faza utiču na ukupne performanse sistema. Autori svoje zaključke zasnivaju i na ranijim radovima u oblasti, kao što su Porteus (1986) koji je razvio dvofazni proces Markova za opis verovantoće izlaska proizvodnog procesa izvan kontrole i za izračunavanje očekivanog broja neusaglašenih jedinica u okviru lota određene veličine, pri čemu se došlo do zaključka da proizvodnja u manjim lotovima smanjuje ukupne troškove dorade.

U svom radu autori Cheikhrouhou, Hachen i Glardon (2009) prikazuju DSSPL model i poredi ga sa klasičnim metodama planiranja i upravljanja proizvodnjom. DSSPL model obuhvata kombinaciju „just-in-time“ metoda, kanbana i planiranja zahteva za materijalom (MRP) za proizvodnju različitih vrsta proizvoda na jednoj proizvodnoj liniji. Model Markova za proizvodni sistem sa jednom fazom i dva proizvoda se koristi za poređenje perfromansi DSSPL koncepta i klasičnog MRP koncepta kroz studiju slučaja. Model Markova omogućava primenu DSSPL konceptu bilo u kom proizvodnom sistemu i daje prikaz performansi prema parametrima sistema – nivo usluga i troškovi održavanja zaliha.

Rad autora Ivy i Nembhard (2005) je usmeren na razvoj metoda za utvrđivanje i vrednovanje politika održavanja sistema u uslovima ograničenih i skupih informacija i utvrđivanja podataka o šumovima. Autori stavljaju akcenat na održavanje jer smatraju da ono podrazumeva izuzetno visoke troškove za organizaciju bez obzira čime se ona bavila, a naročito u proizvodnim delatnostima gde je značajan kapital zarobljen u proizvodnim sistemima. Predlaže se model troškovno efektivnog održavanja koji umanjuje ukupne očekivane troškove održavanja mašina, procesa ili elemenata za pružanje usluga, kroz integraciju Statističkog upravljanja prosesima i parcijalno kontrolisanog procesa odlučivanja Markova, a sve u cilju razvoja realističnog modela koji će biti primenljiv u praksi. Veza koja se pravi sa Lancima Markova odnosi se na činjenicu da ključni element u procesu odlučivanja u vezi sa održavanjem jeste odluka koja zavisi od stanja sistema – u najprostijem slučaju to stanje je loše ili dobro. Dinamičko ponašanje sistema je definisano kroz promenu stanja. U situacijama gde prelazak u drugo stanje zavisi isključivo od informacija o trenutnom stanju MDP je prirodan model sistema, dok se u situaciji gde odlučilac nema sve informacije o postojećem stanju primenjuje POMDP.

Slično kao i prethodni rad, rad autora Yacout i Gautreau (2000) prikazuje model simulacije za parcijalno kontrolisan proces odlučivanja Markova za politike obezbeđenja kvaliteta, pri čemu se može koristiti kao pomoćno sredstvo za evaluaciju i poređenje različitih politika kvaliteta (ne raditi ništa, politika procene, politika preventivnog delovanja). Ovde se performanse procesa ne posmatraju direktno, već se analizira njihov uticaj na kvalitet proizvoda. Osnov za poređenje politika su troškovi kvaliteta i prosečni izlazni nivo kvaliteta. Prikazana je i studija slučaja u pogonu za

preradu ribe. Rezultatai studije slučaja su pokazali da politika preventivnog delovanja nije najbolja za slučaj kada su jedini kriterijum troškovi kvaliteta sa aspekta povraćaja uloženog jer, na određenim nivou uređenosti sistema, ulaganja mogu biti mnogo veća od efekata koji se ostvaruju ograničenim poboljšavanjima kvaliteta produkata. Za razliku od ostalih radova, ovaj se ne bavi pronalaženjem optimalne politike kvaliteta, već teži da u ravan za poređenje stave politike koje imaju primeni u praksi.

Rad autora Schall i Chandra (1994) razmatra fleksibilne proizvodne sisteme (FMS) koji omogućavaju proizvodnju velikog broja različitih vrsta proizvoda po nasumičnom redosledu. Na učinak u velikoj meri utiče broj alata svake vrste koji su aktivni u sistemu u isto vreme – mali broj alata utiče na nisku iskorišćenost sistema i na mali obim izlaza, dok preveliki broj alata utiče na povećanje troškova sistema. Autori koriste model lanaca Markova (za utvrđivanje iskorišćenosti alata i mašina i propusne moći) i prateći troškovni model (za utvrđivanje najjeftinije kombinacije alata) kao analitičko sredstvo istraživanja uslovljenosti broja lata i performansi sistema i vrednovanja alternativnih kombinacija alata.

Rad autora Modgil, Sharma i Singh (2012) za cilj ima evaluaciju performansi proizvodnog sistema u okviru studije slučaja obavljene u fabrici za izradu obuće. Za modelovanje performansi autori koriste tzv. Markov proces „rađanja-umiranja“ (vremenski kontinualan lanac Markova u kome postoje dve vrste promene stanja: „rađanje“ – uvećava stanje varijable za jedno (iz stanja n prelazi u stanje n1) i „umiranje“ – smanjuje stanje za jedno (iz stanja n prelazi u stanje n-1)). Model razmatra šest podsistema proizvodnog sistema, pri čemu svaki od njih može imati tri stanja: stanje punog kapaciteta, stanje smanjenog kapaciteta, stanje otkaza/urušenosti podsistema. Predloženi model performansi, na osnovu nivoa otkaza i dorade na svakom od stistema koji se uzima kao konstanta, se bavi kvantitativnom studijom svih aspekata koji utiču na odluke i strategije u vezi sa održavanjem (pod)sistema kako bi se podigao nivo iskorišćenosti resursa – čovek, mašina, materijal, novac, vreme.

U radu autora Limnios, Mesbah i Sadek (2004) predlaže se novi indeks kvaliteta života i statistički je analiziran kroz diskretne i vremenski kontinualne procesne modele Markova. Autori polaze od pretpostavke/činjenice da je nivo kvaliteta, odnosno zdravstveno stanje ljudi, diskretna varijabla i da postoje verovatnoće da ono iz jednog stanja prelazi u druga u bilo kom trenutku.

Rad autora Goyal, Sharma i Gupta (2009) se bavi prikazivanjem matematičkog modela za unapređenje operativne dostupnosti (nivoa ispravnog funkcionisanja i dostupnosti za stvaranje vrednosti) kontinualnog proizvodnog sistema u fabrici proizvoda od gume. Odnosna metodologija je zasnovana na lancima Markova budući da sistem ima potrebu za preventivnim i korektivnim održavanjem pri svom prelasku iz stanja ispravnog funkcionisanja u stanje otkaza, respektivno. Rezultati prezentovani u radu ukazuju na identifikaciju ključnih faktora uticaja na pouzdanost sistema i kao način za držanje tih faktora pod kontrolom navode preventivno održavanje, pri čemu ukazuju na to da su rezultati ostvareni „idealnim“ preventivnim održavanjem mnogo bolji (dovodi postojeću opremu u stanje nove opreme) od „nesavršenog“ preventivnog održavanja (omogućava da sistem dođe u stanje otkaza). Izazov na koji su autori rada našli jeste određivanje priroiteta u održavanju elemenata pod otkazom u okviru ograničenih potencijala za delovanje, pri čemu su primenjivali tzv. „preemptive resume priority repair discipline”, odnosno sistem u kome se prekida održavanje jedinice nižeg nivoa važnosti radi započinjanja održavanja jedinice višeg priroiteta, a kada se ono završi, nastavlja se održavanje jedinice nižeg nivoa od tačke gde se u prethodnoj iteraciji stalo. Rezultati studije ukazuju da je nivo dostupnosti sistema moguće podići za 4,16% uz odgovarajući praksu održavanja pojedninih podsistema proizvodnih sistema, pri čemu je pokazano da je dostupnost modela sa tri stanja znanto viša od dostupnosti modela sa dva stanja pri istom nivou otkaza i popravki.

Rad autora Cooper, Brailsford, Davies i Raftery (2006) se za razliku od ranije obavljenih u ovoj oblasti (procena troškova i efektivnosti različitih strategija lečenja, procenjivanje buduće populacije sa oboljenjima srca, itd.) bavi prikazom i obradom postojećih tehnika modeliranja u vezi sa različitim intervencijama i razmatra pretpostavke i ograničenja koja ih karakterišu. Autori su zaključili da su najčešći modeli za evaluaciju zdravstvene zaštite: drvo odlučivanja, modeli Markova ili drugi modeli promene stanja, kao i simulacije diskretnih događaja. Markov model opisuje promenu homogenih kohorti pacijenata u različitim zdravstvenim stanjima pacijenata tokom vremena. Za svako od zdravstvenih stanja pacijenata postoje verovatnoće prelaska u druga stanja, pri čemu one su one međusobno nezavisne i uslovljene su dužinom vremena koje je pacijent proveo u postojećem stanju – svojstvo Markova „bez

pamćenja“. Sa druge strane, prisutno je i apsorpćujuće stanje – stanje koje se ne može promeniti – smrt pacijenta.

Rad autora Wu i Shieh (2008) razmatra primenu modela Markova za vrednovanje veza između zahteva korisnika i tehničkih mera (projektovani kvalitet) u okviru QFD metode, pri čemu se utvrđuju verovatnoće očekivanih vrednosti tih mera, prevazilazeći na taj način izazove u pogledu ograničene rasoloživosti informacija i ograničenog iskustva donosilaca odluka. U tu svrhu, model Markova se koristi da odredi važnost tehničkih mera i da sagleda trend njihovih vrednosti sa apekta verovatnoće pojavljivanja. Sa druge, strane primena ovog modela bi omogućila adekvatno ažuriranje važnosti i vrednosti tehničkih mera prilikom dobijanja dodatnih informacija tokom vremena, budući da i zahtevi korisnika imaju dinamičku prirodu.

U svom radu autori Tai, Ching i Chan (2009) razmatraju potencijalnu primenu skrivenog modela Markova u prerađivačkoj industriji koja nije do trenutka pisanja ovog rada bila u potpunosti istražena. Autori predlažu upotrebu SMM za utvrđivanje otkaza u radu mašina koje se koriste u raznovrsnoj i jednobraznoj proizvodnji. U tu svrhu koriste se praktični primeri u proizvodnji pića. Autori vide potrebu za uvođenjem SMM jer je nepraktično, a katkada i nemoguće, pratiti i analizirati veliki broj kontrolnih karata za svaku od mašina, odnosno mesta obrade/izrade proizvoda.

Rad autora Adjengue, Yacout i Ilk (2007) razmatra primenu skrivenih modela Markova za modelovanje procesa promene stanja opreme. Održavanje po stanju - CBM - je zasnovano na proceni stanja opreme kroz merenje određenih indikatora. U slučajevima kada postoji određena nesigurnost u vezi sa procenjenim stanjem opreme, javljaju se takozvana “nesavršena” merenja i u tom slučaju se primenjuje SMM za modelovanje budući da se u tim slučajevima javljaju neopažena-skrivena stanja.

Rad autora Stanley i Malhoit (2001) prikazuje okvire za poređenje pouzdanosti sistema prenosa energije u odnosu na tri predložene promene u njegovom projektovanju, pri čemu je kao metrika uzeto srednje vreme do otkaza. Cilj rada je da postojeće istorijske podatke o pouzdanosti komponenata sistema uključi u stohastički model kako bi se mogli donositi valjani zaključci o učinku sistema. Autori uočavaju da primena modela Markova za veliki broj komponenata može biti zahtevna i zato (da se ne bi koristila Monte Karlo metoda) autori uvode određene pretpostavke i ograničenja.

U svom radu autori Korkmaz, Akman i Ostrovska (2011) obrađuju primenu procesa odlučivanja Markova – MDP za ocenjivanje kvaliteta softvera. Autori smatraju da je MDP pogodna tehnika za izdvajanje-apstrahovanje modela dinamičnog procesa razvoja i za testiranje njegovog uticaj na kvalitet, budući da omogućava rano predviđanje još u fazama projektovanja i razvoja. Predloženi pristup autora se zasniva na stohastičkoj prirodi procesa razvoja softvera i prikazuje se kroz studiju slučaja preuzetoj iz literature. Model koji autori predlažu ostvaruje dobre rezultate zasnovano na njegovoj robusnosti i mogućnosti da utvrdi adekvatne politike kvaliteta, troškova i vremena.

Rad autora Li i Huang (2007) se bavi razmatranjem uticaja fleksibilnih linija na kvalitet proizvoda kroz primenu diskretnog modela Markova za vrednovanje kvaliteta fleksibilnih proizvodnih sistema. U tu svrhu se koristi i praktičan primer. Zaključci rada i istraživanja ukazuju na pristup za utvrđivanje uticaja fleksibilnosti na kvalitet proizvoda i daju osnovu za dalje razmatranje menadžmenta operacijama u fleksibilnim proizvodnim sistemima. Autori predlažu kvantitatvni način za izračunavanje verovatnoće izrade dobrog proizvoda i pokazuju da kvalitet fleksibilnog sistema zavisi od nova efikasnosti prilikom prelaska na drugu vrstu proizvoda. Pri tome, razmatraju se slučajevi sa jednom, dve i više vrsta proizvoda.

Rad autora Lai, Xie i Govindaraju (2000) razmatra tematiku praćenja procesa kada je on visokog kvaliteta i kada vrednosti merenja imaju određenu serijsku zavisnost. Problem pretpostavljanja nezavisnosti se ispituje i u tu svrhu se koristi model Markova. Autori smatraju da je primena standardnih tehnika statističkog upravljanja procesima neprimenljiva u situacijama kada je proces blizu nivoa „zero defect“ i da je u tim situacijama prisutan veliki broj „lažnih alarma“, kao i da je nemoguće utvrditi unapređenja u procesima. Autori koriste modele Markova u situacijama kada je proizvodnja serijski zavisna gde verovatnoća javljanja usaglašenog, odnosno neusaglašenog, proizvoda zavisi od statusa prethodne jedinice proizvoda. Autori u modelu Markova sa dva stanja razlikuju dve vrste verovatnoća: verovatnoću javljanja dobrog proizvoda ukoliko je prethodnik usaglašen i obratno.

U svojoj doktorskoj disertaciji autor Kim (2005) prikazuje istraživanje u kojoj meri su dizajn (projektovanost), kvalitet i produktivnost proizvodnog sistema međuzavisni. Autor predlaže model Markova u vezi sa otkazima mašina, kako u

pogledu kvaliteta produkata, tako i u vidu operativnih zastoja, i identifikuje bitne razlike između tipova otkaza u pogledu kvaliteta. Rad daje prikaz značaja kvaliteta, modela kvaliteta, strategija unapređenja kvaliteta, odnosa Lean manufacturing-a i kvaliteta, i daje prikaz određenih modela koji se mogu koristiti za sagledavanje odnosa kvaliteta i kvantiteta proizvodnih sistema. U radu se prikazuje analitički model, tehnike rešavanja problema, način merenja performansi, sistema sa dve mašine. Slično kao i u prethodno obrađenom radu, autor navodi da proizvodni sistem ima tri stanja („funkcioniše“, „funkcioniše sa greškom“ i „otkaz“), pri čemu postoje dva vida otkaza, odnosno prelaza ka otkazu iz stanja funkcionisanja, i to: operativni otkaz (mašina prestaje da proizvodi delove usled kvara) i kvalitativni otkaz (mašina počinje da proizvodi loše delove usled npr. oštećenja alata).

Rad autora Kallen (2007) razmatra izazove u pogledu održavanja infrastrukture, pre svega mostova, u stanju bezbedne upotrebe i pouzdanosti. Autor navodi da su u ovom segmentu prisutna brojna ograničenja, pre svega ograničeni budžet, koja zahtevaju da troškovi inspekcije i održavanja mostova budu usklađeni sa koristima koje iz tih aktivnosti proizilaze. Jedno od glavnih ograničenja koje autor navodi u vezi sa tzv. sistemom menadžmenta mostova jeste utvđivanje nivoa njihovog urušavanja za šta se najčešće korsiti model zasnovan na podacima prikupljenim vizuelnim inspekcijama. Međutim, takav vid inspekcije nije uvek moguć u praksi i pristupa se periodičnoj kontroli koja stavara određene zahteve za model koji se primenjuje. U vezi sa tim, autor predlaže statistički okvir pogodan za procenu nivoa urušavanja i kvantifikovanje nesigurnosti takvih procena. Model je zasnovan na kontinualnim procesima Markova sa konačnim brojem stanja i koristi se za modelovanje nivo nesigurnosti pod kojom se nivo kvaliteta mostova snižava tokom vremena. Lanci Markova sa konačnim stanjima se primenjuju za modelovanje nesigurnosti prelaza u različita stanja, pri čemu se u radu navodi ukupno devet stanja mostova (odlično, vrlo dobro, dobro, zadovoljavajuće, dovoljno, ozbiljno, kritično, prethodi otkazu, otkaz). Rezultati primene modela pokazuju da je on primenljiv i u sitacijama kada podaci inspektora mosta podležu greškama. Podaci najčešće variraju usled faktora kao što su: dizajn strukture, kvalitet ugađenog materijala, uticaj vrmenskih prilika, intenzitet saobraćaja. Takođe, autor je proračunao na osnovu postojećih podataka o stanju mostova da je potrebna njihova rekonstrukcija nakon 40 do 50 godina upotrebe, što čini približno polovinu životnog veka planiranog u

fazi projektovanja. Predloženi model omogućava određivanje vrememskih intervala između inspekcija sa najmanjim očekivanim prosečnim troškovima na godišnjem nivou. Model je poznat i kao funkcionalni ili marginalni model za proveru, zasnovan je na teoriji obnavljanja i podrazumeva pristup životnog ciklusa.

U svojoj doktorskoj disertaciji autor Marshall (2012) prikazuje ulogu i značaj sistema za ispravku korišćenih proizvoda, eng. "Product recovery system" (PRS). Nakon upotrebe od strane korisnika, proizvodi mogu da se vrate proizvođaču ili posebnim postrojenjima na popravku/ispravku, pre snego što bi se ponudili originalnom ili sekundarnom tržištu. Kvalitet vraćenih produkata je ključan u PRS sistemu jer utiče na vrstu popravke i na troškove koje ona izaziva. Autorka navodi da ova tema nije do sada ozbiljno razmatrana i za to navodi više razloga, od kojih su najznačajniji oni koji se odnose na ignorisanje koristi koje bi iz toga proizašle i oni koji u obzir uzimaju pretpostavku da će se korišćen proizvod pre odložiti i razrešiti nego što će se ponovo vratiti u upotrebu nakon popravke. Rad prikazuje četiri modela za utvrđivanje i sagledavanje važnosti kvaliteta vraćenih proizvoda u menadžmentu zalihama, a kroz utvrđivanje troškovne efektivnosti takvog vida popravljanja proizvoda visokog i niskog kvaliteta. Jedan od tih modela je i vremenski diskretan, definisan kao proces odlučivanja Markova (Markov decision process-MDP) i razmatra nesigurnost i neizvesnost u nivou potražnje, povraćaju proizvoda i njihovom kvalitetu. Rezultati primene ovog modela ukazuju na to da popravka obe vrste proizvoda (visokog i niskog kvaliteta) utiče značajno na smanjivanje troškova poslovanja i na bolji odnos sa korisnicima. Drugi model je sličan prvom, ali razmatra prodaju originalnih i popravljenih proizvoda na odvojenim tržištima, usled zahteva korisnika i zakonske regulative. Treći model, zasnovan na modelima Markova, razmatra odnos proizvedenog i popravljenog proizvoda u vidu "original-substitut". Za svaki od navedenih modela, autor navodi efekte koji se postižu njihovom primenom.

U svojoj doktorskoj disertaciji autora Mejeoumov (2007) razmatra se proces mlevenja klinkera kao dela procesa proizvodnje cementa, pri čemu se grumeni klinkera smanjuju na veličinu dovoljno malu da bi se obezbedila neophodna finoća cementa, ali i druge karakteristike kvaliteta, kao što su zahtev za vodom, nivo hidratacije, vreme vezivanja, i tako dalje. Zahtevi u vezi sa procesom mlevenja se odnose na potrošnju energije i nivo finoće i predstavlja problem koji autor rešava primenom lanaca

Markova. Primenom numeričke simulacije, autor je utvrdio veze između kontrolisanih i posmatranih parametara. Analiza rezultata dobijenih simulacijom omogućila je autoru da definiše procedure za upravljanje procesom sa ciljem da smanji potrošnju energije mlina, uz zadržavanje tražene finoće finalnog proizvoda.

U svojoj doktorskoj disertaciji autor Wang (2010) prikazuje analitički metod za vrednovanje kvaliteta u fleksibilnim proizvodnim sistemima zasnovanim na proizvodnji po lotovima. Autor uvode meru mogućeg unapređenja kvaliteta zasnovanog na redosledu proizvodnje, prelazima sa jedne na drugu vrstu proizvoda, uz konkretnu primenu ovog modela na proces farbanja vozila. Primena navedenog modela u praksi je pokazala da adekvatna politika određivanja redosleda obavljanja vrsta poslova u značajnoj meri utiča na kvalitet obavljenog posla, pri čemu se istovremeno smanjuju upotreba energije i boje, a dolazi i do značajnog smanjivanja atmosferskih emisija. Pri tome, sve navedene uštede i unapređenja se mogu postići bez dodatnih ulaganja, već isključivo zasnovano na praksi određivanja redosleda rada. Autor u cilju modelovanja stanja proizvodnog sistema, koristi lance Markova, a kako bi prikazao prelaz iz dobrog u defektivno stanje proizvoda i sistema.

Rad autora Gautreau, Yacout i Hall (1997) prikazuje simulaciju poređenja efekata, odnosno, rezultata primene tri politike kvaliteta: politika „ne raditi ništa“, politika procene, politika preventivnog delovanja koja omogućava unapređenje kvaliteta procesa. Model simulacije je zasnovan na parcijalno kontrolisanom procesu odlučivanja Markova (POMDP). U ovom slučaju, neopažena (nekontrolisana) stanja procesa su zasnovana na nivou otkaza. Kontrolisan izlaz procesa jeste broj usaglašenih, odnosno, neusaglašenih proizvoda, pri čemu se performanse procesa mere troškovima kvaliteta po jedinici proizvoda. Autori kao jezik simulacije koriste SLAM II. Primenom ovakovog oblika simulacije, donosilac odluke je u mogućnosti da sagleda odnos učinjenih troškova kvaliteta i ostvarenih poboljšavanja kvaliteta, odnosno da sagleda i siumulira performanse procesa koji je pod uticajem neopaženih stanja-otkaza. Za ovakav model je karakterisitčno da se dramatično usložnjava povećanjem broja stanja i verovatnoća prelaza. U konkretnom slučaju, razmatra se unapređenje kvaliteta u vremenu, varijabilne verovatnoće prelaza između stanja i dinamični troškovi kvaliteta, pri čemu se diskutuje o mogućnosti modela da prezentuje proces sa više od dva stanja

na primeru procesa pakovanja u fabrici prerade ribe. Autori navode da se model sa navedenim karakteristikama nije ranije razmatrao.

2.3. Postojeći programski paketi za simulacije

Istovremeno sa početkom primene simulacija u menadžmentu razvijaju se i programski paketi kao podrška. Skoro svi paketi za simulaciju imaju zajedničke karakteristike ili funkcije kao što su grafički korisnički interfejs, animacije, ulazno-izlazne analizatore i alate za simulaciju optimizacije. Neki od programskih paketa za simulaciju su: *Arena*[1], *Automod*[2], *Extend*[3], *Promodel*[4] i *Sigma*[5].

Arena

Systems Modeling Corporation nudi *Arena* paket proizvoda, uključujući i Arena basics, standard professional izdanja. *Arena* softver za simulaciju unapređuje poslovanje analizom uticaja nove "šta-ako" ideje, pravila i strategije pre primene na korisniku, bez izazivanja poremećaja u poslovanju.

Arena Basic izdanje je usmereno na modeliranje poslovnih procesa i predstavlja dinamiku procesa u hijerarhijskom dijagramu toka. Sa ugrađenim obračunima troškova po aktivnostima i sistemom davanja podataka, *Arena* omogućava korisnicima da sprovedu analizu i da izaberu najbolju moguću konfiguraciju.

Arena Standard izdanje ima mogućnost za analizu svih vrsta sistema i za detaljniju analizu diskretnih i kontinualnih sistema. Pored standardnih funkcija, kao što su resursi, čekanje u redu, i sl., šabloni *Arena* uključuju i module fokusirane na specifične aspekte proizvodnih sistema i sistema za rukovanje materijalom. Sve usluge podrške neophodne za uspešnu simulaciju su uključene u standardno izdanje *Arene*. Usluge podrške uključuju analizu ulaza za selekciju odgovarajućeg ulaza distribucije, built-in confidence intervale, procese i analizu izlaza za automatsko poređenje različitih mogućih dizajna.

Arena Professional izdanje nudi korisnicima prilagođene alate za modeliranje koji se nazivaju moduli.

Automod

---

[1] http://www.arenasimulation.com/Arena_Home.aspx
[2] http://www.automod.se/eng/home.html
[3] https://www.extendsim.com/
[4] https://www.promodel.com/products/promodel/
[5] http://sigmawiki.com/sigma/index.php?title=Main_Page

Automod paket uključuje *AutoMod* koji služi za projektovanje modela i vršenje simulacije, *AutoStat* za statističke analize uključujući i optimizaciju, *AutoView* za 3D animaciju sa AVI podrškom, protokol modula komunikacije modela (MCM) za povezivanje sa naručenim softverom. Sa glavnim osvrtom na proizvodnju i rukovanje materijalom, *AutoMod* nudi šablone za kretanje materijala pod nazivom pokretni sistemi. Pokretni sistemi pomažu u definisanju kretanja materijala kroz pokretač putanja, transportere, automatizovane sisteme za skladištenje i čuvanje podataka, kinematičke robote, sisteme za prenos, nepovezane i transportere energije, rezervoare i cevi. *AutoMod* model sastoji se od jednog ili više sistema organizovanih u jednom ili više podmodela. Sistem može biti ili sistem procesa, u kome su protok i logička kontrola definisani, ili sistem kretanja materijala. Bilo koji broj pokretnih sistema se može definisati u modelu *AutoMod*-a, koji povezuje sisteme procesa. Tovari (entiteti) se kreću između procesa ili lokacija, i takmiče se za resurse. Tovari predstavljaju aktivne entitete u *AutoMod*-u i mogu biti kreirani deterministčkim putem i pomoću verovatnoće. Procesi su mesta gde se izvode akcije ili donose odluke. Resursi u *AutoMod*-u se koriste za predstavljanje mašina, operatora, stanja, kontejnera i drugih objekata konačnih kapaciteta. Pored podrazumevanih stanja, korisnik može definisati stanja kao na primer stanje blokade, stanje iscrpljenosti i slično. Pored toga, kontrolori stanja mogu se definisati da prate stanja entiteta, vozila, transportera, ili određenih oblasti nekog objekta. Redovi u *AutoMod*-u predstavljaju i grafički i statistički element i oni mogu da imaju korisnički definisane kapacitete. Lista redosleda, s druge strane, nije fizički entitet kao red, već logički element koji pruža način za sortiranje tovara koji su odloženi iz nekog razloga.

Extend

Extend grupa proizvoda potiče od *Imagine That Inc*. i uključuje:

Extend CP, za kontinuirano modelovanje
Extend OR, modelovanje posebnih događaja dodato kontinuiranom modelovanju u *Extend CP*-u
Extend Industry, dodaje integrisanu bazu podataka i modelovanje sistema velikom brzinom *Extend OR*-u
Extend Suite, dodaje *Proof Animation* i *Stat:Fit* za podešavanje raspodele u paketu *Extend Industry*.

Extend softver je zasnovan na simulacionoj mašini čiju osnovu čine poruke i koja podržava blok dijagram pristup modelovanja. Blokovi u *Extend* softveru mogu se lako

konfigurisati i kombinovati tako da mogu da modeluju vrlo složen sistem. Svi proizvodi *Extend* softvera imaju zajedničke karakteristike kao što su, *drag and drop* (prevuci i pusti) interfejs, komunikacijske alate za unutrašnje procese koji služe za komunikaciju sa drugim aplikacijama, hijerarhijske mogućnosti modelovanja, evolucionu optimizaciju i razvojno okruženje za izgradnju određenih komponenti. Okruženje modelovanja u *Extend* softveru sastoji se od grupa blokova, od kojih svaka predstavlja skup blokova karakterističnih za posebni događaj, štampač, elektroniku, ili inženjering poslovnog procesa. Aktivni subjekti su stavke koje se pozivaju, zajedno sa atributima i prioritetima koje su u vezi sa njima. Stavke i vrednosti su vrsta logičkog toka sa *Extend* blokovima. Drugi tip logičkog toka nazvan je vrednosti, i menja se tokom vremena. Stavke i vrednosti su povezani iz jednog bloka u drugi pomoću linija, i to pojedinačnim linijama za vrednosti i dvostrukim linijama za stavke.

Razvojno okruženje bloka u *Extend* softveru predstavlja njegovo najmoćnije svojstvo. Dok su pre izgrađeni blokovi dovoljni da se izgradi pristojan model, okruženje bloka pruža korisnicima mogućnost da prošire sposobnosti modelovanja tako da mogu da obavljaju komplikovane zadatke. Otvorena arhitektura *Extend* softvera omogućava korisniku da otvori programski kod pre - izgrađenog bloka i izmeni ga. Jezik visokog nivoa, ModL, obezbeđen funkcijama visokog nivoa može se koristiti da definiše ponašanje svakog bloka. Pored toga, ekstenzije XCMD i DLL mogu se pozvati unutar ModL programskog jezika. Ova funkcija zahteva veoma sofisticiranog korisnika, kako sa razumevanjem modelovanja u celini, tako i detalja ModL programskog jezika.

Promodel

ProModel je dizajniran za modeliranje proizvodnih sistema u rasponu od malih poslova, do velike masovne proizvodnje. Ostali dostupni proizvodi za simulaciju iz *ProModel* softvera su *MedModel*, *ServiceModel* i *ProModelPI* (za unapređenje procesa). *ProModel* nudi modelovanje elemenata vezanih za proizvodnju i logiku odluka zasnovanu na pravilima. Pored elemenata modelovanja za modele opšte namene, *ProModel* omogućava programiranje za posebne situacije. Ugrađene karakteristike jezika uključuju šta-ako logiku, Bulove izraze, promenljive, pa čak i pristup tabelama. Elementi modelovanja *ProModel* softvera omogućavaju pravljenje blokova za predstavljanje fizičke i logičke komponente sistema. Delovi ili entiteti odnose se na stavke koje se obrađuju u sistemu; oni mogu da predstavljaju sirovine, sklopove, tovare,

itd. Entitetima mogu biti dodeljeni atributi koji mogu biti testirani u donošenju odluka ili korišćeni za prikupljanje specijalizovanih statistika. Mreže putanja su deo elemenata modelovanja koje predstavljaju moguće putanje koje entiteti i resursi mogu da pređu prilikom kretanja kroz sistem. Resursi definisani u *ProModel* softveru mogu biti čovek, alat, vozilo ili drugi objekat koji može da se koristi za prevoz materijala između lokacija, zatim koji može vršiti radnju na materijalu, ili održavanje resursa koji je u kvaru.

Sigma

Modeli grafički prikazanih događaja (npr. Sigma) bazirani su na detaljnoj dinamici simulacije pomoću iscrtanih događaja. U simulaciji pomoću iscrtanih događaja, događaji su osnovne radnje koje menjaju vrednosti promenljivih koje opisuju stanje sistema i upravljaju rasporedom budućih događaja. Dinamika sistema je modelovana događajima koji menjaju stanje sistema i logičkim i vremenskim vezama između ovih događaja. U modelu grafički prikazanih događaja, efekat događaja na varijabli je prikazan krugovima (čvorovima) a veza između događaja predstavljena je strelicama (lukovima). Modeli iscrtanih događaja su simulirani pomoću objekata kao što su simulaconi sat i spisak budućih događaja. Simulaciona mašina kontroliše odnose između modela, sata i liste događaja kako vreme simulacije prolazi.

2.4. Kritički osvrt na postojeće modele upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda

Analizom i preispitivanjem radova u ovoj oblasti dolazimo do zaključka da se veliki broj istraživača bavio unapređenjem kvaliteta proizvoda i usluga i definisanjem faktora koji utiču na njihov kvalitet. Razvijen je i primenjen veliki broj metoda i tehnika za modelovanje procesa, kao i za unapređenje, simulaciju i predviđanje kvaliteta proizvoda (Delfi metoda, Petrijeve mreže, Faktorska analiza, Data Envelopment Analysis (DEA), Fuzzy logika, Kano model, QFD, AHP, GAP model, IE^2 model, Markovljevi lanci,...). Takođe je razvijen i veliki broj programskih paketa za simulacije koji imaju široku primenu u različitim oblastima, a takođe i u oblasti menadžmenta kvaliteta.

Analizom postojećih rešenja u oblasti modelovanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda dolazimo do zaključka da su mnogi istraživači identifikovali i opisali faktore koji utiču na kvalitet proizvoda. Neki od faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, kao što

su npr. sposobnost procesa, detaljno su opisani i o njima postoje čitave naučne discipline. Uzimajući u obzir karakteristike definisane metodologije za upravljanje faktora koji utiču na kvalitet u ovom radu, kao što su:

1. metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem
2. metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu
3. primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika
4. identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani
5. sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora
6. primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet
7. postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet
8. primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema
9. dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima,

može se izvršiti detaljna analiza dosadašnjih modela u ovoj oblasti (Tabela 5).

Analizom Tabele 5, uočava se nedostatak metodologije koja ispunjava sve gore navedene zahteve. Svakoj od analiziranih metodologija za upravljanje faktora nedostaju neki od bitnih elemenata predložene metodologije u ovom radu. Postoje nedostaci postojećih metodologija u delu rangiranja faktora ili uzimanja u obzir troškova unapređenja ili su identifikovani faktori bihejvioristički pa ih je teško kvantifikovati. Još je veći nedostatak u delu sistemske identifikacije mera za eliminisanje ili unapređenje identifikovanih faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i primene modelovanja i simulacije u cilju određivanja efekata primene definisanih mera.

Mnogi istraživači se slažu da su modelovanje, kao pretpostavka za simulacije, i simulacija jedan od najvažnijih elemenata za unapređenje procesa i efektivnosti, smanjenje troškova i povećanje profitabilnosti. Međutim, simulacijama u oblasti menadžmenta kvaliteta nije posvećena velika pažnja od strane istraživača i pored toga što mogu imati veliki potencijal i u toj oblasti. Mnogi istraživači razmatraju primenu simulacija u oblasti kontrole kvaliteta i statističke kontrole procesa ali veoma malo njih razmatra primenu u oblasti projektovanja i analize sistema menadžmenta kvaliteta.

Analizom relevantne literature, nije evidentiran sveobuhvatan model upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda primenom simulacije Markovljevim lancima, kakav se daje od strane autora u nastavku doktorske disertacije.

Tabela 5 Analiza postojećih metodologija za upravljanje faktora koji utiču na kvalitet u odnosu na metodologiju predloženu u disertaciji

Autor(i)			**Godina objavljivanja**	**Naslov rada**			**Korišćena metoda**	
25 Chang H.			2012	The identification of critical success factors for quality internal IT services in public sector organisations in Hong Kong			Istraživačka studija slučaja sa tri Delfi ciklusa	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
41 NE	DA	DA	NE	DA	NE	NE	NE	DA

Autor(i)			**Godina objavljivanja**	**Naslov rada**			**Korišćena metoda**	
49 Oprean C., Bucur A.			2013	Modeling and simulation of the quality's entropy			Matematički model za entropiju kvaliteta	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
41 DA	NE	NE	NE	NE	NE	DA	DA	DA

Autor(i)			**Godina objavljivanja**	**Naslov rada**			**Korišćena metoda**	
26 Al-Refaie A., Fouad H.R., Li M.-H., Shurrab M.			2014	Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital			Data Envelopment Analysis (DEA)	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
41 NE	NE	NE	DA	NE	NE	DA	DA	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
48 Jones M.C.			2013	Using discrete event simulation to improve the patient care process in the emergency department of a rural Kentucky hospital			Arena simulacioni paket	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
NE	DA	NE	DA	NE	NE	NE	DA	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
55 Lin T., Chananda B.			2003-04	Quality Improvement of an Injection-Molded Product Using Design of Experiments: A Case Study			Design of Experiments	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
DA	DA	NE	DA	NE	NE	NE	NE	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
60 Al-Salim B.			2006	Optimizing the Formation of the Quality Improvement Teams through a Data Mining-Based Methodology			Data Mining-Based Methodology	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
DA	NE	NE	NE	NE	DA	DA	NE	NE

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
40 Iakovou E.T., Pachon J.E.			2001	Optimization of the transportation system at a university campus: A continous improvement quality management methodology			Quality Function Deployment (QFD) Simulacioni alat *Service Model 3.5*	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
NE	NE	DA	DA	NE	NE	NE	DA	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
59 Eid M.S., Moghrabi C., Eldin H.K.			1997	A Simulation Approach to Evaluating Quality/Cost Decision Scenarios			Zero Defects Simulacioni program *Siman*	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
DA	NE	NE	NE	NE	DA	NE	DA	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
54 Kouskouras K.G., Georgiou A.C.			2007	A discrete event simulation model in the case of managing a software project			Simulacioni paket *Extend*^{TM} *simulation environment*	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
NE	NE	DA	NE	NE	DA	NE	DA	DA

Autor(i)			Godina objavljivanja	Naslov rada			Korišćena metoda	
57 Goel S.			2000	A simulation approach to track quality, cost and time during the manufacture of metal bonded assemblies			Witness Simulation Software	
Metodologija je opšta u smislu mogućnosti primene na bilo koji sistem	*Metodologija je razumljiva i jednostavna za primenu*	*Primenjena metodologija identifikuje faktore koji utiču na kvalitet uzimajući u obzir sve potrebe i eksternih i internih korisnika*	*Identifikovani faktori su konkretni, a prikupljene informacije i podaci u vezi njih su egzaktni i pouzdani*	*Sprovodi se rangiranje uticaja identifikovanih faktora*	*Primenjena metodologija uzima u obzir troškove unapređenja faktora koji utiču na kvalitet*	*Postoji matematički model za utvrđivanje uticaja unapređenja faktora na kvalitet*	*Primenjena metodologija omogućava simulaciju stanja izlaza iz sistema*	*Dobiveni rezultati se mogu lako interpretirati i prezentovati korisnicima*
DA	**NE**	**NE**	**DA**	**NE**	**DA**	**NE**	**DA**	**DA**

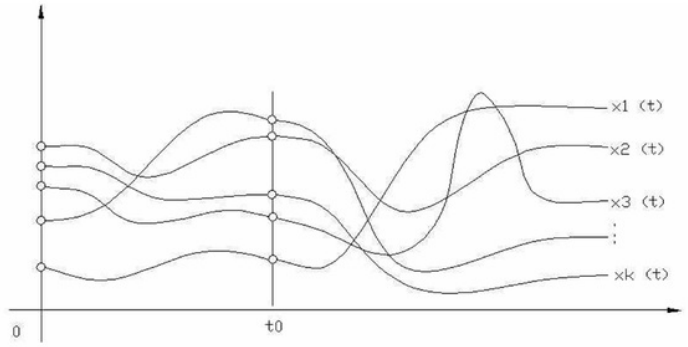
3. DEFINISANJE MODELA ZA UPRAVLJANJE FAKTORA KOJI UTIČU NA KVALITET PROIZVODA

3.1. Modelovanje stohastičkih procesa i sistema

3.1.1. Pojam stohastičkih procesa

Za mnoge se pojave kod kojih je ponašanje nepredvidivo i promenljivo kažemo da su stohastičke, jer su parametri koji ih karakterišu slučajnog karaktera. Stohastički proces je process koji se u toku eksperimenta ili posmatranja odvija tako da se ne može tačno unapred predvideti kako će se odvijati. Koncept stohastičkih procesa je značajan upravo zbog toga što je ponašanje procesa u poslovnom sistemu nepredvidivo i promenljivo, pa je zbog toga i najteže sprovesti simulaciju stohastičkih procesa. Trajektorija stohastičkog procesa prikazana je na *slici 1*.

Slika 1 Trajektorija stohastičkog procesa (Izvor: Zečević, 1974)



Ako se fiksira vreme $t=t_0$ i u tom trenutku posmatraju vrednosti stohastičkog procesa $X(t_0, \quad)$, tada dobijene vrednosti čine jednu slučajnu promenljivu. Prema tome, vrednosti slučajne funkcije $X(t)$ u trenutku t_0 predstavljaju presek slučajne funkcije ili presek stohastičkog procesa.

Obeležja stohastičkog procesa su, u prvom redu, srednja vrednost i varijansa kao funkcije vremenskog parametra t. Međutim, budući da ta dva obeležja nisu uvek dovoljna za precizan opis stohastičkog procesa, jer je moguće da postoje procesi sa istom srednjom vrednosti i varijanse, a da su ipak strukturalno različiti, važno obeležje

stohastičkog procesa je i autokorelacijska funkcija, odnosno funkcija kovarijanse. (Hess, 2004)

3.1.2. Sistem – pojam, značaj, uloga

Prema Sokolowski i Banks (2009) sistem predstavlja skup različitih elemenata koji zajedno daju rezultate koje pojedinačni elementi ne mogu da postignu sami. Ovi elementi obuhvataju ljude, hardver, softver, prostorije, politike, dokumente – sve ono što je potrebno da se proizvedu odlike, svojstva, karakteristike, funkcije, ponašanje i učinak na nivou sistema. Značajno je da vrednost sistema kao celine čini odnos između njegovih delova. Kako broj elemenata koji čine sistem može biti veoma velik, a broj njihovih mogućih veza raste eksponencijalno sa brojem elemenata koji čine sistem, to su i broj i vrste ostvarivih sistema tako veliki da se svi mogući sistemi ni relativno malog broja elemenata, zbog ograničenosti vremena kojim se raspolaže, ne mogu ostvariti ni matematički opisati i istražiti, pa niti onda kada bi za to postojao odgovarajući matematički aparat.

Sistem je sastavljen iz jednostavnih delova od kojih je svaki opisan određenim atributima, odnosno svaki deo sistema ima određena svojstva i među njima postoje određene relacije koje povezuju delove sistema u celinu. Vrlo je važno prilikom proučavanja sistema uzeti u obzir i uticaj okruženja tog sistema na sam sistem.

Postoji nekoliko načina da se proučava sistem:

a. Stvarni sistem u odnosu na model sistema.
b. Fizička u odnosu na matematičku prezentaciju.
c. Analitičko rešenje u odnosu na simulirano rešenje (koje koristi simulaciju za inpute koji su u pitanju da bi se posmatrao njihov uticaj na mere učinka autputa). (Sokolowski i Banks, 2009).

Prema Useniku (1997) „Ponašanje sistema određeno je njegovom strukturom odnosno organizacijom koja znači način povezivanja elementarnih sistema u celokupan sistem. Šta više elementarnih sistema sastavlja celokupni sistem, toliko je sistem kompleksniji a time zahtevniji i složeniji za upravljanje.“

Prilikom rešavanja sistemskog problema potrebno je odrediti elemente sistema, okruženje sistema treba uzeti u obzir, veze između elemenata sistema, bitne veze između okruženja (ili pojedinih njegovih elemenata) i sistema (ili određenih njegovih elemenata, podsistema i dr) i koji su interaktivni odnosi između funkcija pojedinih elemenata sistema i funkcije sistema u celini.

Sistem sastavljen od podsistema funkcioniše tako što se podsistemi (elementi) nalaze u interakcijskoj vezi, pri čemu sistem može imati osobine koje nema niti jedan od elemenata koji ga sačinjavaju.

Okruženje ima veliki uticaj na sisteme. Pod okruženjem se podrazumevaju elementi koji se nalaze izvan sistema. Posebno su značajni oni elementi okruženja koji vrše uticaj na ponašanje posmatranog sistema, ili oni na koje sistem aktivno utiče. Uticaj okruženja na sistem vrši se posredstvom materijalnih, energetskih i informacionih tokova. Sistemi su najćešće otvoreni – povezani sa okruženjem. Granice sistema su granice sa okruženjem i one su uvek otvorene i fleksibilne. Tokovi resursa i informacije su obostrane na relaciji sistem – okruženje i u okviru sistema organizacione jedinice.

Uprkos brojnim definicijama o značenju pojma sistem, može se izvesti zaključak da je sistem, u najopštijem smislu, povezana celina čiji delovi su povezani na takav način da zajedno mogu ostvariti postavljeni cilj.

Za potrebe ovog rada neophodno je napraviti razliku između organizacionih, determinističkih i stohastičkih sistema. Prema Hess (2004) navodi se sledeće:

- Organizacioni sistem obuhvata materijalne, umne i moralne čovekove tvorevine od pojave racionalne misli do danas. Organizacioni sistemi su kompozicija prirodnih i tehničkih sistema, koji se tada pojavljuju kao podsistemi organizacionog sistema. Ono čime se organizacioni sistemi razlikuju od prirodnih i tehničkih jeste cilj zbog kojeg su stvoreni. I tehničke sisteme je čovek stvorio sa određenim ciljem, ali on taj cilj ostvaruje tek organizacionim sistemom, u koji se tehnički sistem uklapa kao podsistem. U teoriji sistema organizacioni sistemi zovu se i "veliki sistemi", "velike strukture", "složeni dinamički sistemi".

- Deterministički (određeni) sistemi su takavi sistemi čije se ponašanje može tačno predvideti. Mogućnost predviđanja ponašanja tih sistema zasniva se na

poznavanju njihove strukture, prethodnog ponašanja, procesa transformacije informacija, i sl U ovoj su grupi sistema svi mehanički i fizičko-hemijski sistemi (npr. elektronski računar i hemijski reaktor). Potpuno determiniranih sistema zapravo nema, jer bi njihovo postojanje odstupilo zakonu entropije. Pojam totalne određenosti (determiniranosti) označava strogu graničnu vrednost kojoj se teži, ali se ne može postići.

- Stohastički (verovatni, probabilistički) sistem je takav sistem čije se ponašanje ne može tačno predvideti, već se predviđa sa određenom verovatnoćom. Sasvim nedeterminisanih sistema nema, kao što nema ni sasvim određenih. Ovde se takođe radi o graničenoj vrednosti kojoj se realni sistem može približiti. Dosezanje te vrednosti značilo bi negaciju samog sistema, jer bi to bilo stanje maksimalne entropije što je jednako haosu (a pojam haosa je suprotan pojmu sistema). Mera nedeterminističkog sistema je veličina entropije. Svi organizacioni sistemi su stohastički sistemi, a među organizacione sisteme ubrajaju se poslovni sistemi, na čije funkcionisanje utiču i oni faktori koji imaju obeležja slučajnosti - neizvesnosti.

3.1.3. Sistem menadžmenta kvaliteta

Sistemski pristup menadžmentu kvaliteta je apsorbovao najviše ideja iz oblasti teorije sistema i našao primenu u modernom menadžmentu. Pod sistemom, opšta teorija sistema podrazumeva ukupnost međusobno povezanih podsistema koji se međusobno povezani i relativno nezavisni. Svako preduzeće je organizacioni i stohastički sistem čiju strukturu čini veći ili manji broj podsistema, koji su opet sastavljeni od elemenata - podsistema i tako redom sve do podele na proste elemente (nedeljive) nalaze u interakcijskoj vezi pri čemu sistem može imati osobine koje nema niti jedan od elemenata.

Definicija pojma meadžment data je u standardu ISO 9000 (2005) gde se menadžment definiše kao "Koordinisane aktivnosti za vođenje organizacije i upravljanje njome." Nezavisno od aspekta sa kog se posmatra pojam menadžmenta, jasno je da se mora posmatrati kao upravljački proces, koji se između ostalog, orijentiše na međuljudske odnose, komunikaciju i ponašanje u organizaciji.

Prema standardu ISO 9000 (2005) sistem menadžmenta definisan je kao "sistem za uspostavljanje politike i ciljeva i za ostvarivanje tih ciljeva" dok je sistem

menadžmenta kvaliteta definisan kao "sistem menadžmenta kojim se, sa stanovšta kvaliteta, vodi organizacija, i njome upravlja. Menadžment kvaliteta je način na koji organizacija upravlja i vodi one poslovne aktivnosti koje su vezane za kvalitet. U širem smislu, sastoji se od organizacione strukture i planiranja, procesa, sredstava i dokumentacije koju kompanija koristi da bi se postigli ciljevi kvaliteta, poboljšali proizvodi i usluge i da se izađe u susret zahtevima korisnika.

Sistem kvaliteta predstavlja sistem pokrenut i podržan od strane menadžmenta koji obuhvata celu organizaciju i sve provese, aktivnosti resurse i događaje. Sistem kvaliteta namenjen je postizanju izlaza koji odgovaraju zahtevima korisnika uz ostvarenje ciljeva vezanih za uspešno poslovanje. Ovi ciljevi su usredsređeni na zadovoljenje i prevazilaženje zahteva korisnika. Sistem kvaliteta je sredstvo u rukama menadžmenta (Filipović i Đurić, 2010).

Zahtevi za sistem menadžmenta kvaliteta su sadržani u standardu ISO 9001 (2008) i obezbeđuju poslovnost organizacije i njenu sposobnost da ispuni zahteve korisnika, jedinstveni su za sve organizacije ma koje struke bile, a dopunjuju se standardima i drugim tehničkim normativima za određene proizvode i tek ispunjenje zahteva i jednih i drugih dokumenata daju traženi nivo kvaliteta proizvoda.

3.1.4. Model – pojam, značaj, uloga

Model je opis realnog sistema sa svim onim karakteristikama koje su relevantne iz našeg ugla posmatranja. Model ne treba da reprodukuje stvarnost u potpunosti već da formalno opiše ponašanja realnog sistema kao uređen i međuzavisan skup komponenti koje formiraju celinu i deluju zajednički da bi ostvarili cilj ili funkciju.

Prema Rajkoviću (2010) model je približni prikaz (apstrakcija) realnog sistema ili procesa, koji služi za razumevanje sistema, njegovo menjanje ili upravljanje njime. Ako stvarni proces (što je najčešći slučaj) ima veliki broj varijabli, ako ga je teško opisati i ako je teško razdvojiti one upravljane veličine na koje se može delovati, tj. kojima se može upravljati, onda se tom procesu traži zamena u sličnom procesu modelu.

Suština modela se zasniva na uočavanju sličnosti između dva objekta ili sistema. Sličnost objekata ili sistema može biti spoljašnja, ili da se odnosi na strukturnu sličnost različitih sistema, a sličnost može biti i u funkcionisanju (ponašanju), takođe po drugim

osnovama različitih sistema. Realan sistem može postojati ali može biti i zamišljen, predstavljati izvor podataka o ponašanju – potrebnih za formiranje modela.

Model je pogodan način predstavljanja ukupnog čovekovog iskustva i njegovog načina razmišljanja o sistemu koji istražuje. Model kao rezultat modeliranja i sadrži izabrane elemente i karakteristike sistema značajne za istraživanje koje je potrebo sprovesti.

Jedan sistem se može predstaviti različitim modelima. Verifikacija i valjanost modela predstavlja proveru da li se model ponaša onako kako je to zamislio autor, proveravaju se program(i) i podaci, definiše se stepen podudaranja.

Prema Rajkoviću (2010) modeli omogućuju:

1. opis kompleksnih sistema i procesa,
2. njihovo bolje razumevanje,
3. bolju komunikaciju između onih koji rešavaju problem i
4. efikasno rešavanje problema.

Predmeti modeliranja i simulacije mogu biti različiti realni sistemi, uslužne (banke, pošte, samoposluge, distribucija vode, restorani "brze hrane"…) i proizvodne kompanije (proizvodni pogoni, fabrike).

„Modeliranje predstavlja jedan od osnovnih procesa ljudskog uma. Ono je usko vezano za način ljudskog razmišljanja i rešavanja problema." (Radenković i dr., 2009) Da bi se izgradio model sistema ili procesa, potrebno je razviti skup matematickih i logičkih pretpostavki o tome kako sistem radi. Kompleksnost modela određena je kompleksnosšću odnosa među raznim parametrima modela.

U najširem smislu, modeliranje predstavlja isplativo (u smislu troškova) korišćenje nečega (model) umesto nečega drugog (realni sistem) sa ciljem da se dođe do određenog saznanja.

Rezultat modeliranja je model. Model je apstrakcija realnosti u smislu da on ne može da obuhvati sve njene aspekte. Apstrakcija je preslikavanje koje podrazumeva kontrolisano uključivanje detalja prilikom opisivanja modela. To je proces kojim se

ostavljaju po strani pojedini detalji objekta, odnosno vrši se razdvajanje bitnih osobina od nebitnih, kako bi se ukazalo na suštinu nekog objekta.

Modeli su uvek apstrakcije realnog sistema, zbog toga zadržavaju samo one karakteristike originala koje su bitne za svrhu njegovog izučavanja. (Radenković i dr., 2009) Da bi se stvorio model i odredili prikladni parametri, potrebno je razmatrati podatke i doneti odluku o relevantnosti opaženih podataka na buduće okruženje. Takvi podaci mogu poticati od prošlih opažanja, od trenutnih opažanja ili od očekivanja od budućih promena.

Nivo apstrakcije u procesu modeliranja utiče na validnost modela, odnosno na uspešnost predstavljanja realnog sistema modelom. Model je uprošćena i idealizovana slika realnosti. Model je opis realnog sistema sa svim onim karakteristikama koje su relevantne iz našeg ugla posmatranja. (Radenković i dr., 2009)

Namena modela nije da opiše realni sistem i njegovo funkcioniranje, već da objasni njega i njegovo ponašanje. Model je pojednostavljena slika sistema. Sredstvo koje omogućuje analizu i sintezu istim metodama na različitim sistemima. Da bi služio svrsi model mora, sa jedne strane, biti jednostavan kako bi bio razumljiv dok sa druge strane mora što približnije opisivati realan sistem.

Suviše složeni ili savršeni modeli koji imaju sposobnost da za isti skup ulaznih veličina proizvode iste izlazne vrednosti kao i realni sistemi, čak iako su ostvarivi, po pravilu su preskupi i neadekvatni za eksperimentisanje. S druge strane, suviše pojednostavljeni modeli ne odslikavaju na pravi način posmatrani sistem, a rezultati koji se dobijaju njihovom primenom mogu da budu neadekvatni i pogrešni. (Radenković i dr., 2009)

Gledajući generalno, naučni model je prikaz nekog objekta ispitivanja (predmeta, događaja, procesa ili sistema), a koristi se u svrhu predviđanja i kontrole. Prednost upravljanja modelom umesto stvarnim objektom ili procesom ogleda se posebno kada je promena stvarnog sistema ili nemoguća ili vrlo skupa. (Sikavica, 1999)

U praksi ne postoji tačno određen sled propisanih koraka prilikom procesa modeliranja, ali bi trebalo definisati neke ključne korake po kojima će se raditi koji omogućavaju stalno poboljšavanje procesa modeliranja tokom njihovog korišćenja. Prilikom modeliranja neophodno je razviti dobro definiran skup ciljeva koje treba

ispuniti procesom modeliranja, planirati proces modeliranja, te kako će model biti potvrden, prikupiti i analizirati podatke potrebne za model, definirati model koji oslikava realni sistem, a kasnije detaljnije približiti model realnom sistemu.

Prema Hess (2004) mogu se javiti pojedine poteškoće prilikom modeliranja:

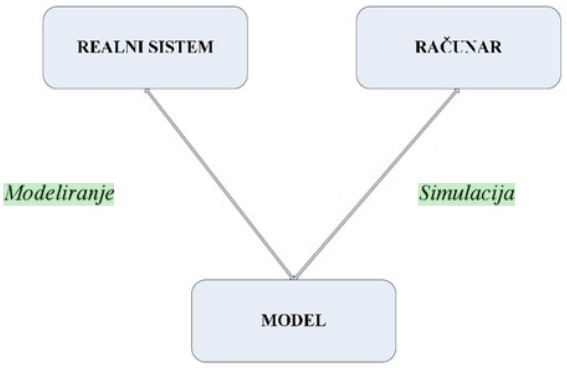
- nemogućnost kvantifikovanja promenljivih i atributa sistema,
- određivanje verovatnoće pojavljivanja pojedinog događaja (u sistemu ili okruženju).

Prvi problem se javlja kada se ne mogu kvantifikovati određene promenljive, ne mogu brojčano izraziti, nema potrebnih informacija o tim promenljivim. Tada se takve promenljive ili ne uzimaju u obzir ili im se daje ocena na bazi slobodne procene.

Drugi problem se odnosi na kvantifikovanje određenih pojava u sistemu ili oko njega, ali za slučajeve kad ti događaji imaju stohastička obeležja. Određivanje verovatnoće pojavljivanja pojedinih događaja mnogo je jednostavnije ukoliko se ta pojava već događala u prošlosti, u suprotnom verovatnoću pojavljivanja događaja treba prognozirati.

Objekti su delovi iz kojih je model izgrađen; opisne promenljive (preko vrednosti koje uzimaju) opisuju stanja u kojima se objekti nalaze u određenim vremenskim trenucima; pravila interakcije objekata definišu kako objekti utiču jedean na drugi u cilju promene njihovog stanja. (Radenković i dr., 2009)

Izrazi modeliranje i simulacija izražavaju složenu aktivnost koja uključuje tri elementa: realni sistem, model i računar. Ova se aktivnost na uprošćen način može predstaviti dijagramom na *slici 2*.



Slika 2 Realizacije modeliranja i simulacije (Izvor: Radenković i dr., 2009)

15

Pod realnim sistemom podrazumevamo uređen, međuzavisan skup elemenata koji formiraju jedinstvenu celinu i deluju zajednički kako bi ostvarili zadati cilj ili funkciju, bez obzira da li se radi o prirodnom ili veštačkom sistemu, i takođe, da li taj sistem u posmatranom trenutku postoji ili se njegovo ponašanje planira u budućnosti.

Model, kao i svaki drugi realni sistem ima svoje objekte koji se opisuju atributima ili promenljivim. On je apstraktni prikaz sistema i daje njegovu strukturu, njegove komponente i njihovo uzajamno delovanje. (Radenković i dr., 2009)

Jedan cilj modela koji je definisao autor Anu (1997), je da omogući analitičaru da predvidi efekte promena na sistemu. S jedne strane, model treba da predstavlja vernu kopiju realnom sistemu i da obuhvati većinu njegovih bitnih odlika. S druge strane, ne treba da bude toliko složen da se ne može razumeti niti se može eksperimentisati s njim. Dobar model je jedna razumna sredina između realnosti i jednostavnosti.

Pri modeliranju poslovnih sistema, u slučaju kada je situacija u kojoj se gradi model i donose odluke potpuno poznata i jasna, reč je o determinističkom modelu i determinističkom odlučivanju. Međutim, u poslovnom odlučivanju znatno su češće one druge situacije odnosno okolnosti u kojima većina situacija u kojoj se odlučuje ili nije poznata ili je samo delimično poznata. U takvim je okolnostima znatno teže odlučivati pa, prema tome, i doneti dobru poslovnu odluku. Odlučivanje u takvim uslovima, s obzirom na neizvesnu odnosno nesigurnu situaciju u kojoj se odlučuje naziva se stohastičko odlučivanje, a izgrađeni model stohastički model.

U utvrđivanju verovatnoće svake pojedine varijante može se koristiti matematičkim modelima (stohastički modeli), ali isto tako i procenom odnosno iskustvom. Verovatnoća realizacije određene varijante koja se utvrđuje matematičkim putem naziva se objektivna verovatnoća, za razliku od subjektivne verovatnoće, koja ima manju vrednost od objektivne, a do koje se dolazi procenom na osnovu prošlih iskustava odnosno sudova. (Sikavica, 1999)

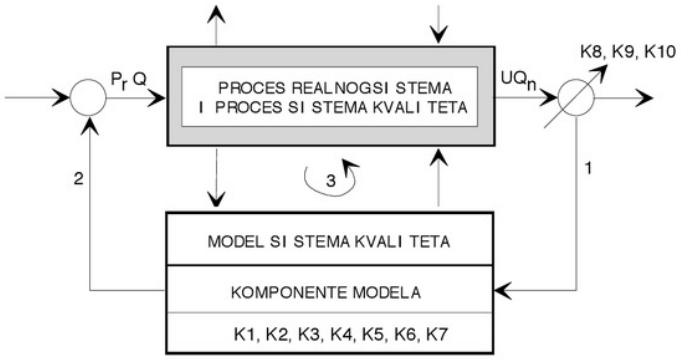
Prema Mitroviću (1995) osnova za definisanje svakog modela je realan sistem. Osnovu za definisanje modela sistema kvaliteta predstavljaju jedan ili više realnih sistema kvaliteta. Ulazna varijabla sistema je projektovani kvalitet, a izlazna varijabla je upotrebni kvalitet, koji se stalno menja u procesu upotrebe proizvoda.

Možemo reći da osnove sistema kvaliteta na osnovu kojeg se izrađuje model sistema kvaliteta čine: definisani cilj, definisani ulazi, struktura sistema, stanje sistema, definisani izlazi i okruženje sistema. (Mitrović, 1996)

Definisanjem osnova sistema kvaliteta, stvorena je mogućnost za njihovu razradu i građenje modela sistema kvaliteta. Da bi se ovo ostvarilo potrebno je imati u vidu određene specifičnosti sistema kvaliteta proizvoda, upravljanja kvalitetom rada i upravljanja kvalitetom organizovanja.

Model sistema kvaliteta se sastoji od određenih komponenata. Na osnovu modela i njegovih komponenata projektuju se određene upravljačke akcije kojima se deluje na realan sistem. Kao odgovor na upravljačke akcije u izlazu iz sistema se dobija upotrebni kvalitet i utvrđeni efekti sistema kvaliteta, mereni preko određenih komponenata modela.

Veze između realnog sistema i modela sistema kvaliteta su uspostavljene na način prikazan na Slici 3:



Slika 3 Veza između modela i sistema (Izvor: Mitrović, 1995)

Realan sistem kvaliteta predstavlja osnovu za modeliranje opšteg modela sistema kvaliteta sa komponentama (K1, ..., K10). Model sistema kvaliteta za konkretan poslovni sistem izgrađuje se na osnovu opšteg modela sistema kvaliteta koji može, ali ne mora da sadrži sve komponente i elemente opšteg modela sistema kvaliteta.

Sve veća konkurencija u mnogim industrijama rezultirala je sve većim naglaskom na razvoju i korišćenju naprednih proizvodnih sistema kako bi se poboljšala produktivnost i smanjili troškovi. Kompleksnost i dinamičnost ovakvih sistema, čine simulaciju i modelovanje jednom od najpopularnijih metoda podrške razvoju i realizacije operativne strategije ovih sistema (Hlupic, 1993). Sve veća potreba za korišćenjem simulacije rezultat je rasta broja simulacionih jezika i softvera na tržištu. Utvrđivanje uticaja eliminisanja/poboljšanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda moguće je primenom simulacije efekata poboljšanja. Osnov za sprovođenje simulacije predstavlja definisan model sistema upravljanja kvaliteta, čiji su sastavni elementi i svi identifikovani faktori koji utiču na kvalitet proizvoda. Da bi se definisao adekvatan model bilo kog sistema, a naročito za potrebe simulacije, potrebno je detaljno proučiti sistem.

3.2. Model upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda

Proizvodi koje organizacije isporučuju korisnicima moraju u potpunosti ispunjavati i prevazilaziti njihove zahteve, potrebe i očekivanja. Od stepena ispunjenja korisnikovih zahteva, potreba i očekivanja zavisiće i njegovo zadovoljstvo. Zadovoljstvo korisnika predstavlja osnovni faktor lojalnosti korisnika i opstanka

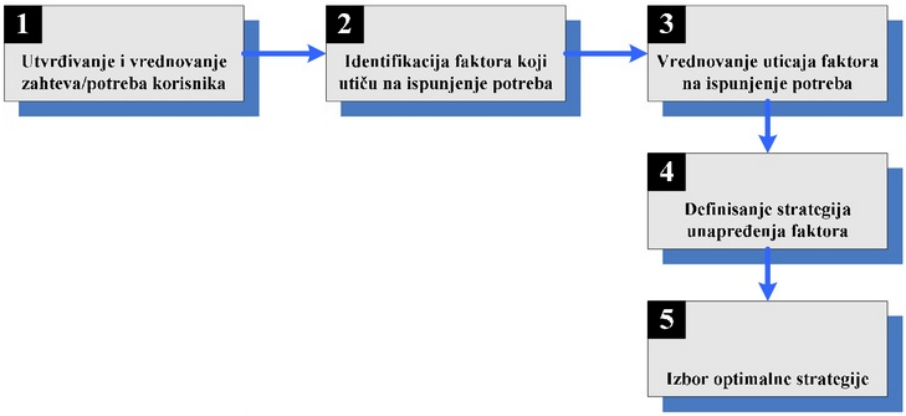
organizacije. Uspešno zadovoljenje zahteva korisnika podrazumeva stavljanje potreba korisnika u prvi plan poslovanja i poklanjanje značajne pažnje povratnim informacijama od korisnika u vezi kvaliteta svojih proizvoda i usluga. Ispunjenje i prevazilaženje zahteva korisnika da bi se povećalo njihovo zadovoljstvo je krajnji cilj totalnog menadžmenta kvaliteta (Kondo, 2001).

Ispunjenje zahteva korisnika predstavlja složen proces sa velikim brojem faktora koji na to utiču. Da bi se identifikovali faktori koji utiču na kvalitet proizvoda potrebno je posmatrati organizaciju kao složen sistem međusobno povezanih procesa i podsistema. U organizacijama se realizuje veliki broj složenih poslovnih procesi koji koriste različite resurse, a čiji je glavni cilj zadovoljenje potreba korisnika za proizvodima ili uslugama odgovarajućeg kvaliteta u adekvatnom vremenskom roku uz istovremeno ostvarivanje neke vrednosti. (Vukšič i Kovačić, 2004).

Od presudnog značaja za ispunjenje zahteva korisnika je tačno utvrđivanje njegovih potreba i identifikovanje i eliminisanje svih faktora koji mogu uticati na neispunjenje zahteva/potreba u procesu transformacije od potrebnog do upotrebnog kvaliteta.

Identifikovanje faktora koji utiču na kvalitet podrazumeva dobro poznavanje načina realizacije poslovnih procesa, a naročito onih koji utiču na kvalitet. Ovo još više komplikuje činjenica da je u realizaciju poslovnih procesa uključen i veliki broj internih korisnika (vlasnici, zaposleni, menadžment,...) koji takođe imaju zahteve i potrebe koje treba ispuniti.

Na Slici 4 prikazan je model za upravljanje faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. U nastavku rada biće prikazan model za identifikaciju i vrednovanje faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, kao i način simulacije efekata različitih kombinacija unapređenja faktora na verovatnoću usaglašenosti proizvoda sa zahtevima korisnika.



Slika 4 Model upravljanja faktorima koji utiču na kvalitet proizvoda

3.2.1. Utvrđivanje i vrednovanje zahteva/potreba korisnika

Sadržaj ovog dela je koncipiran tako da su date različite definicije kvaliteta, definisan je kvalitet proizvoda sa stanovišta različitih autora, kao i uticaj kvaliteta proizvoda na korisnike organizacije i njihovo zadovoljstvo.

3.2.1.1. Pojmovno određivanje kvaliteta

Sam pojam kvaliteta se tumači na različite načine. Vrlo je kompleksan i predstavlja merilo zadovoljenja različitih potreba, kao pojava vrlo je dinamična i zahteva neprekidna istraživanja. Pojam kvaliteta nije jednostavno odrediti. To potvrđuju i mnogi autori kao što su Chapman i dr. (2000) kad o kvalitetu govore kao pojmu koji se različito koristi jer ne postoji jednoznačna definicija, sve do tvrdnji koje podupiru razmišljanje kako kvalitet ne može biti definisan ali se ipak zna šta on znači. Definisanje pojma kvaliteta je kompleksno pitanje. Brojni su pokušaji u nastojanjima da se ovaj pojam što bolje definiše.

Taguchi i dr. (2004) kvalitet je definisao na sledeći način „kvalitet proizvoda je gubitak za društvo nakon što je proizvod isporučen." Što je manji gubitak učinjen proizvodom ili uslugom od vremena kada je isporučena korisniku to je roba ili usluga poželjnija.

Prema Crosby (1979) kvalitet je prilagodljivost, odnosno udovoljavanje zahtevima. Prema pojedinim autorima kvalitet "… moramo definisati kvalitet kao udovoljavanje zahtevima ako njime nameravamo upravljati."

Prema standardu ISO 9000 (2005) kvalitet se definiše kao nivo do kojeg skup svojstvenih karakteristika proizvoda, procesa ili sistema zadovoljava iskazane, u principu podrazumevane ili obavezne potrebe i očekivanja korisnika i drugih zainteresovanih strana.

Deming kvalitet definiše: „Zadovoljstvo kupca / korisnika i to ne samo odgovarajući na njihove zahteve, nego ih i prevazilazeći“ (Scherkenbach, 1986). Ovom definicijom je naglašena potreba za uspostavljanjem novog pristupa u istraživanju tržišta. Veoma je bitno predvideti potrebe, a ne samo spoznati zahteve korisnika. To objašnjava i Demingova filozofija kvaliteta “Sve počinje i završava se sa kupcem, koji je i najvažniji činilac na proizvodnoj liniji”. Sve aktivnosti su usmerene ka jednom cilju, a to je da se u proizvod/uslugu ugradi ono što korisnik smatra vrednošću.

Kad govorimo o kvalitetu, postoji najmanje tri nivoa očekivanja kod korisnika (Kemp, 2005). U okviru prvog nivoa očekivanja su jednostavna i obično su u obliku pretpostavki, moralo bi ili uzimam zdravo za gotovo. Na primer, očekujem da će avio kompanija moći da mi obezbedi da avion uzleti, da me odveze na moje odredište i da bezbedno sleti. Očekujem da ću ako mi treba transfuzija, dobiti odgovarajući tip krvi. I očekujem da će banka da stavi moj novac na moj račun i da vrši uredno knjiženje mog novca. U okviru drugog nivoa očekivanja su jedan stepen viša nego na nivou 1 i zahtevaju da se zadovolje u nekom obliku satisfakcije tako što se zadovoljavaju određeni zahtevi i/ili specifikacije. Na primer, očekujem da se osoblje date avio kompanije ponaša prema meni s uvažavanjem. Otišao sam u bolnicu na operaciju, očekujem da posle operacije osetim određeni bol, da me otpuste iz bolnice istog dana i da dobijem korektan račun za to i otišao sam u banku očekujući da bankarski službenik bude ljubazan, da mi pruži potrebne informacije i da mi pomogne pri obavljanju transakcija.

U okviru trećeg nivoa prvom i drugom očekivanja su mnogo viša nego na nivou. Na nivou tri očekuje se neka vrsta oduševljavanja ili usluge koja je toliko dobra da privlači korisnike. Na primer, aviokompanija služi putnicima iz putničke klase istu hranu visokog kvaliteta koju druge avio kompanije služe samo putnicima prve klase. U bolnici, očekuje se da se osoblje odnosi prema korisnicima s poštovanjem i da pažljivo objasne sve što korisnika interesuje. Na primer pozvati ga sutradan kući i pitati pacijenta

kako je. Prilikom sklapanja ugovora za kuću, službenik u banci koji predstavlja banku, treba ne samo da se prema korisnicima odnosi s poštovanjem i odgovora na sva pitanja, nego je praksa davanjai poklona za useljenje.

Korisnici uglavnom subjektivno opažaju kvalitet. Proces opažanja kvaliteta je komplikovan i ne predstavlja samo očekivanja od dimenzija koje determinišu kvalitet. Dobar percipirani kvalitet se postiže kada doživljeni kvalitet zadovoljava očekivanja potrošača. Prema Foster (2004) ukoliko pitate deset ljudi šta je to kvalitet dobićete deset različitih odgovora. Kvalitet je reč koja se upotrebljava u različitim kontekstima pri čemu sam kontekst definiše značenje. Većini ljudi je blizak pojam kvaliteta, međutim problem jeste definisati kvalitet kao koncept.

Prema shvatanjima korisnika, kvalitet proizvoda može biti: superioran, prosečan i inferioran (Schoffler et al., 1990):

- Kada je proizvod superioran, profitabilnost preduzeća će biti posledica visokog tržišnog učešća, viših cena i lakših uslova pregovaranja.
- Kada je kvalitet proizvoda prosečan, cena mora biti konkurentna, a profit će zavisiti od učešća na tržištu.
- Ako je kvalitet proizvoda inferioran, cene su obično niske, tada je potrebno ostvariti veliki promet, a po tom osnovu i uticaj kvaliteta na profit.

Da bi preduzeće znalo da li treba svoje poslove da zasniva na superiornom, prosečnom ili inferiornom kvalitetu proizvoda, treba najpre da ispita kako korisnici proizvoda gledaju na dati proizvod.

Definicija kvaliteta podrazumeva neposredan odnos između proizvoda ili usluge i korisnika:

„Kvalitet“ = „Zadovoljstvo korisnika“ = „Vrednost“ / „Troškovi“ (Glushakova, 2009)

Sa aspekta potrošača i korisnika proizvoda, kvalitet predstavlja skup fizičkih, konstrukcionih, ekoloških, ergonomskih, estetskih i mnogih drugih karakteristika koje dolaze do izražaja pri njihovoj upotrebi i eksploataciji. Ipak, kvalitet svakog proizvoda određuju njegove karakteristike, koje su teoretski mnogobrojne, a u praksi se svode na

manji broj veoma bitnih. Time se kvalitet za korisnika određuje na bazi postignutog nivoa karakteristika koje predstavljaju faktore kvaliteta.

Još je teže definisati kvalitet usluga zato što su usluge nematerijalne i heterogene. Nemoguće je razviti dobro definisane standarde po kojima će proizvođač imati punu kontrolu nad uslugama i odbaciti one „neodgovarajuće“ pre nego što ih pruži korisniku. Neposredno uključivanje korisnika u proizvodnju usluga znači da se o kvalitetu ne raspravlja kao o obuhvatu (upošljavanju) određenih objektivnih karakteristika koje odgovaraju utvrđenim standardima, već o kvalitetu kako ga zamišlja korisnik. (Krivobokova, 2009). Prve definicije kvaliteta usluga prema Jovanoviću (2010) su sugerisale da se kvalitet usluga zasniva na poređenju očekivanja korisnika i učinka/rezultata realizovanih usluga. Sa stanovišta kvaliteta može se govoriti o kvalitetu rezultata usluge i kvalitetu procesa pružanja usluge. Korisnikova ukupna percepcija kvaliteta usluge obuhvata i proces i rezultat pružanja usluge.

Analiza navedenih definicija i koncepata ukazuje na sledeće činjenice, ključne za upravljanje kvaliteta proizvoda:

potreban kvalitet proizvoda definiše korisnik na osnovu zahteva i potreba koje proizvod treba da ispuni i

upotrebni kvalitet proizvoda ocenjuje korisnik, tokom korišćenja proizvoda, poređenjem sa potrebnim kvalitetom.

3.2.1.2. Definisanje kvaliteta proizvoda

Ukoliko posmatramo osnovnu svrhu formiranja i funkcionisanja organizacionih sistema, bez obzira na oblast rada, možemo uočiti da svaki organizacioni sistem kao krajnji cilj svog poslovanja ima zadovoljenje potreba korisnika pružajući usluge ili proizvodeći proizvode koji odgovaraju njihovim potrebama i zahtevima. Kako navodi Bošković (2010) za Evropsku organizacijiu za kvalitet, kvalitet proizvoda predstavlja skup osobina kojima se ostvaruje kvalitet usluge, sa ciljem da se postigne veći kvalitet rada i življenja čoveka. U tom smislu, bitno je sagledati mesto i ulogu pojedinih parametara kvaliteta proizvoda preko kojih se može uticati na stvaranje kvaliteta u procesu proizvodnje, kao i na način upotrebe kvaliteta u procesu eksploatacije.

Kvalitet počinje istraživanjem tržišta da bi se saznali stvarni zahtevi koje proizvod i usluga treba da zadovolje i stvarne potrebe korisnika. Ipak, da bi organizacija bila zaista efektivna, kvalitet mora da obuhvati sve funkcije, sve ljude, sva odeljenja i sve aktivnosti i da postane zajednički jezik kad se govori o poboljšanju. Saradnja svih činilaca na svakom koraku potrebna je da bi se postigla organizacija ukupnog kvaliteta. Vrlo je važno sagledati kvalitet usaglašenosti koji možemo predstaviti kao stepen do kojeg posmatrani proizvod/usluga ispunjava definisane zahteve kao i kvalitet oblikovanja koji obuhvata sva svojstva za koja korisnici smatraju da ona doprinose većoj vrednosti proizvoda. Mišljenja korisnika osim u sam proizvod ili uslugu trebalo bi da su utkana u sve procese i kulturu organizacionog sistema.

Prema Kemp (2006) prilikom definisanja kvaliteta za korisnika potrebno je da se pozabavimo sledećim pitanjima:

- Identifikovanje grupa korisnika. Identifikovati tržište segmentiranjem na grupe korisnika. Obično ih definišemo prema starosnom dobu, polu i mestu na kojem žive. Ali ako je potrebno, možemo da koristimo i druge ključne faktore.
- Opisivanje svake grupe korisnika. Svaku grupu korisnika opisujemo tako što određujemo: kupca, koji odlučuje da kupi i koji plaća proizvod, korisnika, koji se proizvodom zaista služi, i bilo koju drugu zainteresovanu stranu koji može da bude obuhvaćena odlukom o kupovini ili koju treba zadovoljiti proizvodom ili uslugom. Onda određujemo ključnu potrebu ili ključni problem korisnika koji treba rešiti i druge elemente njegovog interesovanja za proizvod ili uslugu.
- Definisanje specifikacije zahteva korisnika. Na ovom mestu mi smo već spremni da razrađujemo pojedinosti o tome šta korisnik zaista želi i da ih opisujemo s toliko detalja da tehnički tim može da kreira proizvod ili uslugu, a grupa za marketing može da smisli kako da proizvod/uslugu promoviše i reklamira. Ponekad se to postiže tako što sarađujemo sa predstavnicima potrošača, a ponekad saradnjom sa reprezentativnim potrošačima. Na primer, sposobno odeljenje za marketing može da definiše modifikacije proizvoda ili početni tip novog proizvoda kako bi se uštedeo novac tako što ne radimo neposredno sa korisnicima. Rizik saradnje sa predstavnicima korisnika jeste u tome što, ako oni

pogreše, proizvod će biti kakav mislimo da korisnicima treba, ali da on za korisnike ne predstavlja neku stvarnu vrednost.

Da bi razumele potrebe korisnika organizacije treba tačno da znaju ko su njihovi korisnici. Identifikacija korisnika spada u najvažnije zadatke menadžmenta i u direktnoj je vezi sa misijom i vizijom organizacije. Za identifikovanje potreba korisnika potrebna je energičnija analiza i razumevanje kako bi se obezbedilo da proizvod zadovolji potrebe korisnika i da odgovara nameni, a ne samo da odgovara specifikacijama proizvoda. Stoga istraživanje tržišta ima ključnu ulogu u identifikovanju potreba korisnika. (Zhang, 2001)

Organizacije koriste veliki broj tehnika i alata da bi došle do informacija o svojim korisnicima i o potrebama koje treba zadovoljiti i u potpunosti razumeti. Broj i sofisticiranost ovih tehnika iz dana u dan su sve veći. Prema Filipoviću i Đuriću (2009) među najznačajnijim tehnikama nalazi se:

- Karte za komentare i formalne ankete (upitnici) - na kojima se u pisanoj formi, najčešće unapred pripremljenoj, korisnici izjašnjavaju o kvaliтetu proizvoda/usluge, formalne ankete se vrše na određenom broju ispitanika, a potom se statističkom obradom podataka dolazi do informacija o kvalitetu proizvida/usluga.
- Grupa sa zadatom temom (fokus grupe) - u kojima okupljena, specifična grupa korisnika, u slobodnoj diskusiji, daje odgovor na pitanja „šta vam se dopada na ovom proizvodu/usluzi?“, „šta vam se ne dopada?“, „šta biste promenili?“, „na koji način?“
- Direktni kontakt sa korisnicima - ovo je aktivna metoda, u okviru koje osoblje organizacije za rad sa korisnicima stupa u kontakt sa njima, npr. putem telefona, radi prikupljanja informacija o proizvodu/usluzi,
- Rad na terenu - osoblje „na terenu“, blizu korisnika prikuplja informacije od njih npr. tokom izvođenja aktivnosti servisiranja u vezi sa proizvodom,
- Proučavanje žalbi, reklamacija, predloga - ovo je pasivna metoda, u okviru koje se korisnici javljaju organizaciji (na, za to uspostavljenu, telefonsku liniju, mail

ili vrlo retko ličnim dolaskom) da bi iskazali svoje nezadovoljstvo ili znatno ređe ideju za poboljšanjem proizvoda/usluge,

- Praćenje interneta i drugih medija - utvrđivanje šta šira populacija misli o proizvodu, tj. kako se kotira praćenjem web sajtova, internet foruma, članaka u novinama, televizijskih emisija i priloga itd.

Nakon utvrđivanja potreba i zahteva korisnika, organizacija ih prevodi u specifikacije za proizvod/uslugu. Specifikacija predstavlja minimalni zahtev na osnovu koga će proizvođač ili davalac usluga izraditi i isporučiti proizvod ili uslugu korisniku.

Korisnik treba da bude neposredno uključen u proces dizajniranja i razvoja proizvoda, sa inputom u svakoj fazi, tako da verovatnoća da se pojave problemi sa kvalitetom kad počne puna proizvodnja bude mnogo manja. Zahtevi i očekivanja korisnika moraju se ozbiljno razmatrati tokom procesa dizajniranja proizvoda. Važno je da odeljenje za dizajn (projektovanje) dobije detaljne informacije sa terena. Podaci o neuspehu sa terena i žalbe korisnika treba da budu dovoljno detaljni da bismo mogli da analiziramo uzroke, tako da možemo da preduzmemo korektivne mere i poboljšamo dizajn proizvoda. (Zhang, 2001)

Dizajn proizvoda prevodi očekivanja korisnika u vezi sa funkcionalnim zahtevima u specifični vid inženjeringa (konstrukcije) i karakteristika kvaliteta koji se mogu nazvati specifikacijama. Dobar dizajn proizvoda može da doprinese poboljšanju kvaliteta proizvoda, tako da ovaj bude bolji od proizvoda konkurencije, pri čemu se poboljšava konkurentna prednost firme na tržištu (Juran i Gryna, 1988).

Ako proizvod ispunjava očekivanja korisnika, korisnik će biti zadovoljan i smatraće da je proizvod prihvatljivog ili čak visokog kvaliteta. Ako njegova očekivanja nisu ispunjena, korisnik će smatrati da je proizvod niskog kvaliteta.

Nezadovoljstvo korisnika se može javiti kao posledica neadekvatnog istraživanja tržišta koje je uzrok lošeg dizajniranja proizvoda i prevođenja potreba korisnika u specifikacije koje neadekvatno odražavaju potrebe i zahteve korisnika. To znači da se kvalitet proizvoda može definisati kao „njegova sposobnost da zadovolji potrebe i očekivanja korisnika“. (Grupa autora, 2006)

Efektivno merenje zadovoljstva korisnika rezultira pouzdanim informacijama o vrednovanju pojedinih proizvoda/usluga od strane korisnika. Te informacije, osim u svrhu poboljšavanja, mogu se koristiti i za predviđanje ponašanja potrošača na tržištu u bliskoj ili daljoj budućnosti. (Filipović i Đurić, 2009.) Organizacija mora uložiti sve napore kako bi na pravi način prepoznala potrebe i zahteve korisnika, prevela zahteve u odgovarajuće specifikacije za proizvodnju koje odgovaraju utvrđenim zahtevima i na kraju korisniku isporučila proizvod koji je u skladu sa onim što je korisnik očekivao.

3.2.1.3. Pojam zadovoljstva korisnika

Uspešno zadovoljenje zahteva korisnika podrazumeva stavljanje u prvi plan poslovanja korisnika, njegove želje i potrebe i poklanjanje značajne pažnje povratnim informacijama od korisnika u vezi kvaliteta svojih proizvoda i usluga. Kako bi se obezbedili korisnički orijentisani proizvodi i usluge, ključno je osluškivati glas korisnika. Prema Kuglerovoj (1999) zadovoljstvo kao složeni osećaj ispunjenosti, veselja, pozitivnog afektivnog odnosa prema nečemu nije lako pristupačno analizama, jer kao i svaka emocija gubi na svom intenzitetu i nestaje kad je počnemo racionalno analizirati. Možda je u području upravljanja zadovoljstvom korisnika prihvatljiva definicija koja kaže da je zadovoljstvo korisnika "stepen ispunjenja zahteva korisnika u odnosu na postojeće mogućnosti organizacije".

Pod zadovoljstvom korisnika uglavnom se podrazumeva osećaj zadovoljstva koji korisnik ima kad uporedi svoja prvobitna očekivanja sa stvarnim kvalitetom proizvoda koji je kupio. Stoga je zadovoljstvo u tesnoj vezi sa kvalitetom proizvoda (usluge) (Krivobokova, 2009). Znači korisnik je zadovoljan ukoliko dobije ono što očekuje od proizvoda i što od proizvođača realno može dobiti.

Jedan od osam identifikovanih menadžment principa koji navodi standard ISO 9000 (2005) jeste usredsređenost na korisnike: "Organizacije zavise od svojih korisnika i, prema tome, one treba da razumeju aktuelne i buduće potrebe korisnika, treba da ispune zahteve korisnika i da nastoje da pruže i više nego što korisnici očekuju."

U svom radu Singh (2006) bavi se značajem koji ima zadovoljstvo korisnika. Kotler (2000) definiše zadovoljstvo kao: „osećanje zadovoljstva ili razočaranja pojedinca kada uporedi postignuće ili rezultat koji je dobio u odnosu na svoja očekivanja od proizvoda ili usluge koju je kupio". Hoyer i MacInnis (2001) navode da

se zadovoljstvo može dovesti u vezu sa osećanjem prihvatanja, sreće, olakšanja, uzbuđenja i oduševljanja.

Singh (2006) navodi da su „kupci krajnji cilj onoga što mi radimo i da pre mi zavisimo od njih nego što oni zavise od nas. Korisnik ne predstavlja izvor problema i bila bi greška da jednostavno poželimo da korisnik „nestane“, zato što bi, ako nam se želja ostvari, to dovelo u opasnost i našu budućnost i našu bezbednost“ to je glavni razlog što danas organizacije najveću pažnju posvećuju zadovoljstvu, lojalnosti i zadržavanju korisnika.

43

Ono čemu se teži jeste da se nadmaše očekivanja korisnika i da se oni, ukoliko je to moguće oduševe načinom na koji se proizvod/usluga isporučuje, funkcionalnošću i korisnošću. Zadovoljstvo korisnika proizvodom/uslugom dovodi do lojalnosti korisnika.

Lojalnost korisnika se prema Sing (2006) definiše kao: „rezultat koji organizacija postiže u stvaranju neke koristi za korisnika tako da on i dalje kupuje od te organizacije ili čak povećava obim kupovine. Oliver (1997) tvrdi da se lojalnost korisnika odnosi na „duboko usađenu odlučnost da se ponovo kupi ili pohvali proizvod ili usluga kojom je korisnik zadovoljan i da se to čini u budućnosti bez obzira na snagu nekih novih okolnosti ili marketinga pod čijim bi uticajem njegovo ponašanje moglo da se promeni“. Stvarna lojalnost korisnika postiže se onda kada korisnik postane promoter organizacije, a da za to od nje ne dobija nikakav posebni podsticaj“.

Uspešna organizacija prepoznaje potrebu da korisnika stavi na prvo mesto kad god donosi neku novu odluku. Ključ za upravljanje kvalitetom jeste održavanje bliskih odnosa sa korisnikom da bi se u punoj meri odredile potrebe korisnika, kao i da bi se dobila povratna informacija o stepenu do koga se te potrebe zadovoljavaju. (Zhang, 2001)

Primena ISO 9000 doprinela je da preduzeća svoj fokus poslovanja okreću ka korisniku i zadovoljenju njegovih potreba. U standardu ISO 9000 (2005) zadovoljstvo korisnika definiše se kao “mišljenje korisnika o stepenu do kojeg su ispunjeni njegovi zahtevi“.

Organizacije više nemaju izbora kada se radi o izgradnji lojalnosti korisnika: to je jedini način da se izgradi održiva konkurentna prednost. Izgradnja lojalnosti kod ključnih korisnika postala je osnovni cilj marketinga koji je zajednički za sve ključne

igrače i sve privredne delatnosti koje snabdevaju korisnike njihovih proizvoda. Strateški imperativi u izgradnji baze lojalnih korisnika prema Singu (2006) su sledeći:

- usredsrediti se na ključne korisnike,
- delovati proaktivno tako da se u svakom kontaktu postigne visok nivo zadovoljstva korisnika,
- predvideti potrebe korisnika i odgovoriti na njih pre nego što to učini konkurencija,
- izgraditi tešnje veze sa korisnicima,
- razviti poimanje vrednosti.

Pri proučavanju zadovoljstva korisnika treba imati u vidu nekoliko stvari (Kugler, 1999.)

- zadovoljstvo je dinamičan proces, ono se stalno menja s obzirom na stepen zadovoljenja potrebe, na promene očekivanja, promene u subjektivnom i objektivnom prostoru korisnika. Ne postoji univerzalno, opšte zadovoljstvo korisnika, nego je to skup niza pojedinačnih zadovoljstava koje tek u svom ukupnom delovanju daju zadovoljstvo korisnika kao pojedinca.
- zadovoljstvo korisnika (kao grupe) prosek je pojedinačnih procena i emocija,
- zadovoljstvo je relativan pojam, jer ono što je najvažnije lojalnost korisnika ne može se zadržati čak ni zadovoljstvom koje oseća, jer on, radoznao po prirodi želi upoznati i druge proizvode i usluge, prema tome napuštaju nas i zadovoljni korisnici.

Posledice koje nastaju kad se ne postigne zadovoljstvo kod korisnika mogu da budu veoma ozbiljne. Kako navode Hoyer i MacInnis (2001), nezadovoljni korisnici mogu da odluče da:

- više ne kupuju tu robu ili uslugu,
- požale se kompaniji ili trećoj strani i možda vrate proizvod ili u komunikaciji sa drugima
- govore negativno o proizvodu. (Singh, 2006.):

Da bi opstale organizacije moraju stalno unapređivati kvalitet svojih proizvoda i usluga kako bi zadovoljile zahteve korisnika. U poslovanju, kvalitet ne znači mnogo ako to nije kvalitet za kupca. U stvari, prilikom definisanja kvaliteta glas kupca treba da bude presudan (Kemp, 2005)

Zadovoljstvo korisnika utiče na efikasnost poslovanja kompanije u celini. Statistički podaci potvrđuju da je cena privlačenja novih kupaca mnogostruko viša nego cena zadržavanja već postojećih korisnika. Orijentacija ka korisnicima danas predstavlja ključnu odliku efektivnog upravljanja kompanijom (Krivobokova, 2009).

3.2.1.4. Metoda utvrđivanja i vrednovanja zahteva/potreba korisnika

Kvalitet počinje utvrđivanjem zahteva koje proizvod treba da zadovolji. Kako bi se obezbedili korisnički orijentisani proizvodi osluškivanje glasa korisnika je od presudnog značaja (Griffin i Hauser, 1993). Za prikupljanje zahteva korisnika iz određene populacije, efikasne metode uključuju ispitivanje korisnika, fokus grupe, individualne intervjue, sajmove i žalbe korisnika (Wang i dr., 2005). Utvrđivanje specifikacija zahteva kvaliteta i njihove primene na proizvode ili usluge treba pokrenuti što je moguće ranije u životnom ciklusu. Prema Kemp (2005), prilikom ispunjenja zahteva/potreba korisnika potrebno je:

Identifikovanje korisnika (eksternih i internih),

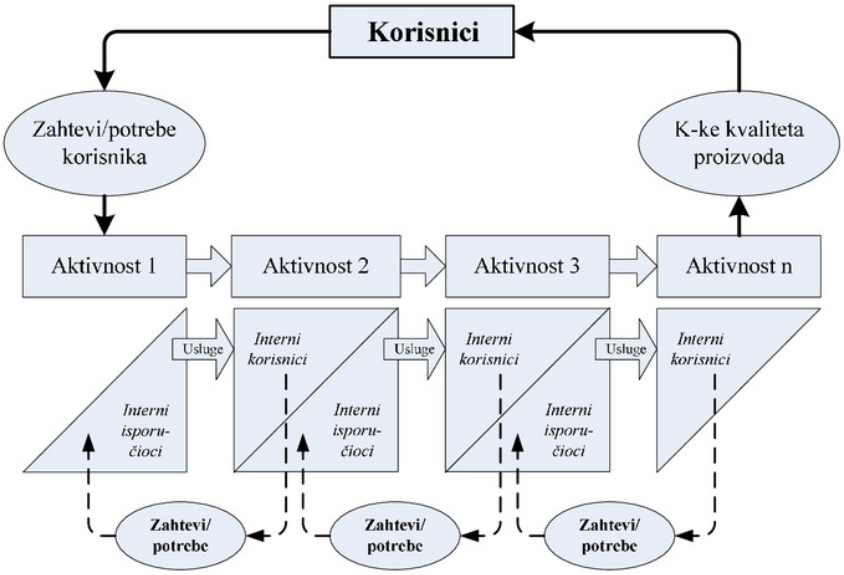
Identifikovanje zahteva/potreba korisnika koje proizvod treba da ispuni,

Vrednovanje zahteva/potreba kako bi se utvrdili ključni za postizanje zadovoljstva korisnika.

Uspostavljanje kulture internih korisnika ide uporedo sa uspostavljanjem kulture poštovanja korisnika u celini. Najpre se mora uspostaviti kult poštovanja eksternih korisnika iznad svih drugih prioriteta u oraganizaciji. Za uspostavljanje kulture internih korisnika nije dovoljno da svaki zaposleni prizna svoje kolege za korisnike, već treba da ih tretira sa istom važnošću kao što se tretiraju eksterni korisnici (ISO 9000, 2005).

Kao što je definisao George i Malleri (2003), menadžeri ne mogu znati koliko su dobri njihovi proizvodi dok ne pitaju korisnike. Poređenjem karakteristika kvaliteta proizvoda i zahteva/potreba koje proizvod treba da ispuni, korisnik formira mišljenje o stepenu do kojeg su ispunjeni njegovi zahtevi. Krajnji korisnik je taj koji na kraju

utvrduje prihvatljivost proizvoda. Na Slici 5 prikazana je povezanost eksternih i internih korisnika u odnosu na njihove zahteve i potrebe.



Slika 5 Povezanost internih i eksternih korisnika

Potrebe internih i eksternih korisnika prikazanih na Slici 5 mogu se prikazati u Tabeli 6. Nakon definisanja potreba korisnika potrebno je definisati značaj potreba za svakog korisnika, na način koji je prikazan u Tabeli 7. Na skali od 1 do 5 potrebno je oceniti značaj svake potrebe koristeći sledeći sistem rangiranja potreba korisnika:

Rangiranje (1-5)		
Najviši značaj	**5**	Predstavlja zahtev koji je kritičan za kvalitet (zahtev koji je najvažniji za kvalitet i zadovoljstvo korisnika)
	4	Predstavlja veoma važan zahtev za kvalitet
	3	Predstavlja važan zahtev za kvalitet
	2	Predstavlja neznatno važan zahtev za kvalitet
Najniži značaj	**1**	Predstavlja nevažan zahtev za kvalitet (zahtev koji nije važan za kvalitet i zadovoljstvo korisnika)

Vrednovanje potreba korisnika uključuje sve korisnike, a bilo bi poželjno u proces evaluacije uključiti i eksperte iz oblasti menadžmenta kvaliteta i predstavnike najvišeg rukovodstva. Procena značaja korisničkih potreba kvaliteta, kao i odnos između zahteva

za proizvode i potreba korisnika uvek se donose od strane donosioca odluka na osnovu njihovog stručnog znanja, iskustva i dostupnih informacija. U stvarnom životu, često je vrlo teško oceniti ih tačno (Gin-Shuh, 2008). Ovakva subjektivna ocena zahteva korisnika osnova je i za tradicionalnu QFD metodu. Subjektivna ocena zahteva korisnika može biti objektivizirana korišćenjem AHP ili Fuzzy AHP metode (Karlsson, 1997; Kwong i Bai, 2002). Međutim, i ove metode počivaju na subjektivnoj oceni eksperata poređenjem određenih alternativa. U vom radu za rangiranje zahteva korisnika korišćena je Likertova skala radi lakšeg i jednostavnijeg prikaza definisane metodologije. Primenom objektivnijih metoda za rangiranje zahteva sigurno bi se dobili tačniji podaci u vezi značaja zahteva korisnika.

Tabela 6 Korisnici i njihovi zahtevi

Naziv aktivnosti	**Radno mesto koje realizuje aktivnost**	**Korisnici**	**Opis potreba korisnika**

Tabela 7 Definisanje značaja potreba korisnika

Aktivnost	**Opis potreba**	**Značaj za korisnika**	**Prosečno**
		Cus_j	
Act_l	Req_i	r_{ij}	$\bar{r}_{il}$

Pretpostavimo da je dato $\mathbf{N \geq 1}$ aktivnosti. Svaka aktivnost može ispunjavati $\mathbf{n_l \geq 1}$, $\mathbf{1 \leq l \leq N}$ potreba čiji značaj ocenjuje $\mathbf{m > 1}$ korisnika i eksperata. Označimo sa $\mathbf{r_{ij}}$ značaj **i**-te potrebe za **j**-tog korisnika, $\mathbf{r_{ij} \in \{0, 1, 2 \dots\}, 1 \leq i \leq n_l, 1 \leq j \leq m}$. Definišemo i prosečnu vrednost značaja svake potrebe za korisnika

$$\bar{r}_{il} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} r_{ij},\ i\ \in \{1, \dots, n_l\}, \forall\ l\ \in \{1, \dots, N\}. \qquad (1)$$

Notacija:

Act_l aktivnosti $l\ \in \{1, \dots, N\}$, $N \geq 1$

Req_i opis potrebe po aktivnosti $1 \leq i \leq n_l$

r_{ij} značaj i-te potrebe l-te aktivnosti za j-tog korisnika

$\bar{r}_{il}$ prosečna vrednost značaja svake potrebe za korisnika

3.2.2. Identifikacija faktora koji utiču na ispunjenje potreba

3.2.2.1. Uticaj procesa na kvalitet proizvoda

U uslovima globalne konkurencije na tržištu, da bi opstali proizvođači moraju nuditi proizvode viskog kvaliteta ali po nižim cenama od konkurencije. Jedini način da se ovako težak zadatak ostvari je kroz efikasno i efektivno upravljanje procesima koji utiču na kvalitet proizvoda, tj. na ispunjenje zahteva korisnika. Vrlo je važno pratiti poslovne procese, predviđati njihovu dinamiku i upravljati njima u cilju postizanja veće produktivnosti i višeg kvaliteta proizvoda ili usluge.

Kako je proces prema standardu ISO 9000 (2005) svaka aktivnost, ili skup aktivnosti, koji ulazne elemente pretvara u izlazne elemente očigledan je uticaj kvaliteta procesa na kvalitet proizvoda. Prema Radoviću i Karapandžiću (2005) procesi su definisani kao entitet preko koga se najbolje:

- sagledava struktura poslovnog sistema,
- definišu nadležnosti i odgovornosti u poslovnom sistemu,
- određuje podela rada,
- uređuje poslovni sistem,
- upravlja poslovnim sistemom,
- definišu modeli poslovnog sistema i njegovih podsistema,
- ostvaruje kreativna komponenta proizvodnih sistema,
- otkrivaju mesta i uzroci lošeg rada, niske produktivnosti, sporog rada i prekoračenja rokova, uvećanih troškova, lošeg kvaliteta, nedovoljne efikasnosti poslovanja,
- primenjuju zahtevi svetskih standarda.

Na žalost, svaki proces u svom output-u ima neku varijaciju. Što je varijacija veća, zadovoljstvo korisnika će biti manje. Uzroci varijacija u procesima obuhvataju uzroke koji su u 90% slučajeva posledica nepravilnosti sistema i posebne uzroke koji su u 10% slučajeva posledica lošeg rada radnika. „Uobičajeni uzroci“ varijacija su sistemski i zajednički su za veliki broj organizacija, mašina ili proizvoda. U njih spadaju

neodgovarajući ulazni materijali i loši radni uslovi. Sve ovo predstavlja oblast odgovornosti menadžmenta. „Specijalni uzroci“ obuhvataju nedostatak znanja ili veštine ili loš rad. Ovo spada u odgovornost zaposlenih. (Zhang, 2001)

Problemi koji su vezani za varijaciju procesa dobro su poznati u proizvodnji. Rešenja koja su usvojena kako bi se smanjile varijacije procesa uključuju povećanu upotrebu automatizacije kako bi se otklonio uticaj radnika prilikom postavljanja sistema i rada sistema. (Rogelio i Bean, 2008)

Smanjenje varijacija u procesima izuzetno je značajno zato što smanjuje ekonomski gubitak koji je posledica nezadovoljstva korisnika. Nezadovoljstvo korisnika pretvara se u gubitak, koji je posledica smanjenja prodaje zbog negativne percepcije kvaliteta proizvoda. (Frei i dr., 1997)

Smanjenje varijacija u procesu znači poboljšavanje uopšte, ne samo gašenje požara ili upravljanje krizom (ASQ, 1996). To znači napuštanje uobičajene prakse da krivimo ljude za probleme ili neuspehe. To predstavlja način razmatranja kako da obavimo posao na bolji način. Kad se opredelimo za pristup rešavanjem problema ili kad jednostavno pokušamo da popravimo ono što se pokvarilo, možda nikad nećemo moći da otkrijemo ili shvatimo šta je osnovni razlog teškoće s kojom smo suočeni. Suštinski proces poboljšavanja podrazumeva da shvatimo šta je uzrok određenih varijacija u procesu i smanjenje varijacija da bi odstranili aktivnosti koje ne dodaju vrednost proizvodu ili usluzi koju stvaramo i da povećamo zadovoljstvo korisnika.

Jedan od aspekata kontrole i unapređenja procesa jeste održavanje opreme, čime se obezbeđuje da varijacija bude u okvirima prihvatljivosti, tako da proces proizvodnje teče bez problema. Kako navodi Feigenbaum (1991), oprema za proizvodnju se stalnom upotrebom neizbežno troši, što za posledicu može imati proizvode slabog kvaliteta. Zato program preventivnog održavanja predstavlja značajnu praksu u upravljanju kvalitetom pošto omogućava da se redovno i planirano ispituju sredstva za proizvodnju pre nego što stanu. Prema Deming (1986), rukovaoci mašinama u Japanu redovno vrše manje popravke, održavaju mašine i beleže podatke o učinku mašina. (Zhang, 2001)

Upravljati procesima podrazumeva definisanje, kontrolu i unapređenje procesa. Pri tome definisanje procesa odnosi se na identifikovanje poslovnih procesa, određivanje vlasnika procesa, definisanje nihove odgovornosti ali odgovornosti svih

zaposlenih angažovanih na realizaciji procesa. Kontrola procesa podrazum,eva identifikovanje merila kojima će se pratatiti ključne performanse procesa dok unapređenje procesa podrazumeva analizu rezultata merenja, identifikovati prilike za unapređenja i preduzimanje korektivnih mera.

Kontrola i unapređenje procesa mogu da doprinesu da se proces realizuje u skladu sa planiranim postavkama, bez zastoja, nedostatka materijala, alata, itd., i uprkos promenljivosti radne snage. Značajan element u procesu kontrole i unapređenja jeste održavanje sposobnosti procesa da zadovolji postavljene zahteve. (Zhang, 2001)

Prema Zhang (2001) organizacija treba da projektuje svoje procese tako da oni budu „jednostavni i razumljivi“, čime će šanse da zaposleni načini grešku smanjiti na najmanju meru. Kreiranje ovakvih procesa moguće je primenom metoda, kao što je „poka-yoke“, koje obezbeđuju da se procesi uvek realizuju na pravilan način.

Ukoliko je proces pod kontrolom, jedini način da se poboljša (ukoliko ne popušta željene rezultate) jeste da ga promeni. Promene mogu obuhvatiti stvaranje novog procesa, ali češće, menjaju se parametri procesa. Da biste efikasno postigli željena poboljšanja i ispitali interakcije faktora statističkog modela može se primeniti eksperiment (DOE). DOE se može koristiti za pronalaženje optimalnih parametara procesa za definisani upotrebu okruženja ili ga prilagoditi kako bi se izradio jasan model (tj. vrlo je pogodan za različite upotrebe okruženja). Značaj ovih rezultata može se zatim ocenjivati pomoću alata iz porodice metoda koja se naziva analiza varijanse (ANOBA). ANOBA obezbeđuje sredstvo za razdvajanje uticaja različitih faktora na parametar interesa. (Frei i dr., 1997)

Prema Horvatu i dr. (2006) svaki proces ima neku varijaciju na svom izlazu. Što je varijacija veća verovatno će korisnik ređe biti zadovoljan. Varijacije unutar procesa mogu nastati kao posedica dve vrste uzroka:

1. Opšti ili sistemski (common causes), koji su svojstveni procesu (npr. genotipske varijacije),
2. specifični ili posebni (special causes), koji uzrokuju preteranu varijaciju.

Za razlikovanje te dve vrste varijacija u procesu koriste se kontrolne karte, na osnovu analiza podataka iz prošlosti i budućnosti.

U svrhu osiguranja kvaliteta proizvoda i procesa može se koristiti i statistička kontrola kvaliteta. Statistička kontrola kvaliteta je skup metoda i postupaka za prikupljanje, obradu, analizu, tumačenje i prikaz podataka. Pravilnom primenom statističke kontrole kvaliteta moguće je smanjiti troškove proizvodnje. Prema Horvatu i dr. (2006) razlozi za primenu statističke kontrole kvaliteta su sledeći:

- utvrđivanje sposobnosti procesa za proizvodnju proizvoda koji zadovoljava zahteve,
- praćenje procesa kako bi se otkrile promene zbog kojih proces izmiče kontroli,
- preduzimanje mera za korekciju procesa i njegovo održavanje pod kontrolom.

3.2.2.2. Uticaj resursa na kvalitet proizvoda

Za potrebe proučavanja uticaja resursa na kvalitet proizvoda, potrebno je bilo izvršiti analizu i kritički preispitati dosadašnje teorije koje se odnose na resurse, a zatim definisati vrste resursa poslovnog sistema i izvršiti analizu njihovog uticaja na kvalitet proizvoda. Ulazi u poslovni sistem predstavljaju sva sredstva (materijalna, novčana, kadrovska, energetska i dr.) koja su na raspolaganju određenom preduzeću da realizuje akcije neophodne za ostvarenje postavljenih ciljeva. (Grupa autora, 2003). Često se ulazi u poslovni sitem u literaturi i praksi nazivaju i resursima.

Prema Grupi autora (2003) definisano je da su klasični resursi:

- kadrovi/ljudski resursi (njihov rad, znanje, umeće, motivi, volja),
- novac (univerzalni kompenzator resursa),
- prostor (zemljište, infrastruktura, zgrade, avio-koridori, elektromagnetski i radiodifuzni prostor),
- oprema (mašine, uređaji, instalacije),
- alati (fizički, softverski, psihološki, upravljački),
- materijali (sirovine, polufabrikati),
- energija,
- fluidi i voda,
- vreme (u kome se raspoređuju i odvijaju aktivnosti),

- informacije (podaci i njihova tumačenja),
- znanje (iskustva, zakoni, pravila, tehnologije).

U standardu ISO 9004 (2009) se navodi da resursi mogu biti: osoblje, infrastruktura, radna sredina, informacije, isporučioci i partneri, prirodni resursi i finansijski resursi. Dalje se navodi da infrastruktura obuhvata resurse, kao što su postrojenja, radni prostor, alati i oprema, usluge za podršku, informacije i tehnologija komuniciranja i tramsportna sredstva.

Slično, u standardu ISO 9000 (2005) se navodi da je infrastruktura skup objekata, opreme i usluga neophodnih za rad organizacije, dok prema standardu ISO 9001 (2008) infrastruktura obuhvata, gde je primenjivo zgrade, radni prostor i pripadajuću opremu; procesnu opremu (i hardver i softver) i usluge podrške (kao što su transportne ili komunikacijske usluge).

Pored navedenih resursa treba imati uzeti u obzir i uticaj radne sredine na usaglašenost proizvoda sa zahtevima. Radna sredina je definisana kombinacijom faktora (buka, toplota, svetlost, higijena, vlažnost, čistoća, vibracije, zagađenost, ergonomika i sl.) koji utiču na motivisanost, zadovoljstvo, radni učinak zaposlenih, kao i na kvalitet proizvoda/usluga.

Imajući u vidu navedene kategorizacije resursa, a na osnovu analogije kao što navode Dan Voich i Wren (1968), sve resurse možemo podeliti na resurse koji se upotrebljavaju i resurse koji se troše.

Resursi koji se troše su ono što se transformiše u neku izlaznu vrednost resursima koji se upotrebljavaju. Da bi se realizovao proces transformacije mora se uspostaviti trajna organizacija sastavljenu od resursa koji se upotrebljavaju i ljudskih resursa. Resursi koji se upotrebljavaju predstavljaju konvertore upotrebljene od strane ljudskih resursa u procesu stvaranja vrednosti. Ono što se transformiše naziva se resursima koji se troše (Slika 6).

Resursi koji se upotrebljavaju čine "statičku" strukturu proizvodnog poslovnog sistema. Oni prenose samo deo svoje ukupne ekonomske vrednost na produkte poslovnog sistema, ili na druge oblike izlaza iz poslovnog sistema unutar jednog ciklusa izrade proizvoda. Njihova količina i utrošak ne moraju biti u direktnoj vezi sa obimom

proizvodnje. U ovu kategoriju pripadaju uglavnom resursi tipa sredstava za rad, dokumentacije, infrastrukture, ljudski resursi, pomoćni materijali.



Slika 6. Konverzija resursa

Resursi koji se troše prilikom realizacije procesa proizvodnje svoju ukupnu ekonomsku vrednost prenose na produkte poslovnog sistema ili na druge oblike izlaza iz poslovnog sistema unutar jednog ciklusa izrade proizvoda. Njihova količina i utrošak su u direktnoj vezi sa obimom proizvodnje. Njihova specifičnost je da u toku stvaranja proizvoda ili pružanja usluge svoju ukupnu vrednost prenose na proizvod ugrađujući se u produkt, njegov deo, odlazeći u otpad, svojom transformacijom i sl. U ovu kategroriju pripadaju uglavnom resursi tipa osnovnog materijala i neki tipovi alata koji se uništavaju sa proizvodom.

U daljem tekstu biće analiziran uticaj materijalnih resursa i ljudskih resursa na kvalitet proizvoda. Prilikom utvrđivanja uticaja materijalnih resursa na kvalitet proizvoda uvek treba imati na umu da li je reč o resursu koji se upotrebljava ili o resursu koji se troši. Resursi koji se upotrebljavaju određuju sposobnost tehnološkog sistema dok se kvalitet resursa koji se troše ugrađuje u proizvod čime u velikoj meri utiče na njegov kvalitet.

3.2.2.2.1. Uticaj materijalnih resursa na kvalitet proizvoda

Na loš kvalitet, koji uzrokuje nezadovoljstvo korisnika, utiču materijalni resursi kao što su alati i oprema (podešavanje, održavanje, kalibracija) i sirovina (korišćenje materijala bez specifikacije, korišćenje materijala sa specifikacijom na način koji nije predviđen). Uticaj materijalnih resursa na kvalitet proizvoda je veći ukoliko je u realizaciji proizvodnje ili pružanju usluga veći udeo materijalnih resursa u odnosu na ljudske resurse i obrnuto.

Proizvod koji ispunjava zahteve se ne može napraviti od neodgovarajućih sirovina i sa neodgovarajućom opremom. Zbog toga za svaku sirovinu i opremu mora da postoji pisana specifikacija za nabavku tako da odeljenje za nabavke može da nabavi upravo ono što je potrebno (Grupa autora, 2006).

Faktori koji utiču na kvalitet proizvoda mogu se grupisati u sistematske i slučajne. Sistematski faktori predstavljaju grupu faktora koji su konstantni po vrednosti i znaku, ili se menjaju po određenom zakonu. Za slučajne faktore nisu poznate zakonitosti njihove promene, već oni stohastički osciluju oko neke vrednosti, a pomoću matematičke statistike mogu se proceniti njihove karakteristike. (Mitrović, 1996)

Prema Mitroviću (1996) elementi koji deluju na kvalitet proizvoda se mogu podeliti na:

- elemente koji direktno utiču na kvalitet proizvoda i
- elemente koji indirektno utiču na kvalitet proizvod.

Prema Mitroviću (1996) za kvalitet proizvoda, tj. njegovog obeležja, dominantni su elementi tehnološkog sistema:

- predmet rada – materijal,
- sredstvo rada – mašina,
- alati i uređaji i
- nivo projektovane tehnologije.

Kako ovi elementi utiču na kvalitet proizvoda potrebno je da kvalitet ovih elemenata bude unapred utvrđen. Obezbeđenje odgovarajućih materijala, komponenti, delova za proizvod, alata zahteva obezbeđenje stabilni izvora snabdevanja. Od menadžmenta se očekuje da vrši analizu rizika po rezultate poslovanja sa aspekta obezbeđenja materijala i sredstava za rad.

Materijali za izradu elemenata proizvoda koji ulaze u proizvod, unose u njega svoj kvalitet, odnosno svoje karakteristike. U materijalu koji se obrađuje ima obično vidljivih ili skrivenih grešaka koje potiču od prerade ili prirode materijala, što se reprodukuje na kvalitet proizvoda. Jedna od osnovnih grešaka u materijalu koja utiče na kvalitet proizvoda, je prisustvo stranih nepotrebnih sastojaka. Predmet obrade definisan je konstruktivnom i tehnološkom dokumentacijom, a njegov kvalitet obično je detaljno

definisan u standardima. Kritičnost konkretnog materijala se razmatra sa aspekta retkosti, dostupnosti, kvaliteta i sigurnosti i stabilnosti isporučioca. (Mijatović, 2011) Ukoliko se radi o materijalima koji su retki i specifični verovatnoća održavanja stabilnog snabdevanja je manja, tada je moguće razmotriti mogućnost snabdevanja u sopstvenoj režiji. Dostupnost se odnosi na aspekt mogućnosti nabavljanja materijala usled ograničenih količina, specifičnih zahteva za skladištenjem, trokova transporta i dr. Kritičan materijal sa stanovišta kvaliteta je materijal čiji je materijal čiji kvalitet značajno utiče na kvalitet proizvoda i usluge.

Od kvaliteta sredstava rada u najvećoj meri zavisi kvalitet proizvoda. S obzirom na složenost sredstava rada, kvalitet takvih sredstava se ne ceni samo sa stanovišta njihovih tehničko-tehnoloških karakteristika već i sa stanovišta mogućnosti prilagođavanja pravilnom korišćenju za pojedine vrste poslova. (Mitrović, 1996)

Sredstvo rada kao i njegovi sastavni delovi, budući da su i sami bili objekti neke bivše proizvodnje, izloženi su dejstvu stohastičkih faktora. To znači da se po nekad može desiti da čak iako je sredstvo rada u dozvoljenim granicama može imati negativan uticaj na kvalitet proizvoda.

Kvalitet alata i pribora, prema zahtevima koje oni u procesu proizvodnje treba da ispune, definisan je konstruktivnom dokumentacijom. Kvalitet alata i pribora ostvaren u zadovoljavajućim granicama daje osnovu za rad u procesu proizvodnje. Proverava se u procesu njihovog stvaranja i u procesu eksploatacije pri obradi delova proizvoda. (Mitrović, 1996). Viši nivo projektovane tehnologije daje viši nivo delova proizvoda u istom tehnološkom sistemu. Pri projektovanju tehnologije koja obezbeđuje kvalitet karakteristika proizvoda potrebno je odrediti optmalan broj operacija obrade jer se obično u jednoj operaciji ne može postići traženi kvalitet.

3.2.2.2.2. Uticaj ljudskih resursa na kvalitet proizvoda

Ljudski resursi, sa svim svojim sposobnostima, predstavljaju ključni resurs, a naročito u oblastima gde je intenzivan manuelni rad. Upravo zbog toga se najveći stepen poboljšanja performansi organizacije postiže sveobuhvatnim sistemskim pristupom odnosima sa zaposlenima. U pojedinim organizacijama česta je praksa da se identifikuju grupe zaposlenih koji imaju ključnu ulogu i poseban interes zaorganizaciju. Prema Mijatović (2011) Najčešće se takve grupe zaposlenih nazivaju ključnim

zaposlenim organizacije i načešće obuhvataju zaposlene iz menadžmenta, zaposlene sa specifičnim znanjima i veštinama i zaposlene sa specifičnom reputacijom. Zaposleni iz grupe menadžera u zavisnosti od hijerarhije mogu zauzimati bitnu poziciju i ostvariti značajan uticaj u organizaciji i usmeravanje ključne orijentacije u okruženju. Uticaj na organizaciju zaposleni sa specifičinim znanjima i veštinama je od presudnog značaja i vrlo je važno zadržati ovakve zaposlene što u najvećoj meri zavisi od menadžmenta. Zaposleni sa specifičnom reputacijom ostvaruju uticaj na organizaciju na osnovu svoje moći koja potiče od njihove ličnosti ili organizacije iz koje crpe autoritet.

Odgovornost za kvalitet proizvoda snose svi koji realizuju procese koji utiču na kvalitet proizvoda, tj. zaposleni koji rade na utvrđivanju potreba korisnika (zaposleni u prodaji i marketingu), zaposleni koji rade na definisanju kvaliteta proizvoda (zaposleni u projektovanju i razvoju), zaposleni koji rade na stvaranju i utvrđivanju ostvarenog kvaliteta (zaposleni u nabavci, proizvodnji, pakovanju, kontroli kvaliteta).

Za sve zaposlene koji utiču na kvalitet proizvoda, potrebno je definisati nivoe kompetentnosti da bi se omugućilo ispunjenje postavljenih ciljeva i u vezi s tim potrebno je vršiti valjan izbor kadrova odgovarajuće kvalifikacije, kao i stalno osposobljavanje. Odgovarajuće kompetentnosti za realizaciju poslova koji utiču na kvalitet proizvoda se stiču obrazovanjem i obukom. Značaj obrazovanja i obuke zaposlenih naglašen je u promeni verovanja, ponašanja i stavova zaposlenih; u podsticanju sposobnosti zaposlenih da obavljaju svoje dužnosti (Zhang, 2001).

Zaposleni, čiji rad utiče na kvalitet proizvoda, moraju biti uključeni u različite aktivnosti vezane za upravljanje kvaliteta. Kada lično učestvuju u ovim aktivnostima, zaposleni stiču nova znanja, shvataju korist od ispunjenja zahteva korisnika i stiču svest o značaju rešavanja problema koji se odnose na kvalitet. Da bi se postiglo efektivno učešće zaposlenih, zaposleni treba da budu posvećeni svom poslu. Posvećenost poslu se može definisati u smislu lojalnosti, identifikacije i uključenosti pojedinca. Ako su zaposleni posvećeni svom poslu, biće motivisani da utroše više energije da bi obezbedili viši kvalitet procesa, proizvoda i usluge da bi zadovoljili potrebe korisnika. Da bi učešće zaposlenih bilo efektivno, zaposlene treba podsticati da prijave kakve probleme imaju na radu, kao i na kakve probleme nailaze u drugim oblastima u organizaciji. (Zhang, 2001).

Obuka i usavršavanje zaposlenih mora biti u funkciji kontinuiranog unapređenja kvaliteta. Upravo se izostanak odgovarajuće obuke i znanja zaposlenih ističe kao razlog za neuspeh modela za upravljanje kvalitetom. Kada se zaposlenima predoči njihova uloga i značaj za ostvarivanje ciljeva kvaliteta i obezbeđenje zadovoljstva korisnika i ostalih interenih i zainteresovanih strana oni će biti motivisani da prihvate način ponašanja koji garantuje kvalitetet.

Na menadžmentu je da obezbedi posvećenost, liderstvo, ovlašćenje, podsticaje i odgovarajuću podršku ljudskim resursima. Menadžment treba da odredi okruženje i okvire poslovanja unutar organizacije. Neophodno je da menadžment podstiče učešće zaposlenih u unapređenju kvaliteta i da razvija kulturu kvaliteta tako što će menjati percepciju i stavove u smeru kvaliteta. Menadžment treba da nastoji da pomogne zaposlenima da zadovolje svoje ljudske potrebe na način kojim će se stvoriti zdravo radno okruženje. U ovakvom okruženju zaposleni doživljavaju manje frustracija i stoga mogu da pokažu veću posvećenost i posvete veću pažnju procesima u kojima učestvuju. (Rogelio i Bean, 2008)

Problemi u realizaciji procesa mogu se rešiti samo intervencijom menadžmenta, a radnici nemaju kontrolu nad njima. Može se raspravljati o tome da su za preostale probleme, probleme kvaliteta, jednako odgovorni i menadžeri (zato što nisu obezbedili adekvatnu obuku za radnike) i radnici (na primer, zato što nisu obratili dovoljno pažnje na mašinsku regulaciju). (Grupa autora, 2006)

Crosby (1979) navodi da do grešaka dolazi iz dva razloga nedostatka znanja i nedostatka pažnje. Prvi razlog može se eliminisati obrazovanjem i obukom, a lična posvećenost izvrsnosti (nula defekta) i obraćanje pažnje na detalje pomažu da nestane i drugi. Crosby (1979) takođe naglašava značaj stila upravljanja za uspešno unapređenje kvaliteta. Ključ za unapređenje kvaliteta dobija se promenom načina razmišljanja top meandžera – treba ih naučiti da ne prihvataju greške i defekte, pošto će to onda da umanji očekivanja u radu i standarde u poslu koji obavljaju. Razumevanje, posvećenost i komunikacija su svi od suštinskog značaja.

Obično se veruje da je većina problema u vezi s kvalitetom prvenstveno izazvana nedostatkom interesovanja ili brige radnika u sektoru proizvodnje. Ipak, za to ne treba kriviti radnika, pošto obično ne postoje uslovi neophodni da se posao izvede korektno.

Na primer, uputstva mogu biti neadekvatna, ulazni materijal može da sadrži grešku (ili da bude oštećen), možda mašine nisu u stanju da proizvedu robu potrebnog kvaliteta, radnici nisu dobili odgovarajuće uslove za rad itd. Nažalost, radnik nema mogućnosti da kontroliše ove faktore, ali oni mogu da imaju za posledicu greške u radu. (Grupa autora, 2006)

Kada je reč o uslugama prema Rogelo i Bean (2008) neposredni pružaoci usluga (zaposleni) i korisnici doprinose uslužnoj transakciji svojim psihološkim atributima, percepcijama i očekivanjima. Šta više, usluge se proizvode pred očima korisnika, a često i saradnji s njima, čime se i zaposleni i korisnici zbližavaju i fizički i psihološki. Na percepciju korisnika o doživljavanju usluge ne utiču samo uslovi pod kojima se usluga isporučuje, već i stavovi zaposlenih prema korisniku. Isto tako, na stavove i percepcije zaposlenih kad je reč o njihovom poslu utiče stav korisnika prema usluzi. Ovaj zajednički razvoj percepcija i očekivanja postaje još zamršeniji kad se zna da su usluge nematerijalne prirode, tako da je teško proceniti zahteve korisnika i uspostaviti čvrst standard usluge za ljudske resurse koji ih realizuju.

Iskustvo pokazuje da se mogu postići značajno bolji rezultati ukoliko se obezbede odgovarajući uslovi za dobro obavljanje posla ili ispravke neodgovarajućih elemenata u početku, na primer:

- specifikacija proizvoda mora da bude jasna i nedvosmislena,
- tehnički uslovi moraju da budu takvi da omoguće zadovoljenje zahteva za kvalitetom, na primer, materijali moraju da odgovaraju potrebama u radu, a mašine moraju da budu u stanju da proizvedu potrebni kvalitet. Svaki zaposleni mora da zna šta treba da uradi da spreči loše rezultate. Svi koji učestvuju u datom poslu moraju da budu sposobni da procene da li rezultati njihovog rada odgovaraju zahtevima kvaliteta,
- svi moraju da budu upoznati sa posledicama koje loš rad ima za organizaciju. (Grupa autora, 2006.)

Ukoliko organizacija primenjuje dokumentovan sistem menadžmenta kvaliteta, pisana dokumentacija se smatra dovoljnom i primerenom da spreči greške izazvane ljudskim faktorom u radnom okruženju.

Efikasan i efektivan način da se ostvari unapređivanja procesa ili kvaliteta jeste timski rad. Ipak, ljudi se neće uključiti u aktivnosti unapređivanja ukoliko ne osete da su i lideri posvećeni istom cilju i da uvažavaju njihove napore i ako nema klime koja podstiče aktivnosti unapređivanja. (Rogelio i Bean, 2008)

3.2.2.3. Identifikacija i kategorizacija faktora koji utiču na kvalitet proizvoda

Od 80-ih godina prošlog veka, kada se pokazalo da unapređenje kvaliteta ima pozitivan efekat na performanse preduzeća, brojni autori nude različita rešenja za poboljšanja kvaliteta proizvoda/usluge, a institucionališu se i nagrade za izuzetan nivo kvaliteta. Čekiranjem elemenata predloženih od strane pojedinih autora i nagrada za kvalitet možemo doći do zajedničkih elemenata odnosno faktora za uspen prikazanog na Slici 7.

Nagrade i autori	Faktori uspeha															
	upravljanje procesima	usavršavanje zaposlenih	posvećenost top menadžmenta	upravljanje kvalietom dobavljača	analiza informacija (troškovi kvaliteta)	kultura kvaliteta	upravljanje kvalitetom dizajna	zadovoljstvo potrošača	društvo i okruženje	benčmarking	upravljanje resursima	statistička kontrola procesa	strategijsko upravljanje kvalitetom	davanje ovlašćenja zaposlenima	nula defekata	poslovni rezultati
Demingova nagrada	x	x		x			x	x		x		x		x		
EQA nagrada	x	x	x	x				x	x		x		x			x
MBNQA nagrada	x	x	x		x			x					x			x
Philip Crosby	x	x	x		x	x		x			x	x	x		x	
Armand Feingenbaum	x	x	x		x			x		x			x		x	
Kaoru Iishikawa	x	x	x		x	x		x				x		x		x
Shigeo Shingo	x	x	x	x	x	x	x	x			x			x	x	
John Oakland	x			x	x		x	x		x		x	x	x		
TQM	x	x	x	x	x			x		x		x	x		x	
Six Sigma	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x

Slika 7 Faktori uspešnog upravljanja kvaliteta (Izvor: Meri, 2005)

Prema podacima sa slike za obezbeđenje i unapređenje kvaliteta najznačajniji su elementi: upravljanje procesima, zadovoljstvo potrošača, usavršavanje zaposlenih, posvećenost top menadžmenta, analiza informacija, strategijsko upravljanje kvalitetom.

Da bi se identifikovali faktori koji utiču na kvalitet proizvoda potrebno je posmatrati organizaciju kao sistem. Sistem možemo posmatrati kao „Skup međusobno povezanih ili međusobno delujućih elemenata.“ (ISO 9000, 2005) U ovom slučaju međusobno povezane podsisteme ili elemente čine procesi. Svaka aktivnost, ili skup aktivnosti, koji ulazne elemente pretvara u izlazne elemente može se posmatrati kao proces.

Sve što činimo predstavlja proces, koji opet predstavlja transformaciju jednog skupa inputa koji mogu da obuhvate aktivnost, metode i operacije, u željeni autput, kojim se zadovoljavaju potrebe i očekivanja korisnika. Poslovni procesi mogu se opisati kao niz logički povezanih aktivnosti koje koriste resurse poduzeća, a čiji je glavni cilj zadovoljenje potreba korisnika za proizvodima ili uslugama odgovarajućeg kvaliteta u adekvatnom vremenskom roku, uz istovremeno ostvarivanje neke vrednosti. (Vukšić i Kovačić, 2004)

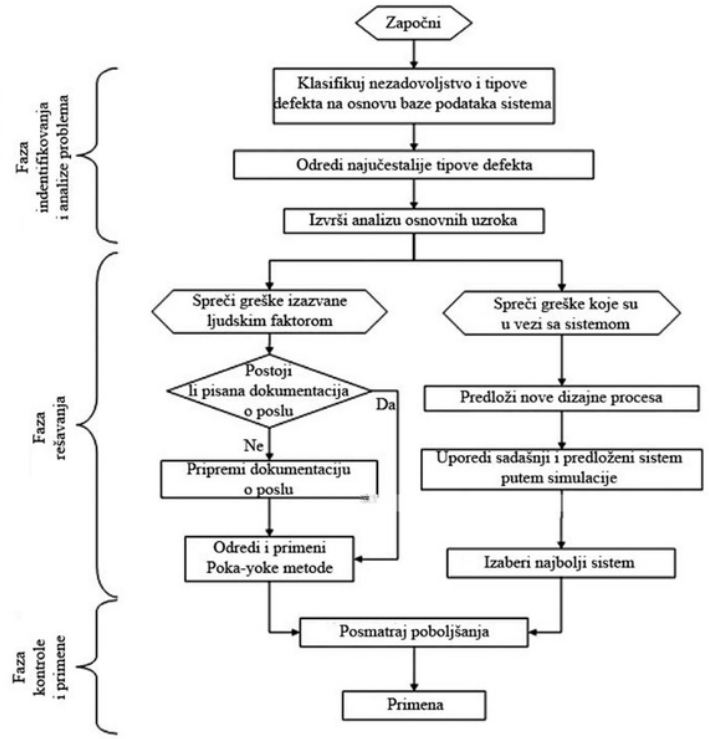
U cilju otkrivanja neusaglašenosti i otklanjanja njihovog uzroka, a samim tim i troškova neusaglašenosti kako se više ne bi ponovile potrebno je utvrditi glavne uzroke neusaglašenosti koje se javljaju u sistemu. U dokumentu sistema menadžmenta kvaliteta, kompanije Arup (2010), navodi se pregled mogućih uzroka neusaglašenosti u sistemu menadžmenta koji može poslužiti kao osnova za identifikovanje faktora koji utiču na kvalitet proizvoda (Tabela 8).

Tabela 8 Uzroci neusaglašenosti (Izvor: Arup, 2010)

Činjenice	**Uzrok**	**Objašnjenja**
“Niste znali bolje”	Nedostatak obuke	Nedovoljno poznavanje menadžment sistema ili nedostatak tehničkog znanja
	Nedostatak komunikacije	Problem u protoku informacija o projektu i nedostatak komunikacije između zainteresovanih strana
	Nedostatak veštine	Nesklad između zahtevanih i stvarnih nadležnosti
“Niste mogli bolje”	Nedostatak sredstava	Alati nisu na mestu; ulazni podaci nedostaju, nema vremena
	Nedovoljan značaj	Alati su na mestu, ali ne odgovaraju; ulazni podaci su nedovoljni; nedostatak vremena
	Nepotpune procedure	Neadekvatno izrađen postupak ili nedovoljna definisanost procesa
“Niste želeli da uradite bolje”	Nadzor	Zaboravili ste da uradite nešto
	Nedostatak discipline	Znanje se ne primenjuje u praksi
	Sistematski nedostatak brige	Stalno kršenje zahteva poznatih sistema ili projekta, na primer, više nepotvrđenih izlaza.

"Nije potrebno da uradite bolje"	Nepotrebno	Nema efekta za pružene usluge
	Nebitno	Nije odgovarajuće ili nije relevantno za određeni projekat ili deo posla
	Bez koristi	Nije primećen ili nije ostvarena korist projekta ili sistema. Nevažno je ili ima nizak prioritet

Analizom navedenih uzroka neusaglašenosti i definicije sistema zaključujemo da na kvalitet proizvoda utiču kvalitet procesa i kvalitet ulaza – materijalnih i naročito ljudskih resursa. Prilikom identifikacije faktora koji utiču na kvalitet potrebno je imati u vidu faktore koji utiču na sve pojavne oblike kvaliteta.



Slika 8 Dijagram toka metodologije poboljšanja u proizvodnom okruženju (Izvor: Grupa autora, www.dti.gov.uk/quality/tqm)

Na Slici 8 jasno je definisano postojanje dve vrste grešaka (faktora) kao osnovnih uzroka za najučestalije tipove defekata:

- greške izazvane ljudskim faktorom i
- greške u vezi sa sistemom (resursima i procesima).

Za potrebe rada biće korišćen „4 Ms“ model faktora koji utiču na obezbeđenje kvaliteta, koji u potpunosti odražava navedeni sistemski pristup organizaciji. Rad dr. Kauro Ishikawa koji je implmentiran u Mitsubishi Shipyards 1940-tih doveo je do široke upotrebe modela „4 Ms“—Man (Čovek), Material (Materijal), Method (Metoda), i Machine (Mašina) kao osnova za definisanje inputa proizvodnih procesa.

Uzimajući u obzir model „4Ms“, moguće je za svaku aktivnost koja stvara izlaz sa određenim kvalitetom, definisati različiti skup 4M sa pripadajućim karakteristikama. Upravo te karakteristike utiču na kvalitet izlaza (proizvoda i internih usluga), tj. ispunjenje zahteva internih i eksternih korisnika.

3.2.3. Vrednovanje uticaja faktora na ispunjenje potreba

Za svaku aktivnosti potrebno je, na način definisan u Tabeli 9, utvrditi uticaj navedenih faktora na ispunjenje zahteva korišćenjem sledećeg sistema za rangiranje:

Rangiranje (1-5)		
Najviši uticaj	**5**	Ozbiljan uticaj faktora na ispunjenje zahteva
	4	Značajan uticaj faktora na ispunjenje zahteva
	3	Umeren uticaj faktora na ispunjenje zahteva
	2	Minoran uticaj faktora na ispunjenje zahteva
Najniži uticaj	**1**	Minimalan uticaj faktora na ispunjenje zahteva

Tabela 9 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva

Act_l		
Faktori ***Zahtevi***	Fac_j	**Značaj za korisnika**
Req_i	b_{ij}	$\bar{r}_{il}$
Apsolutni uticaj	f_{jl}	
Relativni uticaj	δ_{jl}	

Želimo da utvrdimo uticaj $\mathbf{K \geq 1}$ faktora na kvalitet izlaza svake od $\mathbf{N}$ aktivnosti. Kako svaka aktivnost može ispunjavati $\mathbf{n_l}$, $\mathbf{1 \leq l \leq N}$ potreba na koje faktori mogu

uticati definišemo vrstu uticaja faktora na ispunjenje potreba $\mathbf{b_{ij}} \in \{\mathbf{0}, \mathbf{1}, \mathbf{2}\ldots\}, \mathbf{1} \leq \mathbf{i} \leq \mathbf{n_l}, \mathbf{1} \leq \mathbf{j} \leq \mathbf{K}$ .Uticaj **j**-tog faktora na **l**-tu aktivnost jeste vrednost

$$f_{jl} = \sum_{i=1}^{n_l} b_{ij}\ \bar{r}_{il}\ , 1 \leq j \leq K, 1 \leq l \leq N. \qquad (2)$$

Relativnu vrednost uticaja faktora na kvalitet označavamo sa

$$\delta_{jl} = f_{jl} / \sum_{j=1}^{k} f_{jl}, 1 \leq j \leq K, 1 \leq l \leq N. \qquad (3)$$

Notacija:

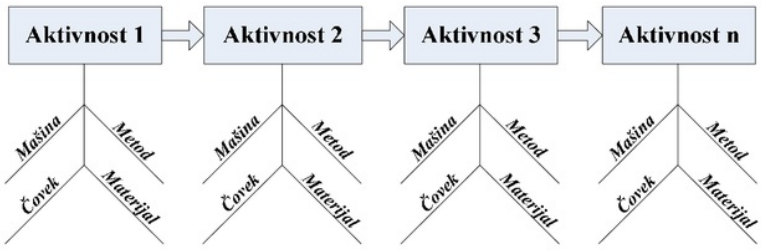
Fac_j faktori $1 \leq j \leq K, K \geq 1$

b_{ij} uticaj j-tog faktora na ispunjenje i-te potrebe

f_{jl} apsolutni uticaj j-tog faktora na l-tu aktivnost

δ_{jl} relativni uticaj j-tog faktora na l-tu aktivnost

Na Slici 9 prikazan je primer uticaja četiri faktora na usaglašenost izlaza procesa koji se sastoji od četiri aktivnosti.



Slika 9 Uticaj faktora na kvalitet izlaza procesa

3.2.4. Definisanje strategija unapređenja faktora

Identifikovane kritične potrebe korisnika predstavljaju osnovu za identifikovanje faktora koji utiču na ispunjenje tih potreba. Sa stanovišta efikasnog i efektivnog upravljanja bitno je utvrditi mere koje će poboljšati pozitivne ili eliminisati negativne faktore koji mogu biti potencijalni problem za ispunjenje kritičnih potreba, pre nastanka neusaglašenost.

Navedene faktore je moguće unaprediti (npr. trening, kontrola procesa, itd.) ili eliminisati (npr. varijacije u procesima, zastoji, škart, itd.) kako bi se u potpunosti

ispunili zahtevi korisnika. Identifikacija faktora predstavlja osnovu za definisanje optimalne strategije upravljanja faktora koji utiču na kvalitet.

Postoji veliki broj mera kojima se mogu eliminisati neusaglašenosti, tj. unaprediti/eliminisati faktori koji utiču na ispunjenje zahteva korisnika, a samo neka rešenja koja mogu uticati na navedene faktore mogu biti:

a. ***Povećana upotreba automatizacije*** kako bi se smanjile varijacije procesa i otklonio uticaj radnika prilikom postavljanja sistema i rada sistema. (Rogelio i Bean, 2008)

b. ***Kontrola i unapređenje procesa*** mogu da doprinesu da se proces realizuje u skladu sa planiranim postavkama, bez zastoja, nedostatka materijala, alata, itd., i uprkos promenljivosti radne snage. Značajan element u procesu kontrole i unapređenja jeste održavanje sposobnosti procesa da zadovolji postavljene zahteve. (Zhang, 2001)

c. ***Projektovanje procesa tako da oni budu „jednostavni i razumljivi“***, čime će se šanse da zaposleni načini grešku smanjiti na najmanju meru. Prema Zhang (2001) kreiranje ovakvih procesa moguće je primenom metoda, kao što je Poka-Yoke, koje obezbeđuju da se procesi uvek realizuju na pravilan način.

d. ***Primena statističke kontrole kvaliteta*** u svrhu osiguranja kvaliteta proizvoda i procesa. Statistička kontrola kvaliteta je skup metoda i postupaka za prikupljanje, obradu, analizu, tumačenje i prikaz podataka.

e. ***Promena procesa*** ukoliko je proces pod kontrolom, a ne postiže željene rezultate. Promene mogu obuhvatiti stvaranje novog procesa, ali češće, menjaju se parametri procesa. Da biste efikasno postigli željena poboljšanja i ispitali interakcije faktora statističkog modela može se primeniti eksperiment (DOE). DOE se može koristiti za pronalaženje optimalnih parametara procesa za definisani upotrebu okruženja ili ga prilagoditi kako bi se izradio jasan model (tj. vrlo je pogodan za različite upotrebe okruženja). (Frei i dr., 1997)

f. ***Upravljanje kvalitetom na bazi poznavanja sposobnosti tehnološkog sistema*** utiče se na sistemske faktore. Utvrđivanje i praćenje sposobnosti tehnološkog sistema je dug i težak posao, ali se pri tome određuje stvarno rasipanje karakteristika kvaliteta i utvrđuje zakonitost delovanja slučajnih faktora. (Mitrović, 1996)

g. ***Održavanje opreme***, čime se obezbeđuje da varijacija bude u okvirima prihvatljivosti, tako da proces proizvodnje teče bez problema. Kako navodi Feigenbaum (1991), oprema za proizvodnju se stalnom upotrebom neizbežno troši, što za posledicu može imati proizvode slabog kvaliteta. Zato program preventivnog održavanja predstavlja značajnu praksu u upravljanju kvalitetom pošto omogućava da se redovno i planirano ispituju sredstva za proizvodnju pre nego što stanu. Prema Demingu (1986), rukovaoci mašinama u Japanu redovno vrše manje popravke, održavaju mašine i beleže podatke o učinku mašina.

h. ***Obrazovanje i obuka zaposlenih i menadžmenta.*** Crosby (1979) navodi da je nedostatak znanja jedan od osnovnih razloga zbog kojeg dolazi do grešaka. (Zhang, 2001) Crosby (1979) takođe naglašava značaj stila upravljanja za uspešno unapređenje kvaliteta. Ključ za unapređenje kvaliteta dobija se promenom načina razmišljanja top meandžera – treba ih naučiti da ne prihvataju greške i defekte, pošto će to onda da umanji očekivanja u radu i standarde u poslu koji obavljaju. Razumevanje, posvećenost i komunikacija su svi od suštinskog značaja.

i. ***Timski rad*** je efikasan i efektivan način da se ostvari unapređivanja procesa ili kvaliteta proizvoda. Ipak, ljudi se neće uključiti u aktivnosti unapređivanja ukoliko ne osete da su i lideri posvećeni istom cilju i da uvažavaju njihove napore i ako nema klime koja podstiče aktivnosti unapređivanja. (Rogelio i Bean, 2008)

j. ***Primena dokumentovanog sistema menadžmenta kvaliteta*** se smatra dovoljnom i primerenom da spreči greške izazvane ljudskim faktorom u radnom okruženju.

Postavlja se pitanje kako izabrati pravu meru koja će najviše doprineti unapređenu/eliminisanju faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, a sa druge strane imati mogućnost za unapređenje/eliminisanje i najmanje koštati. Prema Schiffauer i Thomson (2006), bilo koji pokušaj unapređenja kvaliteta mora uzeti u obzir troškove unapređenja.

Optimalna strategija upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda mora uzeti u obzir minimum dva kriterijuma:

1) troškove unapređenja i

2) uticaj unapređenja na kvalitet proizvoda.

Optimalna strategija je ona koja ima najveći uticaj na unapređenje kvaliteta i najmanje troškove unapređenja. Postavlja se pitanje kako izabrati pravu meru koja će najviše doprineti unapređenu faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Najveći problem je odrediti koliki je uticaj poboljšanja faktora na kvalitet proizvoda. Da li će veći efekat npr. imati obuke zaposlenih ili unapređenje metoda održavanja? Da li će veći efekat npr. imati nabavka nove mašine ili unapređenje procesa projektovanja i razvoja proizvoda?

Za svaki faktor koji utiče na kvalitet izlaza neke aktivnosti menadžment može definisati različite akcije unapređenja. Za svaku akciju moguće je egzaktno utvrditi troškove i prognozirati uticaj unapređenja faktora na kvalitet izlaza. Ovakav posao mogu u relativno kratkom roku realizovati stručni timovi u organizacijama (npr. formirati po jedan tim za svaku aktivnost ili po jedan tim za svaki faktor koji utiče na kvalitet). Pretpostavimo da postoji skup $\mathbf{A} = \{\mathbf{a_1}, \dots, \mathbf{a_n}\}$ koji se sastoji od $\mathbf{n > 1}$ različitih akcija za unapređenje svakog od $\mathbf{K}$ faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Tada mogući broj scenarija za jednu aktivnost predstavlja varijaciju sa ponavljanjem $\mathbf{K}$-te klase skupa $\mathbf{A}$ od $\mathbf{n}$ elemenata, $\overline{\mathbf{V_n^K}} = \mathbf{n^K}$. Kako imamo $\mathbf{N}$ aktivnosti u modelu, broj mogućih načina za unapređenje faktora je $\overline{\mathbf{V_n^{KN}}} = \mathbf{n^{KN}}$.

Označimo sa $\mathbf{C_{ij}^l}$, $\mathbf{1 \le i \le n, 1 \le j \le K, 1 \le l \le N}$, trošak $\mathbf{i}$-te akcije za unapređenje $\mathbf{j}$-tog faktora u aktivnosti $\mathbf{l}$. Svaka od $\overline{\mathbf{V_n^{KN}}}$ kombinacija akcija unapređenja faktora ima određene troškove koji se računaju kao suma troškova svake pojedinačne akcije $\mathbf{C_{ij}^l}$ koja pripada datoj kombinaciji

$$C_s = \sum_{l=1}^{N} \sum_{j=1}^{K} C_{ij}^{l}. \qquad (4)$$

Svaki niz preduzetih akcija ima različit uticaj na ispunjenje zahteva internih i eksternih korisnika, pa samim tim i na kvalitet proizvoda (Tabela 10). Utvrđivanje uticaja poboljšanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda moguće je primenom simulacije efekata poboljšanja. Osnov za sprovođenje simulacije predstavlja definisan model sistema kvaliteta, čiji su sastavni elementi i svi identifikovani faktori koji utiču na kvalitet proizvoda. Da bi se definisao adekvatan model bilo kog sistema, a naročito za potrebe simulacije, potrebno je detaljno proučiti i definisati sve elemente sistema i moguće scenarie.

Tabela 10 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet

Act_l, Fac_j			
	Opis akcije	**Troškovi akcije**	**Uticaj faktora na kvalitet**
Acs_i		C_{ij}^{l}	δ_{jl}

Notacija:

Acs_i akcije za unapređenje faktora $1 \leq i \leq n, n > 1$

C_{ij}^{l} trošak i-te akcije za unapređenje j-tog faktora u aktivnosti l

C_s trošak po scenariju

3.2.5. Izbor optimalne strategije

Niz aktivnosti za pravljenje modela realnog sistema i njegovu simulaciju na računaru čine modeliranje i simulaciju. Cilj modeliranja odnosi se na upotrebu modela umesto realnog sistema radi određenog saznanja, takođe izbegava se opasnost eksperimenta nad realnim sistemom i omogućena je analiza dobijenih rezultata treba da obezbedi efikasnije upravljanje realnim sistemom.

3.2.5.1. Simulacija – pojam, značaj, uloga

Uopšteno govoreći, kad god postoji potreba da se modeluje i analizira slučajnost u sistemu, pravi alat za to je simulacija. Još preciznije, prema Anu (1997.) situacije u kojima se primenjuje modelovanje i analiza simulacije obuhvataju sledeće:

- Nemoguće je ili je preskupo posmatrati neke procese u realnoj situaciji, na primer, statistiku o kanceru za sledeću godinu, rad sledećeg spejs šatla ili efekte reklamiranja putem interneta na prodaju u jednoj kompaniji.

- Problemi u kojima se može formulisati matematički model, ali su analitička rešenja ili nemoguća (npr., problem malih proizvodnih preduzeća, diferencijalne jednačine višeg reda) ili suviše komplikovana (npr., složeni sistemi kao što je berza i modeli nizova velikog obima).

- Nemoguće je ili je preskupo vrednovati matematički model koji opisuje sistem, na primer, zbog nedovoljnih podataka

Definicije simulacije pokrivaju široki dijapazon:

- Metod za primenu modela tokom vremena,

- Tehnike za testiranje, analizu ili obuku u kojima se koriste realni sistemi ili gde se realni i konceptualni sistemi reprodukuju pomoću modela,
- Nenametljiv naučni metod istraživanja koji obuhvata eksperimente na modelu umesto na nekom delu stvarnosti koju model predstavlja,
- Metodologija za izdvajanje informacija iz modela posmatranjem ponašanja modela dok radi,
- Netehnički termin koji znači ne-realni, imitacija (prava reč ovde bi bila pridev simuliran). (Sokolowski i Banks, 2009).

Prema Zhang (2001), Greasley i Barlow opisuju simulaciju kao model koji služi za ispitivanje ponašanja jednog sistema koji se sastoji od niza celina (npr., proizvodi, ljudi) i atributa (npr., tip proizvoda, starost, itd.), a Shannon dodaje termin „evaluacija“ različitih strategija da bi pokazao kako se simulacija može koristiti kao „kristalna kugla“ za predviđanje budućeg funkcionisanja organizacije.“

Prema Montazer i dr. (2003) u proizvodnim i uslužnim delatnostima kompanije traže način da poboljšaju rezultate svojih sistema i povećaju konkurentnost da bi opstale na tržištu. Modelovanje simulacija predstavlja praktičnu alatku koju kompanije mogu da koriste da generišu podatke i simulacije u svrhu boljeg i bržeg odlučivanja i predviđanja svojih poslovnih modela i pristupa. Uz primenu simulacije zadatak „šta-ako“ („what-if“) analize je mnogo lakši pošto svaki softver simulacije stiže korisniku opremljen scenario menadžerima upravo kreiranim za potrebe analize „šta-ako“ i mogu da se koriste uz minimalno programiranje. „Šta-ako“ analiza obuhvata i sposobnost da prikaže kako bi se sistem ponašao u uslovima promenljivih parametara inputa i/ili ograničenja.

Simulacioni proces prema Anu (1997) je struktura rešavanja stvarnih problema pomoću simulacionog modeliranja. Uopšteno govoreći, model namenjen proučavanju simulacije predstavlja matematički model razvijen pomoću softvera za simulaciju. Klasifikacije matematičkih modela obuhvataju determinističke (varijable inputa i autputa su nepromenljive vrednosti) ili stohastičke (bar jedna od input ili autput varijabli je probabilistička), statičke (vreme nije uzeto u obzir) ili dinamičke (uzete su u obzir interakcije između varijabli koje se razlikuju u vremenu). Modeli simulacije su uglavnom stohastički i dinamički.

Simulacija predstavlja rad modela sistema. (Anu, 1997) Model je moguće preurediti (rekonfigurisati) i eksperimentisati s njim; ovo je obično nemoguće, preskupo ili nepraktično u realnom sistemu koji model predstavlja. Rad modela se može proučavati i onda se mogu izvlačiti zaključci o odlikama ponašanja stvarnog sistema ili njegovih podsistema.

Simulacija se koristi kad ne možemo da koristimo realni sistem. Realni sistem se ne sme koristiti zato što:

1. možda nije dostupan,
2. angažovanje sistema može da bude opasno,
3. angažovanje sistema može biti neprihvatljivo,
4. sistem možda jednostavno ne postoji. (Sokolowski i Banks, 2009).

Simulacija se koristi pre nego što se promeni postojeći sistem ili izgradi novi, da bi se smanjio rizik neuspeha da se zadovolje specifikacije, da bi se eliminisala nepredviđena uska grla, da bi se sprečila niska ili preterana iskorišćenost resursa i optimizovao učinak sistema.

U najširem smislu, simulacija predstavlja alat kojim se vrednuje funkcionisanje sistema, postojećeg ili predloženog, u različitim konfiguracijama koje nas interesuju i tokom dugih perioda realnog vremena. (Anu, 1997)

„Poslovni procesi i operacije obuhvataju događaje koji uvek nastaju u nekim diskretnim momentima, kao posledica drugih događaja. Tako primena takozvanih tehnologija predviđanja, poznata kao kompjuterska simulacija predstavlja vitalni deo planiranih promena. (Sokolowski i Banks, 2009).

Simulacija poslovnog procesa pomaže da shvatimo, analiziramo i dizajniramo procese. Primenom simulacije (re)dizajnirani procesi se mogu vrednovati i porediti. Simulacijom dobijamo kvantitativne procene uticaja koji će dizajn procesa verovatno imati na funkcionisanje procesa tako da se može izvršiti izbor najboljeg dizajna uz kvantitativnu podršku. (Jansen-Vullers i Netjes, 2006)

Poslovni proces se prvo mapira na modelu procesa i eventualno se dopuni sa dokumentacijom procesa. Onda se određuju sub-procesi i aktivnosti. Definicija

kontrolnog toka dobija se tako što se identifikuju celine koje „teku“ kroz sistem i opisuju se vezni elementi koji povezuju različite delove procesa. Na kraju, identifikuju se resursi i oni se pripisuju aktivnostima kojima pripadaju. Model procesa treba verifikovati da bi se obezbedilo da model ne sadrži neku grešku.

3.2.5.1.1. Prednosti i nedostaci simulacije

Vrlo je bitno poznavati prednosti ali i nedostatke simulacionih metoda i tehnika ukoliko se žalimo baviti njima. Tako različiti autori navode ove prednosti i nedostatke. Kao osnovne prednosti korišćenja simulacije navode Sokolowski i Banks (2009):

1. Jednom izgrađeni model može se višestuko koristiti za analizu predloženih planova i politika.
2. Simulacione metode mogu se koristiti kao pomoć kod analize, čak iako su ulazni podaci na neki način nepotpuni.
3. Čest je slučaj da se simulacioni podaci mogu mnogo jeftinije dobiti od sličnih podataka iz realnog sistema.
4. Simulacione metode lakše je primeniti nego analitičke metode. Stoga je krug potencijalnih korisnika simulacionih metoda mnogo širi.
5. Analitički modeli uglavnom zahtevaju više pojednostavljanjućih pretpostavki koje ih čine matematički prilagodljivim. Simulacioni modeli takva ograničenja nemaju. Sa analitičkim modelima, najčešće se može izračunati jedino ograničeni broj merljivih karakteristika sistema, dok kod simulacionih modela generisani posaci mogu da se koriste za procenu bilo koje shvatljive i merljive karakteristike.
6. U nekim slučajevima simulacija je jedino sredstvo za rešavanje odgovarajućih problema.
7. Moguće je opisati i rešavati složene dinamičke probleme sa slučajnim promenljivim koji su nedostupni matematičkom modeliranju.

Druga grupa autora navodi još neke prednoti simulacije u odnosu na analizu:

▪ Simulacija je fleksibilna. Svaka situacija, ma kako složena bila, može se ispitati pomoću simulacije.

- Simulacijom se može odgovoriti na veliki broj različitih pitanja. Moguće je proceniti, na primer, vreme čekanja, stope uposlenosti i procenat greške na osnovu jednog jedinog modela.

- Simulaciju je lako shvatiti. U suštini, ona predstavlja samo odigravanje modelovane situacije. Za razliku od mnogih analitičkih modela, za razumevanje modela ovde nije potrebno veliko specijalističko znanje. (W.M.P. van der Aalst i Voorhoeve, 2010)

Simulacija takođe ima nekoliko nedostataka:

- Proučavanje simulacije može da oduzme dosta vremena. Ponekad je potrebno sprovesti veoma duge simulacije da bi se dobili pouzdani rezultati.

- Prilikom tumačenja rezultata simulacije treba biti vrlo oprezan. Određivanje pouzdanosti rezultata može da prevari.

- Simulacija ne nudi dokaze. Šta god se pojavi u jednom korektnom modelu simulacije može da se dogodi u realnosti, ali ne i obrnuto. U stvarnom svetu mogu se desiti stvari koje nismo videli tokom simulacije. (W.M.P. van der Aalst i Voorhoeve, 2010)

Prema Sokolovskom i Blankovoj (2009.) u nedostatke korišćenja simulacionog modela spadaju:

16

- Simulacioni modeli za digitalne računare mogu biti skupi i mogu zahtevati značajno vreme za izgradnju i validaciju.

- Zbog statističkog karaktera potrbno je izvođenje većeg broja eksperimenata kako bi se dobio odgovarajući uzrok rezultata simulacije, a već i pojedinačno izvođenje eksperimenata može zahtevati dosta vremena i memorije računara.

- Ne dobiju se zavisnosti izlaznih promenljivih od ulaznih promenljivih modela niti optimalna rešenja.

- Za ispravno korišćenje simulacionog modeliranja potrebno je poznavanje više različitih metoda i alata.

- Vrednovanje modela je dosta složeno i zahteva dodatne eksperimente.

Pored nekih navedenih nedostataka pri korišćenju simulacije koji se uglavnom odnose na troškove i vreme, mnogo je više prednosti i benefita koje donose ovi modeli. Velike mogućnosti savremenih računara, niži troškovi po operaciji i napredak u mentodologiji proširili su u zanačajnoj meri područje primene simulacije.

3.2.5.1.2. Primena simulacije

Prema Cruchant (1995) oblasti primene simulacije praktično su neograničene. Simulacija se danas koristi kao podrška dizajniranju u upravljanju lancem nabavki, analizi protoka radne snage i prolaznog vremena (throughput analysis), projektovanju prostorija firme, korišćenja i raspoređivanja resursa, upravljanju resursima i procesom promena.

Kada govorimo o simulaciji porebno je ispitati kada je simulacija primerena? Evo nekoliko primera:

- Dobija se uvid u postojeću ili predloženu buduću situaciju. Postavljanjem dijagrama i simuliranjem poslovnog procesa postaje jasno gde su kritični delovi. Te delove treba podrobnije ispitati.

- Stvarni eksperiment je preskup. Simulacija predstavlja kost-efektivan način da analiziramo nekoliko alternativa. Pokušaj i pogreška nije opcija kad se radi o unajmljivanju dodatnog osoblja ili o uvođenju sistema kupona za osveženje. Vi želite unapred da se uverite da li će neka mera imati željeni efekat. Simulacijom može da se uštedi mnogo novca, posebno kada se započinje novi poslovni proces.

- Stvarni eksperiment je suviše opasan. Neki eksperimenti se ne mogu sprovesti u stvarnosti. Pre nego što železnička kompanija instalira novi sistem za upravljanje saobraćajem, mora da proceni posledice po bezbednost. Treba zapamtiti, ipak, da sama simulacija ne može da se bavi pitanjima bezbednosti. Sama bezbednost mora se proveriti putem tehnike formalne analize, dok simulacija može da bude od pomoći u proceni, na primer, učinka. Isto važi i za druge procese u kojima je bezbednost od kritičnog značaja (npr., kad se radi o avio-saobraćaju ili nuklearnim reaktorima).

Progresivne organizacije koje koriste tehnološka dostignuća i žele da osvoje i/ili održe svoj tržišni udeo, koriste različite pristupe da bi u tome uspele. Neke se fokusiraju na „korisnički servis/usluge korisnicima“, neke se više bave oblašću „produktivnosti“, a

neke se vezuju za važno pitanje „kvaliteta i pouzdanosti“. Od nedavno, simulacija se uspešno primenjuje kao alat za modelovanje i analizu u prva dva slučaja. (Cruchant,1995)

Korisnički servis predstavlja sposobnost organizacije da stalno i dosledno pruža korisniku ono što mu treba i što želi. Korisnički servis može da funkcioniše kao telefonski servis (call centri), fabrike usluga (restorani, kopi centri), „prodajna mesta“ usluga (bolnice, radne za popravke) ili maloprodajni objekti. (Cruchant,1995)

Danas su 64 od 100 najpoznatijih kompanija uslužne kompanije. Korisnički servisi predstavljaju glavnu oblast primene simulacije zato što ukupno vreme čekanja može da dostigne 95% ukupnog vremena obrade u tipičnom uslužnom procesu, i, kao takvi, predstavljaju prirodnu oblast za proučavanje i analizu simulacije.

Simulacija procesa korisničkog servisa predstavlja jedinstveni izazov zato što su i predmeti čije tokove posmatramo i resursi ljudi. (Cruchant,1995)

Ljudi se ponašaju na daleko složeniji i nepredvidljiviji način nego proizvodi, dokumenti, oprema ili vozila. Vremenska i novčana ograničenja s kojima se korisnički servis suočava uvek su predstavljala veliki izazov za kompanije.

Modelovanje simulacije prema Cruchant (1995) pomaže kompanijama ne samo da nađu najbolji način da podignu nivo zadovoljstva korisnika a da pri tom ne ometaju tekuće procese korisničkog servisa, već i da sagledaju različite aspekte korisničkog servisa kao što su tok procesa, komunikacija sa korisnicima, postupanje sa problemima i rešavanje problema i povratna sprega.

Simulacijom se mogu otkriti uska grla čija je posledica preobimna zaliha proizvoda i niska opterećenost resursa i mašina. Simulacijom se mogu proceniti učinak mašina, vremenski ciklusi i podaci iz oblasti proizvodnje (ukupni delovi, škart, prolazno vreme, broj proizvoda po satu), nivo greške i mogu se oceniti različita pravila planiranja koja su značajna za efikasnu kontrolu proizvodnje, na primer, vremenski ciklus proizvoda može se skratiti, greške i defekti se mogu eliminisati, a time se produktivnost popravlja. (O’Kane i dr., 2007)

Veliki broj menadžera koji koriste tehnologiju danas u velikoj meri primenjuje simulacije kad treba da testira nove ideje i opcije pre nego što te ideje stvarno primeni.

Na primer, simulacija se može primeniti za dizajniranje i analizu novog sistema procesa proizvodnje da bi se neka komponenta koja je dotad poručivana spolja proizvela i sklopila u samoj organizaciji, ili da se proceni uticaj primene pokretne trake na konačno sklapanje (montažu) proizvoda. Na ovaj način se može utvrditi da li proizvodni tokovi i procesi mogu da se optimizuju, a troškovi smanje. (O'Kane i dr., 2007)

Simulacijom se može pokazati kako će procesi funkcionisati kada se uvedu, modifikuju ili povuku promenljive koje na njih utiču u poređenju sa postojećim (procesima). Simulacija daje mogućnost organizacijama da efektivno analiziraju i prerade svoje procese, na najbolji mogući način, primenom „šta-ako" scenarija i izbegavanjem rizika i troškova neuspeha. Ova značajna mogućnost da verno imitiraju karakteristike stvarnih sistema, kao što je slučajnost (nepravilnost) ili varijabilnost navela je firme da koriste alate simulacije kao modelarsku glinu da proučavaju buduće poslovne scenarije i upravljaju brzim promenama u tržišnom okruženju. Postoje valjani razlozi da organizacije više koriste simulacije i da maksimizuju korist koja se može izvući iz njihove primene. (O'Kane i dr., 2007)

Kad koristi modele simulacije, menadžer može eksplicitno da predstavi sebi kako jedna operacija funkcioniše u uslovima različitih inputa i kako neka nova ili predložena operacija može da se ponaša u uslovima istih ili različitih inputa.

Ova sposobnost da na lak način konstruiše i realizuje modele i da pravi statistiku i animacije u vezi sa rezultatima predstavlja glavnu prednost simulacije. (Cruchant,1995)

Simulacija se pokazala kao pouzdan naučni metod i alat za podršku odlučivanju koji može da pomogne u procesu stalnog usavršavanja, pomoću analize i procene „šta-ako" scenarija. (O'Kane i dr., 2007)

Primena simulacija je posebno zastupljena u oblastima kao što su vlada, odbrana, računarski i komunikacijski sistemi, proizvodnja, transport (kontrola letenja), zdravstvo, ekologija i životna sredina, sociološke studije i studije ponašanja, bionauke, epidemiologija, usluge (raspoređivanje bankarskih službenika), ekonomija i analiza poslovanja.

Kada se pametno upotrebe, modelovanje i analiza simulacija omogućavaju prema Anu (1997):

▪ Bolje shvatanje sistema time što se razvija matematički model sistema koji nas interesuje i detaljno posmatra rad sistema tokom dugih vremenskih perioda.

▪ Testiranje hipoteze o sistemu na izvodljivost.

▪ Komprimovanje vremena da bi se posmatrale određene pojave tokom dužih vremenskih intervala ili produžavanje vremena da bi se detaljno posmatrala neka složena pojava.

▪ Proučavanje efekata nekih informatičkih, organizacionih, ekoloških ili političkih promena na rad sistema tako što ćemo menjati model sistema; ovo se može postići a da se ne ugrožava realni sistem a takođe se značajno smanjuje rizik od eksperimentisanja sa realnim sistemom.

▪ Eksperimentisanje sa novim ili nepoznatim situacijama o kojima imamo samo nejasne informacije.

▪ Identifikovanje „pokretačkih" varijabli – onih na koje su mere učinka najosetljivije – i među-odnosa koji vladaju među njima.

▪ Identifikovanje uskih grla u toku celina (materijala, ljudi, itd.) ili informacija.

▪ Primenu metrike višestrukog učinka za analizu konfiguracije sistema.

▪ Primenu sistemskog pristupa rešavanju problema.

▪ Razvijanje dobro dizajniranih i otpornih sistema i skraćenje vremena potrebnog za razvijanje sistema.

3.2.5.1.3. Uloga simulacije u TQM

Ponovno promišljanje, redizajniranje i restruktuiranje poslovnih procesa, kao u „reinženjeringu poslovnih procesa" (BPR), mnoge firme posmatraju kao rešenje jednog opsežnog zahteva za dramatično poboljšanje kvaliteta, troškova, usluga i brzine fleksibilnosti i inovacija i postizanje glavnih poslovnih ciljeva. (O'Kane i dr., 2007)

Isto tako, zahvaljujući izvanrednim rezultatima japanskih kompanija tokom 1980ih, mnoge kompanije u svetu prepoznale su efektivnost filosofije upravljanja ukupnim kvalitetom (TQM). Primena filosofije TQM navela je mnoge organizacije širom sveta da poboljšaju učinak u svim aspektima, među kojima su profitabilnost, prinosi, troškovi, kapitalni troškovi, ukupna aktiva i porast tržišnog udela. TQM i BPR

shvatali su se kao dva potpuno različita programa poboljšaanja uglavnom zbog ritma, potrebnog vremena i inicijativa za promene. (O'Kane i dr., 2007)

Osnovne pretpostavke TQM i BPR se razlikuju. TQM podrazumeva da su postojeće prakse ili sistemi uglavnom ispravni i korisni. Cilj TQM jeste sprovesti unapređenja polazeći od postojećeg sistema. Međutim, BPR podrazumeva suprotne pretpostavke. Prema BPR-u postojeći sistem je beskoristan. Za razliku od TQM -a koji ima za cilj nesmetana i inkrementalna poboljšanja, BPR je usmeren na dramatične rezultate.

Ipak oni imaju neke zajedničke odlike, što predstavlja osnovu za moguće integrisanje TQM i BPR u okviru koncepta poboljšanja kvaliteta, za šta se zalaže veliki broj teoretičara i praktičara.

Prema O'Kane i dr. (2007) navodi se da organizacije koje efektivno da kombinuju TQM i BPR mogu da budu veoma uspešne u postizanju održive konkurentske prednosti.

TQM i BPR orijentisani su ka korisnicima. Imaju za cilj poboljšanje zadovoljstva korisnika. Takođe, predlažu organizacijama da sagledaju kvalitet van svojih okvira, odnosno sugerišu da organizacije treba posmatraju kvalitet sa stanovišta korisnika. Takođe, TQM i BPR su procesno orijentisani. Podrška najvišeg rukovodstva je od velike važnosti za ova dva pristupa, naglašavaju značaj timskog rada. Obe ove filosofije primenjivane su u poboljšavanju i efektivnosti centralne funkcije u organizacijama i operacionoj funkciji. Sve u svemu, glavni cilj obe ove filozofije jeste da smanje troškove i isporuče bolje proizvode i usluge korisnicima.

Danas mnoge manje organizacije usvajaju i primenjuju spojene TQM/BPR programe a tehnika koja se dosad malo isticala, ali može da posluži kao pokretač jeste simulacija.

Deming navodi da organizacije treba da prate, kontrolišu i stalno poboljšavaju svoje radne procese i sisteme primenom naučnog pristupa. Eliminacija otpada predstavlja osnovni princip u okruženju TQM. (O'Kane i dr., 2007)

Crosby (1979) u svojih 14 koraka procesa poboljšanja kvaliteta, i Juran u svojoj „Spirali kvaliteta" zalažu se za uspostavljanje merila za kvalitet u svim aktivnostima i postavljaju jedan niz ciljeva. Simulacijom dizajna i operacionih politika neke montažne

trake mogu se verifikovati zahtevi za profitabilnost na dnevnoj bazi, pod uslovom da je radna snaga ostvarila skup odgovarajućih dnevnih ciljeva. Pored toga, simulacija se može koristiti za svođenje prolaznog vremena na najmanju meru, čime se obezbeđuje izvanredan korisnički servis, a što i jeste najvažniji deo filosofije TQM. (O'Kane i dr., 2007)

Za primenu TQM značajni su učestvovanje i timski rad, pošto su za TQM potrebne i kreativne ideje zaposlenih i njihova posvećenost, posebno u kros-funkcionalnim timovima koji se bave odnosima između kupaca i dobavljača. Odlika animacije u simulaciji omogućava timovima da sagledaju kako ceo sistem funkcioniše kao celina. To može dovesti do promene u ponašanju različitih kros-funkcionalnih timova, pošto će svaki pojedinačni tim moći da posmatra kako njihovo ponašanje utiče na druge timove. (O'Kane i dr., 2007)

3.2.5.2. Markovljevi procesi

Markovljevi procesi su korisni za proučavanje stohastičkih procesa preko ponovljenih ispitivanja. Ponavljanja su često uzastopni vremenski periodi gde se stanje sistema u bilo kom određenom periodu ne mogu odrediti sa sigurnošću. Umesto toga, prelazna verovatnoća se koristi da opiše način na koji sistem prelazi iz jednog perioda u sledeći. Iz tog razloga nas interesuje verovatnoća da će sistem biti u određenom stanju za dati period vremena. Markovljevi procesi se koriste da opišu verovatnoću da će mašina koja u određenom vremenskom periodu funkcioniše nastaviti da odgovarajuće funkcioniše ili će presteti sa radom u nardnom periodu. Takođe se koriste da pokažu verovatnoću da će kupac koji kupuje brend A u jednom periodu u narednom periodu kupovati brend B. (Anderson i dr., 1994)

Ponekad nas zanima kako se stanje nekog sistema menja s vremenom. Ako stanje sistema predstavlja vrednost slučajne promenljive, nas zanima promena slučajne promenljive u zavisnosti od vremena. Ponašanje posmatranog sistema opisuje se stohastičkim procesom. Jedan od oblika stohastičkog procesa je Markovljev proces čije su osnovne ideje date u nastavku.

Slučajno pomeranje je jednostavni primer Markovljevog lanca. Ako je poznat položaj u trenutku t_n, tada budući položaj ne zavisi od načina na koji se došlo u tu tačku. Ovo se svojstvo naziva odsustvo pamćenja ili Markovljevo svojstvo.

Prema Vukadinoviću (1975.) definicija Markovljevih procesa data je na sledeći način: Neka je dat diskretan stohastički proces $X(t)$ koji opisuje sistem s mogućim stanjima $x_0, x_1, \ldots, x_i, \ldots$. i $p_{ij}(t_0,)$ je uslovna verovatnoća da se sistem u trenutku $t=t_0+ \ , \ >0$, nađe u stanju x_j ako je u trenutku t_0 bio u stanju x_i, tj.

$$p_{ij}(t_0, \ ) = P\left(X(t_0 + \ ) = x_j \middle| X(t_0) = x_i\right). \qquad (5)$$

Ako za diskretni proces $X(t)$ verovatnoća $p_{ij}(t_0, \ )$ zavisi samo od veličina $i, j, t_0, \ $, takav se proces naziva Markovljev proces prvog reda. To zapravo znači da stanje sistema u trenutku $t=t_0+ \ $ (u budućnosti), zavisi samo od toga u kojem se stanju taj proces nalazi u sadašnjem trenutuku t_0, a ne zavisi od toga kako se odgovarajući proces ponašao do trenutka t_0 (u prošlosti).

Prema Vukadinoviću (1975.) klasifikacija Markovljevih procesa slična je klasifikaciji stohastičkih procesa, prema prirodi skupa T s parametrom koji može biti i vreme t i prema prirodi prostora stanja sistema S.

Prema prirodi sistema T razlikuju se dve vrste Markovljevih stohastičkih procesa:

s diskretnim vremenom (Markovljevi lanci), gde su prelazi iz jednog stanja u drugo mogući samo u tačno određenim trenucima $t_1, t_2, \ldots, t_k, \ldots$, i

s neprekidnim vremenom, gde je prelaz iz jednog stanja u drugo moguć u proizvoljnom trenutku (neprekidni Markovljevi lanci).

S obzirom na prostor stanja sistema S, postoji diskretan i kontinuirani prostor stanja, a u slučaju diskretnog prostora stanja Markovljev proces se naziva Markovljev lanac.

Kod Markovljevih lanaca stanje sistema u trenutku t opisano je slučajnom promenljivom X_n diskretnog tipa sa skupom vrednosti $\{x_1, x_2, \ldots\}$, a razvoj sistema S tokom vremena opisana je, dakle, nizom slučajnih promenljivih $X_0, X_1, X_2, \ldots$.

Zakon raspodele verovatnoće Markovljevog lanca s diskontinuiranim vremenom određen je (Tourki, 1986.):

početnom verovatnoćom $p(0)$.

uslovnom verovatnoćom $p_{ij} = P\,(X(t_{i+1}) = x_j \mid X(t_i) = x_i)$ za trenutke t_{i+1} t_i 0 i stanja x_i i x_j,

verovatnoćama $p_i = P\,(X(t_i) = x_i)$, za trenutak t_i i stanje x_i."

Verovatnoće p_{ij} nazivaju se prelaznim verovatnoćama, a one označavaju da se sistem u trenutku t_{i+1} nađe u stanju x_j pod uslovom da je u trenutku t_i bio u stanju x_i. Ove verovatnoće formiraju matricu prelaznih verovatnoća koja je specifična za svaki Markovljev lanac (Tourki, 1986.):

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix}. \qquad (6)$$

Prema (Hess, 2004), dobijanje rešenja Markovljevog modela uključuje tri koraka:

1. Postavljanje modela. Razvoj Markovljevog dijagrama stanja sastoji se od određivanja stanja sistema, prelaza između tih stanja i verovatnoća prelaza.

2. Izvođenje jednačina. Dijagram stanja koji je konstruisan u prethodnom koraku treba pretvoriti u sistem linearnih diferencijalnih jednačina. Izvođenje jednačina iz dijagrama stanja je dugotrajan proces podložan greškama za Markovljeve modele sa četiri i više stanja. (Pukite i Pukite, 1998)

3. Rešavanje jednačina stanja Laplaceovim transformacijama. Markovljev model rezultira sa linearnim diferencijalnim jednačinama za verovatnoće stanja. Ove jednačine treba rešiti da bi se dobile konačne verovatnoće stanja.

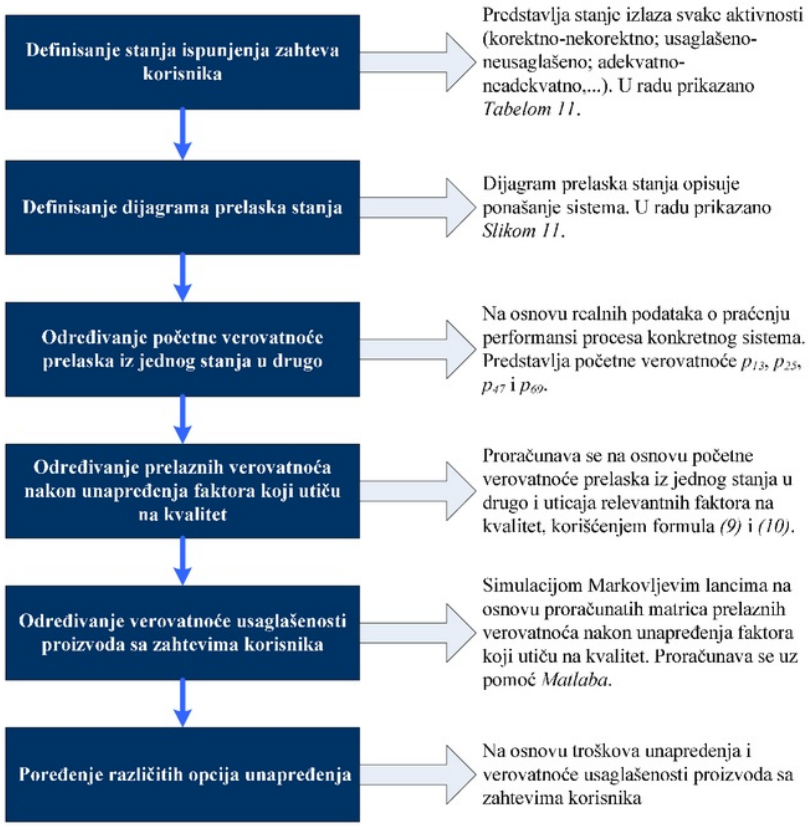
Za računarsku podršku simulaciji putem Markovljevih lanaca postoje različiti računarski programi. Jedan od njih je Matlab, koji složeni postupak proračuna diferencijalnih jednačina može znatno skratiti i pojednostaviti.

3.2.5.3. Metoda izbora optimalne strategije

Nezamenjivo mesto i ulogu u procesu donošenja odluka, odnosno u poslovnom odlučivanju u vezi izbora "najboljeg" rešenja (najbolje kombinacije faktora koji će u najvećoj meri obezbediti ispunjenje zahteva korisnika), imaju matematički modeli. Modeli se koriste za istraživanje alternativa faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, pre

nego se počne praktično delovati. Verovatnoća realizacije određene strategije koja se utvrđuje matematičkim putem naziva se objektivna verovatnoća, za razliku od subjektivne verovatnoće, koja ima manju vrednost od objektivne, a do koje se dolazi procenom na temelju prošlih iskustava odnosno sudova. Objektivna verovatnoća je zasnovana na činjenicama, eksperimentu ili analizi. Subjektivna verovatnoća je zasnovana na nečijem mišljenju. Cilj primene matematičkih modela i simulacija je upravo obezbeđivanje što više objektivnih informacija u uslovima donošenja odluka u neizvesnosti, tj. u stohastičkim sistemima kao što su sistemi menažmenta kvaliteta.

U nastavku rada biće prikazana metoda izbora optimalne strategije unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda primenom Markovljevih procesa. Na Slici 10 prikazan je algoritam izbora optimalne strategije primenom Markovljevih lanaca sa objašnjenjima za svaki korak.

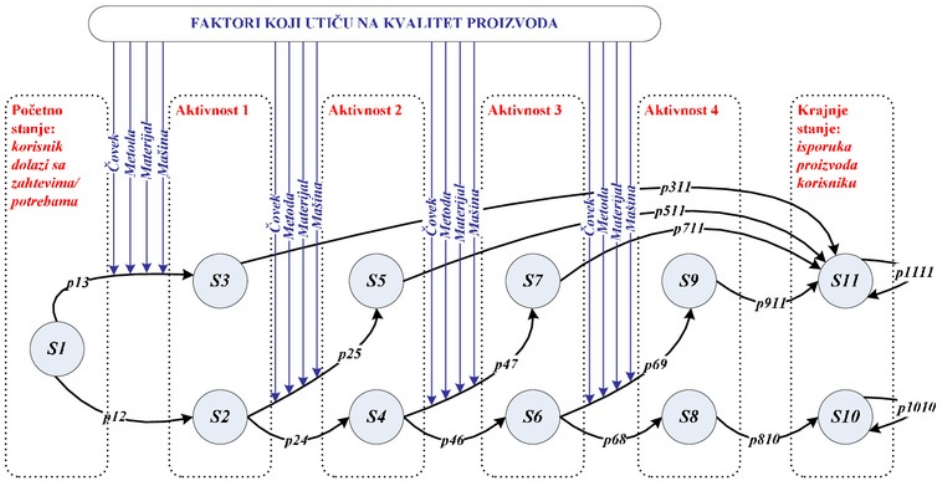


Slika 10 Algoritam izbora optimalne strategije

Pretpostavimo da želimo da modeliramo kretanje isporuke usaglašenih proizvoda u zavisnosti od promene faktora koji utiču na kvalitet, što direktno utiče na zadovoljstvo korisnika. U tabeli koja sledi navode se moguća stanja usaglašenosti izlaza svih aktivnosti.

Tabela 11 Moguća stanja izlaza aktivnosti

Aktivnost	**Stanja izlaza**	**Oznaka**
Početno stanje	Korisnik dolazi sa zahtevima/potrebama	***S1***
Aktivnost 1	Izlaz iz aktivnosti 1 je usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S2***
	Izlaz iz aktivnosti 1 nije usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S3***
Aktivnost 2	Izlaz iz aktivnosti 2 je usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S4***
	Izlaz iz aktivnosti 2 nije usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S5***
Aktivnost 3	Izlaz iz aktivnosti 3 je usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S6***
	Izlaz iz aktivnosti 3 nije usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S7***
Aktivnost 4	Izlaz iz aktivnosti 4 je usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S8***
	Izlaz iz aktivnosti 4 nije usaglašen sa zahtevima/potrebama	***S9***
Krajnje stanje	1) Isporučen usaglašen proizvod 2) Isporučen neusaglašen proizvod	***Sn*** ***Sn+1***



Slika 11 Dijagram prelaska stanja

Na verovatnoću da krajnji rezultat procesa bude (ne)usaglašen (u stanju S_n ili S_{n+1}) utiču neusaglašenosti izlaza svake aktivnosti, koje su uslovljene različitim kombinacijama faktora koji utiču na kvaliteta. Na osnovu podataka o praćenju perfomansi procesa u proteklom periodu, moguće je utvrditi verovatnoće prelaska iz jednog stanja u drugo (Slika 11).

Kako su verovatnoće prelaska: slika 11

$$p_{311} = p_{511} = p_{711} = p_{911} = p_{810} = 1 \quad (7)$$

$$p_{13} + p_{12} = 1; p_{24} + p_{25} = 1; p_{46} + p_{47} = 1; p_{68} + p_{69} = 1 \quad (8)$$

zaključujemo da je verovatnoća da sistem bude u stanju S_n ili S_{n+1} određena sa verovatnoćama prelaza p_{13}, p_{25}, p_{47} i p_{69}. Smanjenjem ovih verovatnoća (neusaglašenosti izlaza iz aktivnosti), tj. poboljšanjem performansi procesa, povećavamo verovatnoću isporuke usaglašenog proizvoda. Unapređenje faktora koji imaju određeni uticaj na kvalitet izlaza iz svake aktivnosti (prikazano u Tabeli 7) smanjuje verovatnoću neusaglašenosti izlaza iz aktivnosti (p_{13}, p_{25}, p_{47} i p_{69}).

Pretpostavimo da je dat skup verovatnoća neusaglašenosti proizvoda za svaku aktivnost $\mathbf{q_{0l}}$, $\mathbf{1 \leq l \leq N}$. Ukoliko želimo da unapredimo kvalitet proizvoda biramo neki scenario $\mathbf{s}$ unapređenja faktora koji utiču na kvalitet rezultata aktivnosti. Za svaki faktor, na svakoj aktivnosti, bira se jedna akcija unapređenja iz skupa $\mathbf{A}$. Ukupni troškovi unapređenja kvaliteta su jednaki $\mathbf{C_s}$, a samo unapređenje merimo pomoću promene verovatnoće neusaglašenosti izlaza date aktivnosti

$$q_{sl} = q_{0l} - q_{0l} \sum_{j=1}^{K} \delta_{ij}^{l}, \forall\, l \in \{1, \dots, N\}, \quad (9)$$

odnosno verovatnoće usaglašenosti izlaza date aktivnosti

$$p_{sl} = 1 - q_{sl}. \quad (10)$$

Na osnovu procenjene vrednosti troškova unapređenja pojedinih faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i raspoloživih finansijskih sredstava (budžeta za unapređenje), definišemo moguće varijante (kombinacije) unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Svaka varijanta (kombinacija) unapređenja ima različit uticaj na verovatnoće prelaska iz jednog stanja u drugo, što ukupno rezultira krajnjom verovatnoćom isporuke

usaglašenog proizvoda. Ovu verovatnoću da sistem bude u stanju S_n ili S_{n+1}, možemo odrediti pomoću simulacije putem Markovljevih lanaca.

4. PRIMENA MODELA UPRAVLJANJA FAKTORA KOJI UTIČU NA KVALITET PROIZVODA

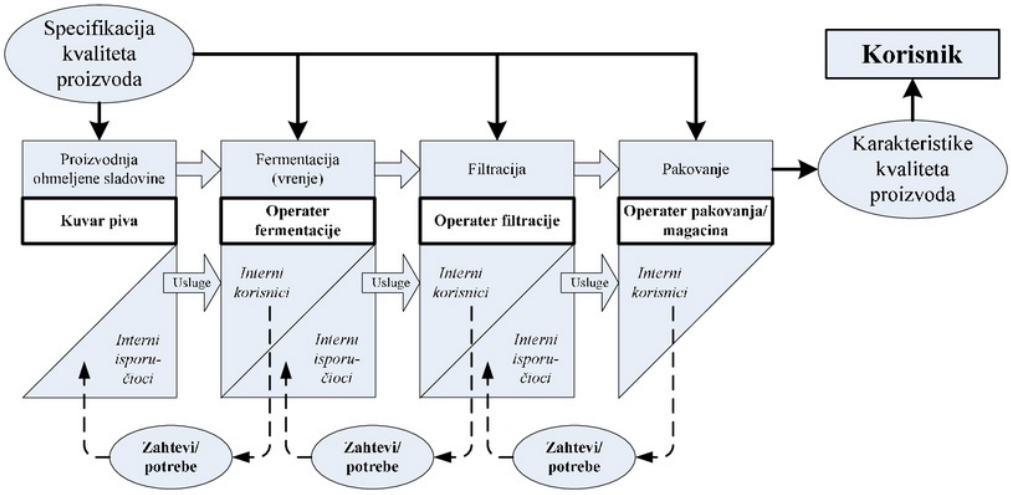
4.1. Validacija modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda

Pre primene modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda potrebno je izvršiti validaciju definisanog modela. Validacijom ispitujemo koliko verno i precizno jedan model predstavlja realni system poređenjem ulazno – izlaznih transformacija modela i realnog sistema. Prema Kelton et al. (2010) validacija simulacionog modela je proces obezbeđivanja da se ponaša isto kao realan system. Kako je model aproksimacija ili predstavljanje realnog sistema, nikada ne može biti apsolutno validiran. Prema Banksu (1998) validacija je "određivanje da je konceptualni model tačan prikaz realnog sistema".

Validacija definisanog modela za modelovanje faktora koji imaju uticaj na kvalitet proizvoda izvršena je u organizaciji koja se bavi proizvodnjom piva u periodu decembar 2012.-decembar 2013. god. U posmatranom periodu izvršeno je praćenje karakteristika kvaliteta procesa i proizvoda i promena faktora koji imaju uticaj na kvalitet proizvoda. Validacija modela sastoji se iz dva dela:

1) validacije proračuna uticaja promene faktora na kvalitet i

2) validacije primene simulacije (Markovljevim lancima) za određivanje usaglašenosti finalnog proizvoda sa specifikacijom.



Slika 12 Validacija modela - aktivnosti procesa proizvodnje i nosioci aktivnosti

Na Slici 12 prikazan je blok dijagram procesa proizvodnje piva i nosioci pojedinih aktivnosti koji predstavljaju i interne isporučioce/korisnike. Za svaki proizvod i poluproizvode po fazama, jasno su definisane karakteristike kvaliteta u proizvođačkim specifikacijama. U svakoj proizvodnoj fazi i na finalnom proizvodu prati se parametar **FTR** *(First Time Right)* koji pokazuje procenat usaglašenosti sa specifikacijom.

U Tabeli 12 prikazane su potrebe korisnika (zainteresovanih strana) po pojedinim proizvodnim fazama. U Tabeli 13 izvršeno je vrednovanje značaja potreba korisnika od strane svih relevantnih korisnika po pojedinim fazama procesa proizvodnje.

U Tabeli 14 izvršena je identifikacija faktora koji imaju uticaj na ispunjenje poteba korisnika, tj. karakteristike kvaliteta proizvoda. Za svaki faktor izvršeno je vrednovanje uticaja na kvalitet, uzimajući u obzir značaj potrebe za korisnika (određen u Tabeli 13).

U posmatranom periodu (decembar 2012.-decembar 2013.) primenjene su sledeće mere unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda:

1. Sprovođenje audita dobavljača krupice i nalaganje sprovođenja korektivnih mera u cilju unapređenja kvaliteta isporuke;

2. Obuka kuvara piva (merenje OG u pivu; tok procesa u proizvodnji; SAP; 5Why i DAS analiza);
3. Obuka operatera fermentacije (način izdvajanja kvasca; šema panela kod propagacije; tok procesa u proizvodnji; SAP; 5Why i DAS analiza);
4. Obuka operatera filtracije (frekvencija mikrobioloških uzoraka; tok procesa u proizvodnji; CIP pranje druk tankova na filtraciji; SAP; 5Why i DAS analiza);
5. Obuka operatera pakovanja/magacina (tok procesa u proizvodnji; SAP; spremanje mašine za punjenje i upravljanje; rad sa ATP brisevima; merenje sadržaja CO2 u finalnoj proizvodnji i stranih gasova u grliću boce; merenje nivoa piva u bocama; bezbednost proizvoda).
6. Unapređenje metode rada na aktivnosti proizvodnja ohmeljene sladovine (unapređenje ZA.PP.UP.01 Uputstvo za prijem sirovina i ZA.PP.UP.06 Uputstvo za hlađenje sladovine).

U Tabeli 15 prikazane su navedene akcije unapređenja sa utvrđenim uticajem na kvalitet iz Tabele 14. U Tabeli 16 prikazane su vrednosti FTR za svaku fazu proizvodnje za početak i kraj posmatranog perioda.

Potrebno je izvršiti validaciju proračuna uticaja promene faktora na parametre kvaliteta (FTR) za vrednosti parametara prikazane u Tabeli 16. Merenje unapređenja sprovodi se na osnovu proračuna smanjenja vrednosti neusaglašenosti izlaza pojedinih aktivnosti (faza proizvodnje) usled unapređenja pojedinih faktora koji imaju uticaj na kvalitet. Polazeći od vrednosti FTR na kraju 2012 dobijamo da su vrednosti neusaglašenosti sa specifikacijom po pojedinim fazama:

$$\mathrm{NonFTR}_{\mathrm{Brewhouse}} = 1 - 0.942 = 0.058$$

$$\mathrm{NonFTR}_{\mathrm{Fermentation}} = 1 - 0.944 = 0.056$$

$$\mathrm{NonFTR}_{\mathrm{BBT}} = 1 - 0.979 = 0.021$$

$$\mathrm{NonFTR}_{\mathrm{Packaging}} = 1 - 0.905 = 0.095$$

Primenom akcija unapređenja pojedinih faktora (definisanih u Tabeli 15) eliminišemo deo neusaglašenosti prouzrokovan tim faktorima, čime smanjujemo

vrednosti neusaglašenosti, tako da dobijamo nove vrednosti neusaglašenosti sa specifikacijom po pojedinim fazama:

$$\text{NonFTR}_{\text{Brewhouse}} = 0.058 - 0.058(0.0281 + 0.1217 + 0.2854) = 0.058 - 0.025 = 0.033$$
$$\rightarrow \text{FTR}_{\text{Brewhouse}} = 1 - 0.033 = 0.967$$

$$\text{NonFTR}_{\text{Fermentation}} = 0.056 - 0.056(0.0323) = 0.056 - 0.0018 = 0.0542$$
$$\rightarrow \text{FTR}_{\text{Fermentation}} = 1 - 0.0542 = 0.9458$$

$$\text{NonFTR}_{\text{BBT}} = 0.021 - 0.021(0.0738) = 0.021 - 0.0015 = 0.0195 \rightarrow \text{FTR}_{\text{BBT}}$$
$$= 1 - 0.0195 = 0.9805$$

$$\text{NonFTR}_{\text{Packaging}} = 0.095 - 0.095(0.1165) = 0.095 - 0.011 = 0.084 \rightarrow \text{FTR}_{\text{Packaging}}$$
$$= 1 - 0.033 = 0.916$$

U Tabeli 17 prikazane su proračunate i realne vrednosti parametara FTR kao i apsolutna i relativna greška proračuna. Na osnovu dobijenih vrednosti zaključujemo da model za određivanje uticaja promene faktora na unapređenje kvaliteta ne pravi grešku veću od 1% što je izuzetno zadovoljavajuće. Ovakvim modelom možemo predvidati promenu parametara kvaliteta izlaza pojedinih aktivnosti (proizvodnih faza) u zavisnosti od promene (unapređenja) relevantnih faktora.

Nakon validacije uticaja promene faktora na unapređenje kvaliteta izvršena je validacija primene simulacije Markovljevim lancima za određivanje usaglašenosti finalnog proizvoda sa specifikacijom. U Tabeli 18 prikazana su moguća stanja izlaza aktivnosti (pojedinih faza proizvodnje), a vrednosti parametara prikazane su u Tabeli 16. Za definisani dijagram prelaska stanja (Slika 13), definisane su matrice verovatnoće prelaza za vrednosti parametara iz perioda decembar 2012. i decembar 2013. (Tabela 19). Simulacija je sprovedena primenom Matlab algoritma na primeru 100 serija (ciklusa), što je sasvim dovoljno da sistem bude u stacionarnom stanju. Dobijene su sledeće vrednosti za verovatnoće stanja S10 "Proizveden je usaglašen proizvod" *(FTR Final Product)* i S11 "Proizveden je neusaglašen proizvod":

Kraj 2012: $P_{10} = 0.955 =$ **95.5%**; $P_{11} = 0.045 = 4.5\%$
Kraj 2013: $P_{10} = 0.960 =$ **96%**; $P_{11} = 0.040 = 4\%$

Poređenjem dobijenih vrednosti sa realnim iz Tabele 16 uočavamo grešku od samo **0.2%** (95.5% - 95.3%) za period decembar 2012. dok je za period decembar 2013.

greška proračuna nula. Ovako mala (neznatna) greška proračuna ukazuje da je model izuzetno tačan i precizan. I mesečni rezultati kontrole kvaliteta finalnog proizvoda (Tabele 20 i 21) pokazuju unapređenje kvaliteta proizvoda u posmatranom period decembar 2012.-decembar 2013. kroz smanjenje broja neusaglašenosti sa devet na tri.

Tabela 12 Validacija modela - korisnici i njihove potrebe

Naziv aktivnosti	**Radno mesto koje realizuje aktivnost**	**Korisnici**	**Opis potreba korisnika**
Proizvodnja ohmeljene sladovine	Kuvar piva	Operater fermentacije	Proizvodnja ohmeljene sladovine u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
		Kuvar piva	Proizvodnja ohmeljene sladovine u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
		Tehnolog	Proizvodnja ohmeljene sladovine u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
Fermentacija (vrenje)	Operater fermentacije	Operater fermentacije	Sprovođenje fermentacije u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
		Tehnolog	Sprovođenje fermentacije u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
Filtracija	Operater filtracije	Operater filtracije	Sprovođenje filtracije u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
		Tehnolog	Sprovođenje filtracije u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
Pakovanje	Operater pakovanja/magacina	Operater pakovanja/magacina	Pakovanje u skladu sa proizvođačkom specifikacijom
		Tehnolog	Pakovanje u skladu sa proizvođačkom specifikacijom

Tabela 13 Validacija modela - definisanje značaja potreba korisnika

Aktivnost	**Opis potreba**	**Značaj za korisnika**					
		Kuvar piva	*Operater fermentacije*	*Operater filtracije*	*Operater pakovanja/ magacina*	*Tehnolog*	***Prosečno***
Proizvodnja ohmeljene sladovine	Original extract of casting or cold wort ± 0.3°P	1				2	**1.5**
	Total brewing time < 15 mins	5				5	**5**
	Aeration target ± 10% of setpoint	4	3			4	**3.66**
Fermentacija (vrenje)	Filling time ± 60 Min		1			2	**1.5**
	Yeast dosage ± 10% of setpoint		3			3	**3**
	Fermentation speed ± 12.5%		3			3	**3**
	Dead cells < 5%		3			3	**3**
	Yeast residence time (Yeast dosed) < 3 days		4			4	**4**
	Harvest moment ± 4 Hr		2			4	**3**
Filtracija	Original gravity or Alcohol by volume within specification			4		5	**4.5**
	Oxygen within specification			4		5	**4.5**
	CO2 within specification			3		5	**4**

Aktivnost	Opis potreba	Značaj za korisnika					
		Kuvar piva	*Operater fermentacije*	*Operater filtracije*	*Operater pakovanja/ magacina*	*Tehnolog*	***Prosečno***
	Turbidity within specification			2		3	**2.5**
	Colour within specification			2		3	**2.5**
Pakovanje	Pasteurisation Units within specification				4	5	**4.5**
	Filling levels within specification				3	4	**3.5**
	Oxygen pick-up during filling and dosing within specification				3	5	**4**
	Packaging Consumer Quality Index ≥ 75 points				4	5	**4.5**
	Packaging Logistics Quality Index ≥ 75 points				3	4	**3.5**

Tabela 14 Validacija modela - utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva

AKTIVNOST: *Proizvodnja ohmeljene sladovine*										
Faktori / **Zahtevi**	*Slad*	*Krupica*	*Hmelj*	*Mlin za mlevenje slada*	*Kotao za krupicu*	*Kazan za kuvanje*	*Oprema za aeraciju*	*Kuvar piva*	*Metoda*	***Značaj***
Original extract of casting or cold wort ± 0.3°P	4	2				4		2	3	**1.5**
Total brewing time < 15 mins				2	2	4		2	3	**5**
Aeration target ± 10% of setpoint							5		3	**3.66**
Ukupno	**6**	**3**	**0**	**0**	**10**	**26**	**18.3**	**13**	**30.48**	
%	**5.62**	**2.81**	**0.00**	**0.00**	**9.37**	**24.35**	**17.14**	**12.17**	**28.54**	

AKTIVNOST: *Fermentacija (vrenje)*					
Faktori / **Zahtevi**	*Kvasac*	*Oprema za fermentaciju*	*Operater fermentacije*	*Metoda*	***Značaj***
Filling time ± 60 Min		3			**1.5**
Yeast dosage ± 10% of setpoint	3	4		4	**3**
Fermentation speed ± 12.5%	4		2	4	**3**
Dead cells < 5%	4	4		5	**3**
Yeast residence time (Yeast dosed) < 3 days	4	4		5	**4**
Harvest moment ± 4 Hr	3	3		3	**3**
Ukupno	**58**	**53.5**	**6**	**68**	
%	**31.27**	**28.84**	**3.23**	**36.66**	

AKTIVNOST: *Filtracija*

Faktori **Zahtevi**	*Kiseigur filter*	*Tank za filtrirano pivo*	*Oprema za razblaživanje sa deaerisanom vodom*	*Operater filtracije*	*Metoda*	*Značaj*
Original gravity or Alcohol by volume within specification			4	3	4	**4.5**
Oxygen within specification		2	5		4	**4.5**
CO2 within specification		2	5		4	**4**
Turbidity within specification	5				4	**2.5**
Colour within specification			4		3	**2.5**
Ukupno	**12.5**	**17**	**70.5**	**13.5**	**69.5**	
%	**6.83**	**9.29**	**38.52**	**7.38**	**37.98**	

AKTIVNOST: *Pakovanje*

Faktori **Zahtevi**	*Oprema za punjenje*	*Ambalaža*	*Operater pakovanja/magacina*	*Metoda*	*Značaj*
Pasteurisation Units within specification	5			5	**4.5**
Filling levels within specification	5	3	2	4	**3.5**
Oxygen pick-up during filling and dosing within specification	5		2	4	**4**
Packaging Consumer Quality Index ≥ 75 points	5	5	2	4	**4.5**
Packaging Logistics Quality Index ≥ 75 points	5	5	2	4	**3.5**
Ukupno	**100**	**50.5**	**31**	**84.5**	
%	**37.59**	**18.98**	**11.65**	**31.77**	

Tabela 15 Validacija modela - akcije unapređenja i uticaj unapređenja faktora na kvalitet

Aktivnost: Proizvodnja ohmeljene sladovine		
Faktor: Slad		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 1	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Krupica		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 2	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 3	*Sprovođenje audita dobavljača krupice i nalaganje sprovođenja korektivnih mera u cilju unapređenja kvaliteta isporuke*	***0.0281***
Faktor: Hmelj		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 4	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Mlin za mlevenje slada		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 5	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Kotao za krupicu		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 6	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Kazan za kuvanje		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 7	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Oprema za aeraciju		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 8	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Kuvar piva		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 9	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 10	*Obuka kuvara piva (merenje OG u pivu; tok procesa u proizvodnji; SAP; 5Why i DAS analiza)*	***0.1217***
Faktor: Metoda		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 11	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 12	*Unapređenje metode rada (unapređenje ZA.PP.UP.01 Uputstvo za prijem sirovina i ZA.PP.UP.06 Uputstvo za hlađenje sladovine)*	***0.2854***
Aktivnost: Fermentacija (vrenje)		
Faktor: Kvasac		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 13	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Oprema za fermentaciju		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 14	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Operater fermentacije		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 15	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 16	*Obuka operatera fermentacije (način izdvajanja kvasca; šema panela kod propagacije; tok procesa u proizvodnji; SAP; 5Why i DAS analiza)*	***0.0323***
Faktor: Metoda		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 17	*Bez unapređenja*	*0*
Aktivnost: Filtracija		

Faktor: Kiseigur filter		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 18	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Tank za filtrirano pivo		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 19	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Oprema za razblaživanje sa deaerisanom vodom		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 20	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Operater filtracije		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 21	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 22	*Obuka operatera filtracije (frekvencija mikrobioloških uzoraka; tok procesa u proizvodnji; CIP pranje druk tankova na filtraciji; SAP; 5Why i DAS analiza)*	***0.0738***
Faktor: Metoda		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 23	*Bez unapređenja*	*0*
Aktivnost: Pakovanje		
Faktor: Oprema za punjenje		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 24	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Ambalaža		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 25	*Bez unapređenja*	*0*
Faktor: Operater pakovanja/magacioner		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 26	*Bez unapređenja*	*0*
Akcija 27	*Obuka operatera pakovanja/magacina (tok procesa u proizvodnji; SAP; spremanje mašine za punjenje i upravljanje; rad sa ATP brisevima; merenje sadržaja CO2 u finalnoj proizvodnji i stranih gasova u grliću boce; merenje nivoa piva u bocama; bezbednost proizvoda)*	***0.1165***
Faktor: Metoda		
	Opis akcije	**Uticaj faktora na kvalitet**
Akcija 28	*Bez unapređenja*	*0*

Tabela 16 Vrednosti parametara FTR

Proizvodna faza	**Vrednost parametra**	
	Kraj 2012	**Kraj 2013**
Proizvodnja ohmeljene sladovine - FTR Brewhouse (%)	**94.2%**	**96%**
Fermentacija - FTR Fermentation (%)	**94.4%**	**95%**
Filtracija - FTR Brihgt Beer BBT (%)	**97.9%**	**97%**
Pakovanje - FTR Packaging (%)	**90.5%**	**92%**
FTR Beer Production (%)	**95.5%**	**96%**
FTR Final Product (%)	**95.3%**	**96%**

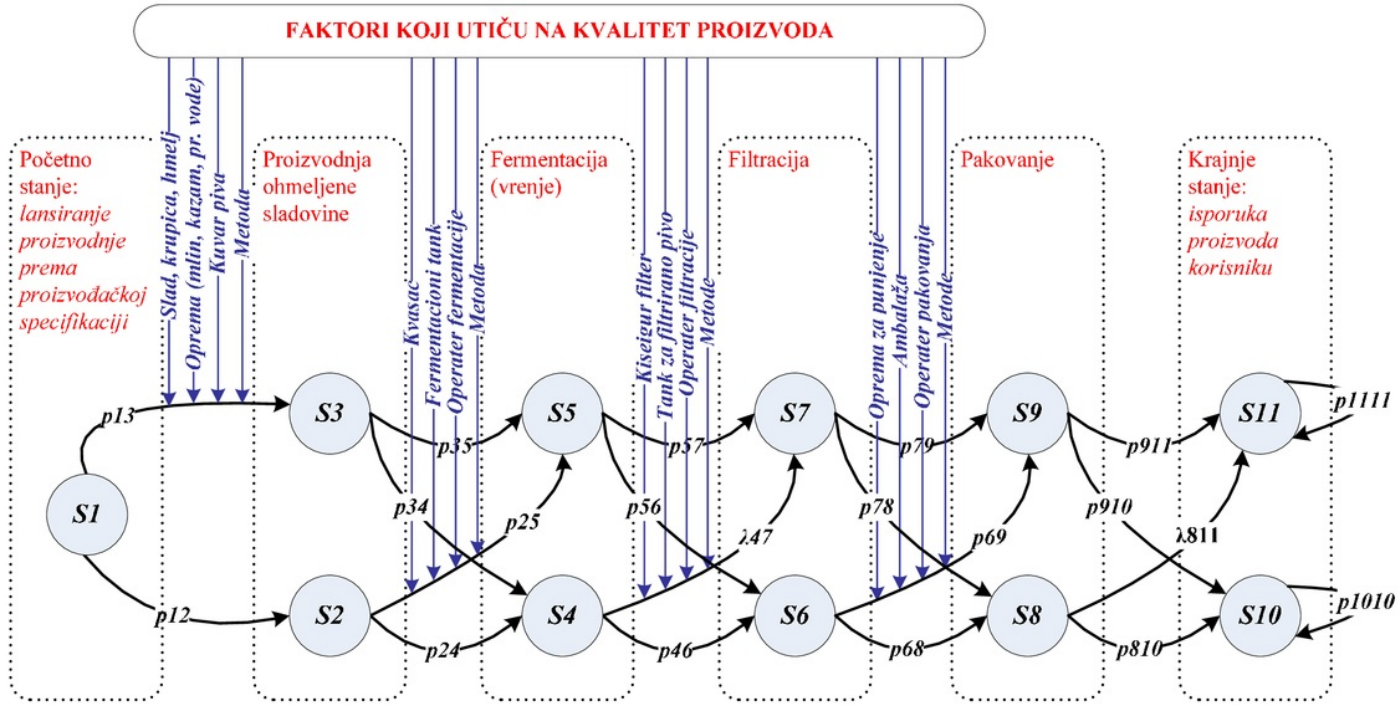
Tabela 17 Vrednosti parametara FTR i greška proračuna

Proizvodna faza	**Vrednost parametra**		**Greška proračuna**	
	Dobijene proračunom	**Realne vrednosti**	**Apsolutna**	**Relativna**
Proizvodnja ohmeljene sladovine - FTR Brewhouse (%)	**96.7%**	**96%**	**+0.7% ↑**	**0.73%**
Fermentacija - FTR Fermentation (%)	**94.6%**	**95%**	**-0.4% ↓**	**0.42%**

Filtracija - FTR Brihgt Beer BBT (%)	**98%**	**97%**	**+1% ↑**	**1.03%**
Pakovanje - FTR Packaging (%)	**91.6%**	**92%**	**-0.4% ↓**	**0.43%**

Tabela 18 Validacija modela - moguća stanja izlaza aktivnosti

Aktivnost	**Stanja izlaza**	**Oznaka**
Početno stanje	Lansiranje proizvodnje prema proizvođačkoj specifikaciji	***S1***
Proizvodnja ohmeljene sladovine	1) Proizvedena ohmeljena sladovina u skladu sa specifikacijom	***S2***
	2) Proizvedena ohmeljena sladovina nije u skladu sa specifikacijom	***S3***
Fermentacija (vrenje)	1) Odležalo (zrelo) pivo u skladu sa specifikacijom	***S4***
	2) Odležalo (zrelo) pivo nije u skladu sa specifikacijom	***S5***
Filtracija	1) Filtrirano pivo u skladu sa specifikacijom	***S6***
	2) Filtrirano pivo nije u skladu sa specifikacijom	***S7***
Pakovanje	1) Pakovanje u skladu sa specifikacijom	***S8***
	2) Pakovanje nije u skladu sa specifikacijom	***S9***
Krajnje stanje	1) Proizveden usaglašen proizvod	***S10***
	2) Proizveden neusaglašen proizvod	***S11***



Slika 13 Validacija modela - dijagram prelaska stanja

Tabela 19 Validacija modela - matrice verovatnoće prelaza

Početno stanje	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}
p_1	0	0.942	**0.058**	0	0	0	0	0	0	0	0
p_2	0	0	0	0.944	**0.056**	0	0	0	0	0	0
p_3	0	0	0	0.944	**0.056**	0	0	0	0	0	1
p_4	0	0	0	0	0	0.979	**0.021**	0	0	0	0
p_5	0	0	0	0	0	0.979	**0.021**	0	0	0	1
p_6	0	0	0	0	0	0	0	0.905	**0.095**	1	0
p_7	0	0	0	0	0	0	0	0.905	**0.095**	0	0
p_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.955	**0.045**
p_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.955	**0.045**
p_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
p_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Nakon primena mera unapređenja – realne vrednosti	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}
p_1	0	0.96	**0.04**	0	0	0	0	0	0	0	0
p_2	0	0	0	0.95	**0.05**	0	0	0	0	0	0
p_3	0	0	0	0.95	**0.05**	0	0	0	0	0	1
p_4	0	0	0	0	0	0.97	**0.03**	0	0	0	0
p_5	0	0	0	0	0	0.97	**0.03**	0	0	0	1
p_6	0	0	0	0	0	0	0	0.92	**0.08**	1	0
p_7	0	0	0	0	0	0	0	0.92	**0.08**	0	0
p_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.96	**0.04**
p_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.96	**0.04**
p_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
p_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 20 Mesečni izveštaj o kvalitetu za decembar 2013.

MONTHLY LABORATORY REPORT								
Type - Bottle	Unit	Norm	No.of OBS	Norm Value	% Norm Value	Min.	Max	Average
CO_2	%	0.49-0.53	70	70	100.0	0.498	0.540	0.525
Bottleneck Oxygen	mg/l	max. 0.10	70	70	100.0	0.000	0.028	0.028
Dissolved Oxygen	mg/l	max. 0.10	70	70	100.0	0.037	0.015	0.102
Total Oxygen	mg/l	max. 0.2	70	70	100.0	0.065	0.043	0.130
Original Extract	%	10.5-10.9	70	70	100.0	10.74	10.620	10.910
App.Extract		1.4-2.1	70	70	100.0	1.85	1.850	2.130
Ferm. degree	%	78 - 83	70	70	100.0	80.31	80.310	82.690
Difference (AVG-EVG)	%	max.3	1	1	100.0	0.12	0.120	0.120
Alcohol	% Vol	4.2-4.8	70	70	100.0	4.54	4.540	4.630
pH		4.1 - 4.4	70	70	100.0	4.20	4.200	4.320
Colour	EBC	6.5-8.5	70	70	100.0	6.6	6.600	8.100
Foam	sn.	min. 240	70	70	100.0	295	295.000	3015.000
Turbidity 90°	EBC	max. 0.7	70	70	100.0	0.156	0.156	0.271
Turbidity 25°	EBC	max. 0.35	70	70	100.0	0.062	0.062	0.209
7 days test	EBC	max. 3.5	35	35	100.0	0.75	0.751	3.500
Turbidity 0°C	EBC	max 0,6	38	38	100.0	0.17	0.165	0.282
Iodine		max. 0.3	70	70	100.0	#REF!	0.031	0.064
Diacetyl	mg/l	max. 0.08	70	70	100.0	0.03	21.000	23.500
Bitterness	B.U	22-26	69	69	100.0	21.00	331.500	501.300
Filing levels	ml	485-515	70	70	100.0	331.50	27.200	30.700
Pasterusation Unit	P.U	25 - 30	0	0	#DIV/0!	27.20	0.000	0.000

Tabela 21 Mesečni izveštaj o kvalitetu za decembar 2012.

MONTHLY LABORATORY REPORT								
Type - Bottle	Unit	Norm	No.of OBS	Norm Value	% Norm Value	Min.	Max	Average
CO_2	%	0.50- 0.54	38	38	100.0	0.49	0.52	0.51
Bottleneck Oxygen	mg/l	max. 0.10	38	14	36.8	0.028	0.222	0.114
Dissolved Oxygen	mg/l	max. 0.10	37	37	100.0	0.008	0.100	0.046
Total Oxygen	mg/l	max. 0.2	38	28	73.7	0.049	0.270	0.159
Original Extract	%	10.5-10.9	38	38	100.0	10.55	10.86	10.66
App.Extract		2.0-2.3	38	38	100.0	1.85	2.24	1.97
Ferm. degree	%	78 - 80	38	4	10.5	79.30	82.69	81.53
Difference (AVG-EVG)	%	max.3	0	0	#DIV/0!	0.00	0.00	#DIV/0!
Alcohol	% Vol	4.3-4.7	38	37	97.4	4.47	4.81	4.58
pH		4.1 - 4.4	38	38	100.0	4.22	4.33	4.27
Colour	EBC	7-9	38	38	100.0	6.8	7.9	7.5
Foam	sn.	min. 240	38	38	100.0	283	326	309
Turbidity 90°	EBC	max. 0.7	38	38	100.0	0.124	0.264	0.175
Turbidity 25°	EBC	max. 0.35	38	38	100.0	0.032	0.287	0.095
7 days test	EBC	max. 2,5	38	34	89.5	1.10	6.84	2.97
Turbidity 0°C	EBC	max 0,6	38	38	100.0	0.15	0.26	0.19
Iodine		max. 0.3	0	0	#DIV/0!	0.00	0.00	#DIV/0!
Diacetyl	mg/l	max. 0.08	38	38	100.0	0.02	0.06	0.04
Bitterness	B.U	22-26	38	37	97.4	22.00	25.30	23.03
Filing levels	ml	485-515	38	38	100.0	492.00	500.00	496.84
Pasterusation Unit	P.U	25 - 30	38	0	0.0	28.20	31.30	29.82

4.2. Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda

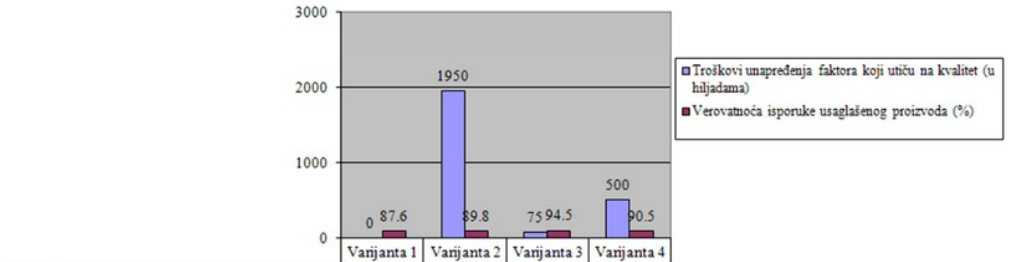
U *prilozima A, B i C* prikazana je primena modela za utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa na kvalitet proizvoda, usluga i softvera, za slučaj:

- usluge, na primeru organizacije koja se bavi uslugama trgovine (veleprodaje) pneumatika i rezervnih delova za motorna vozila;

- softvera, na primeru organizacije koja se bavi izradom specijalizovanih softvera na zahtev korisnika;

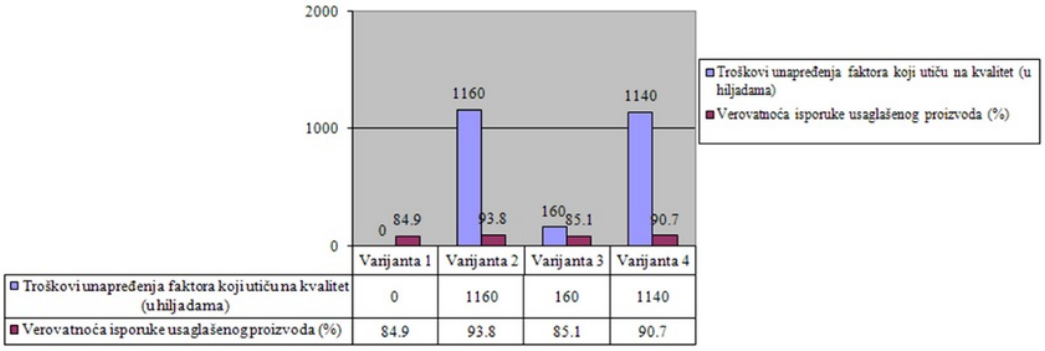
- proizvoda, na primeru organizacije koja se bavi proizvodnjom mašinskih delova i komponenti na zahtev korisnika.

U *Prilozima A, B i C* prikazani su prikupljeni i dobijeni podaci u navedenim organizacijama, sistematizovani na način definisan u metodologiji upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Na osnovu prikupljenih podataka i primenom Matlab algoritma (*Prilog D*), simulirana je verovatnoća isporuke usaglašenog proizvoda za različite varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Na osnovu izračunatih verovatnoća isporuke usaglašenih proizvoda i troškova unapređenja kvaliteta proizvoda moguće je, veoma lako, izvršiti poređenje alternativa i doneti odluku o izboru optimalne varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Na Slikama 14, 15 i 16 prikazane su vrednosti troškova unapređenja i stepen usaglašenosti izlaza sa zahtevima korisnika za različite varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda iz *Priloga A, B i C*.

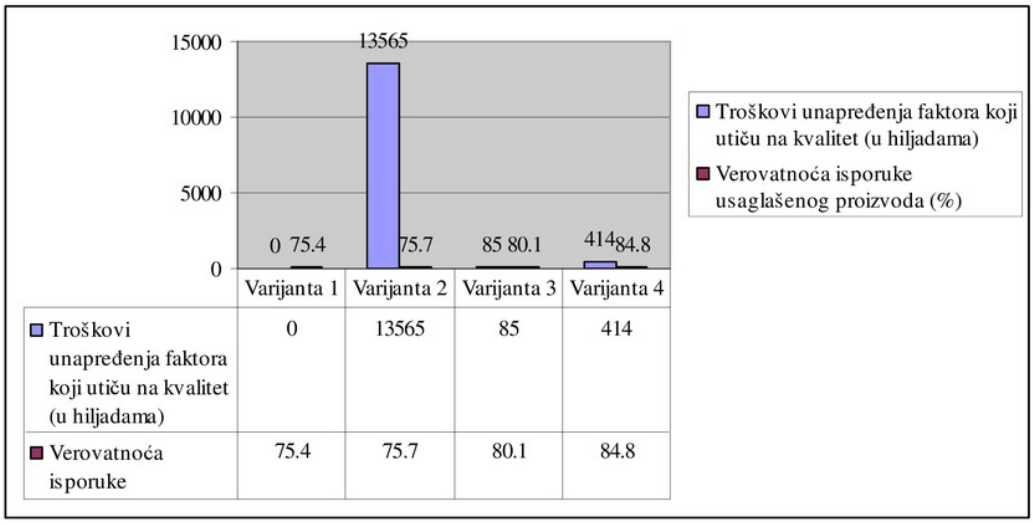


	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3	Varijanta 4
Troškovi unapređenja faktora koji utiču na kvalitet (u hiljadama)	0	1950	75	500
Verovatnoća isporuke usaglašenog proizvoda (%)	87.6	89.8	94.5	90.5

Slika 14 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenh proizvoda – primer usluge



Slika 15 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenih proizvoda – primer softvera



Slika 16 Troškovi unapređenja faktora i verovatnoće isporuke usaglašenih proizvoda – primer proizvoda

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan primer upravljanja faktora koji utiču na ispunjenje zahteva korisnika (kvalitet proizvoda), uzimajući u obzir potrebe svih korisnika, kako eksternih tako i internih. Osnov za definisanje značajnih potreba koje utiču na zadovoljstvo korisnika bio je utvrđivanje svih korisnika i njihovih potreba, što smo učinili na osnovu proučavanja svih aktivnosti procesa koje utiču na definisanje, stvaranje i utvrđivanje kvaliteta proizvoda (od utvrđivanja zahteva korisnika do isporuke gotovog proizvoda).

Prikazana je metodologija utvrđivanja uticaja faktora na kvalitet proizvoda na primeru poređenja efekata četiri varijanti unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Istom metodologijom moguće je porediti i više varijanti, pa čak uključiti i više kriterijuma za poređenje (rok za realizaciju, mogućnost realizacije i sl.). Ovako postavljena metodologija omogućava nam da praćenjem bitnih performansi procesa i simulacijom efekata poboljšanja identifikujemo u kojim oblastima će poboljšanje imati najviše efekata, tj. najviše uticati na ispunjenje zahteva/potreba korisnika.

Ovakva simulacija efekata unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda pomaže nam u razumevanju, analizi i razvoju strategije unapređenja performansi procesa. Može se primeniti kada se moraju proceniti efekti unapređenja različitih varijanti unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Simulacija koja nudi kvantitativnu procenu efekata unapređenja nezamenjiva je pomoć menadžmentu prilikom donošenja poslovnih odluka.

Definisan model za upravljanje faktora koji utiču na kvalitet proizvoda **nemoguće je primeniti u praksi bez efektivnog sistema za praćenje performansi procesa**. To međutim ne stvara problem jer danas mnoge organizacije koncentrišu napore na izradi i realizaciji odgovarajućih sistema za merenje performansi u cilju upravljanja i poboljšavanja svojih performansi koje se odnose na kvalitet.

Nedostatak modela je subjektivnost u delu ocene značaja potreba od strane internih i eksternih korisnika i u delu utvrđivanja uticaja pojedinih faktora na ispunjenje definisanih potreba. Navedeni nedostatak je nemoguće izbeći ali umanjuje ga činjenica

da su neke potrebe i uticaji pojedinih faktora na ispunjenje potreba očigledno značajniji u odnosu na druge, pa ih nije teško oceniti. Primenom nekih metoda, kao što su AHP ili Fuzzy AHP, moguće je subjektivnu ocenu objektivizirati i time tačnost predloženog modela upravljanja faktora podići na viši nivo.

Uzimajući u obzir da je organizacija stohastički sistem, sastavljen od velikog broja podsistema, procesa i resursa, **definisani model je nemoguće primeniti u složenom procesu menadžmenta kvaliteta kod složenih uslužnih sistema** (zdravstveni, obrazovni i sl.) jer postoji veliki broj aktivnosti koje se realizuju na interfejsu između organizacije i velikog broja različitih grupa korisnika sa širokim spektrom potreba. Za ovakve vrste usluga teško je definisati projektovani kvalitet (u vidu procedura i standarda) i utvrditi ostvareni kvalitet (najčešće kroz anketiranje korisnika, što ne daje uvek objektivnu sliku).

Uzimajući u obzir navedene prednosti, nedostatke i ograničenja modela, **generalna hipoteza i obe posebne hipoteze mogu biti prihvaćene**. Obezbeđenje ispunjenja zahteva korisnika moguće je identifikacijom i unapređenjem faktora koji mogu uticati na pojavu neusaglašenosti. Kako postoji veliki broj faktora koji utiču na kvalitet proizvoda, neophodno je primenom simulacije izabrati optimalan skup faktora koji utiču na kvalitet proizvoda i predvideti usaglašenost proizvoda sa zahtevima korisnika. Za primenu simulacije potrebno je dobro poznavanje i izučavanje poslovnih sistema i strukture sistema kvaliteta.

Korišćenjem rezultata rada i primenom definisane metodologije, moguće je izučavati konkretne poslovne sisteme i identifikovati i upravljati faktore koji utiču na kvalitet proizvoda. Rezultati rada predstavljaju doprinos primene matematičkih modela i simulacije u oblasti menadžmenta kvaliteta i imaju praktičnu primenu u organizacijama koje rade na unapređenju kvaliteta svojih proizvoda.

6. PRILOZI

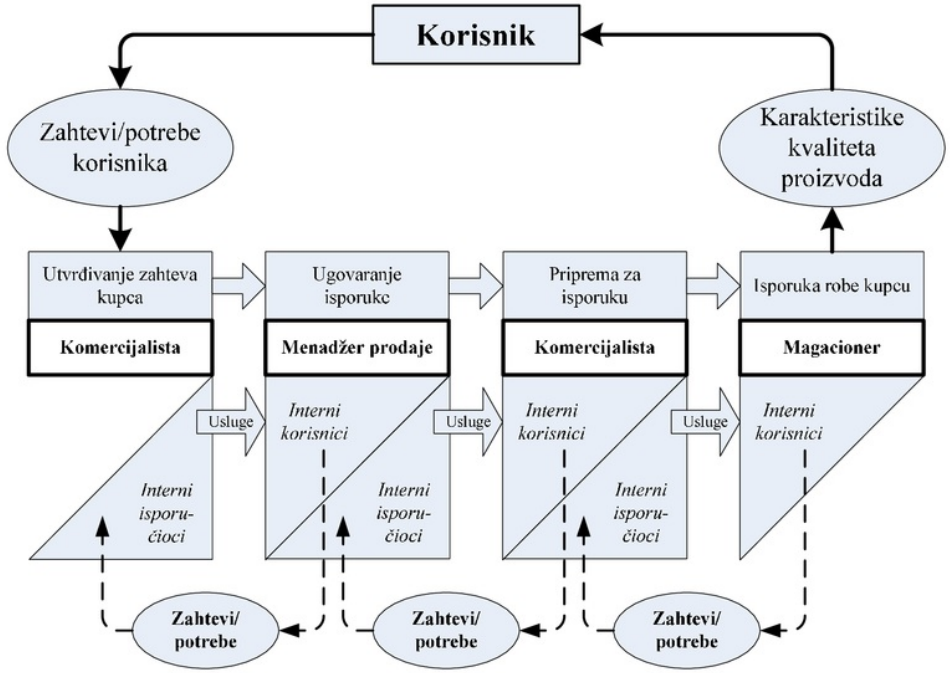
6.1. Prilog A: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer usluge

6.2. Prilog B: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer softvera

6.3. Prilog C: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer proizvoda

6.4. Prilog D: Matlab algoritam

6.1. Prilog A: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer usluge



Slika 17 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru usluge

Tabela 22 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru usluge

Naziv aktivnosti	**Radno mesto koje realizuje aktivnost**	**Korisnici**	**Opis potreba korisnika**
Utvrđivanje zahteva kupca	Komercijalista	Menadžer prodaje	Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika Evidentiranje zahteva bez grešaka
		Eksterni korisnik	Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika Evidentiranje zahteva bez grešaka
Ugovaranje isporuke	Menadžer prodaje	Komercijalista	Jasna specifikacija predmeta isporuke u ugovoru
		Eksterni korisnik	Ugovaranje isporuke u što kraćem roku Izrada ugovora bez greške na osnovu utvrđenih zahteva Jasna specifikacija predmeta isporuke u ugovoru
Priprema za isporuku	Komercijalista	Magacioner	Jasna specifikacija predmeta isporuke u otpremnici
		Eksterni korisnik	Priprema otpremnice u potpunosti prema definisanim uslovima u ugovoru
Isporuka robe kupcu	Magacioner	Eksterni korisnik	Isporuka robe u skladu sa otpremnicom Ispravno skladištenje robe u magacinu

Tabela 23 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru usluge

Aktivnost	**Opis potreba**	**Značaj za korisnika**						
		Eksterni korisnik	*Komercija-lista*	*Menadžer prodaje*	*Magacioner*	*Ekspert*	*Menadžment*	***Prosečno***
Utvrđivanje zahteva kupca	Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika	5		5		5	5	**5.00**
	Evidentiranje zahteva bez grešaka	5		5		5	5	**5.00**
Ugovaranje isporuke	Ugovaranje isporuke u što kraćem roku	4				4	4	**4.00**
	Izrada ugovora bez greške na osnovu utvrđenih zahteva	5				5	5	**5.00**
	Jasna specifikacija predmeta isporuke u ugovoru	5	5			5	5	**5.00**
Priprema za isporuku	Jasna specifikacija predmeta isporuke u otpremnici				5	4	4	**4.33**
	Priprema otpremnice u potpunosti prema definisanim uslovima u ugovoru	5				5	5	**5.00**
Isporuka robe kupcu	Isporuka robe u skladu sa otpremnicom	5				5	5	**5.00**
	Ispravno skladištenje robe u magacinu	4				4	3	**3.66**

Tabela 24 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru usluge

AKTIVNOST: ***Utvrđivanje zahteva kupca***				
Zahtevi	**Faktori**	*Komercijalista*	*Metoda utvrđivanja zahteva kupca*	*Značaj za korisnika*
Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika		5	2	5.00
Evidentiranje zahteva bez grešaka		5	3	5.00
	Ukupno	50	25	
	%	**66.7**	**33.3**	

AKTIVNOST: ***Ugovaranje isporuke***				
Zahtevi	**Faktori**	*Menadžer prodaje*	*Metode izrade ugovora*	*Značaj za korisnika*
Ugovaranje isporuke u što kraćem roku		5	2	4.00
Izrada ugovora bez greške na osnovu utvrđenih zahteva		5	3	5.00
Jasna specifikacija predmeta isporuke u ugovoru		5	3	5.00
	Ukupno	70	38	
	%	**64.8**	**35.2**	

AKTIVNOST: ***Priprema za isporuku***				
Zahtevi	**Faktori**	*Komercijalista*	*Metode pripreme za isporuku*	*Značaj za korisnika*
Jasna specifikacija predmeta isporuke u otpremnici		5	2	4.33
Priprema otpremnice u potpunosti prema definisanim uslovima u ugovoru		5	2	5.00
	Ukupno	46.65	18.66	
	%	**71.4**	**28.6**	

AKTIVNOST: ***Isporuka robe kupcu***						
Zahtevi	**Faktori**	*Magacioner*	*Metode isporuke robe kupcu*	*Uslovi skladištenja*	*Lager robe*	*Značaj za korisnika*
Isporuka robe u skladu sa otpremnicom		5	3	0	5	5.00
Ispravno skladištenje robe u magacinu		4	0	5	2	3.66
	Ukupno	39.64	15	18.3	32.32	
	%	**37.7**	**14.3**	**17.4**	**30.7**	

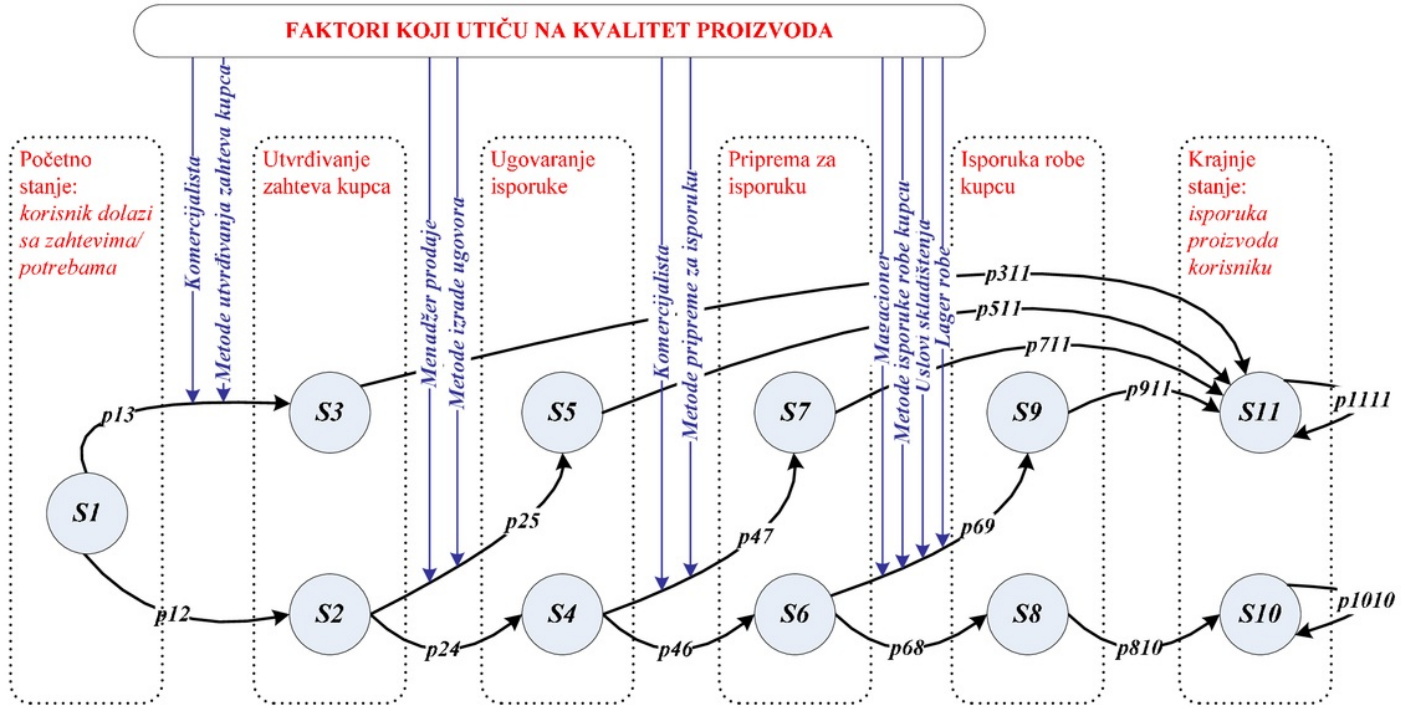
Tabela 25 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru usluge

Aktivnost: Utvrđivanje zahteva kupca			
Faktor: Komercijalista			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 1	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 2	*Obuka komercijaliste za utvrđivanje zahteva kupaca*	*20.000*	*66.7*
Faktor: Metode utvrđivanja zahteva kupca			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 3	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 4	*Uvođenje novih/unapređenje metoda utvrđivanja zahteva kupaca*	*150.000*	*33.3*
Aktivnost: Ugovaranje isporuke			
Faktor: Menadžer prodaje			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 5	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 6	*Obuka menadžera prodaje*	*25.000*	*64.8*
Faktor: Metode izrade ugovora			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 7	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 8	*Uvođenje novih/unapređenje metoda ugovaranja*	*50.000*	*35.2*
Aktivnost: Priprema za isporuku			
Faktor: Komercijalista			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 9	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 10	*Obuka komercijaliste za pripremu isporuke*	*20.000*	*71.4*
Faktor: Metode pripreme za isporuku			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 11	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 12	*Uvođenje novih/unapređenje metoda pripreme isporuke*	*200.000*	*28.6*
Aktivnost: Isporuka robe kupcu			
Faktor: Magacioner			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 13	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 14	*Obuka magacionera*	*10.000*	*37.7*
Faktor: Metode isporuke robe kupcu			

	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 15	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 16	*Uvođenje novih/unapređenje metoda isporuke robe kupcu*	*100.000*	*14.3*
Faktor: Uslovi skladištenja			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 17	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 18	*Unapređenje uslova skladištenja*	*450.000*	*17.4*
Faktor: Lager robe			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 19	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 20	*Unapređenje lagera robe*	*1.500.000*	*30.7*

Tabela 26 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru usluge

Aktivnost	**Stanja izlaza**	**Oznaka**
Početno stanje	Korisnik dolazi sa zahtevima/potrebama	***S1***
Utvrđivanje zahteva kupca	1) Tačno utvrđen zahtev korisnika	***S2***
	2) Pogrešno utvrđen zahtev korisnika	***S3***
Ugovaranje isporuke	1) Adekvatno ugovaranje na osnovu utvrđenih zahteva	***S4***
	2) Neadekvatno ugovaranje na osnovu utvrđenih zahteva	***S5***
Priprema za isporuku	1) Adekvatna priprema za isporuku na osnovu ugovora	***S6***
	2) Neadekvatna priprema za isporuku na osnovu ugovora	***S7***
Isporuka robe kupcu	1) Adekvatna isporuka robe iz magacina	***S8***
	2) Neadekvatna isporuka robe iz magacina	***S9***
Krajnje stanje	1) Isporučen usaglašen proizvod	***S10***
	2) Isporučen neusaglašen proizvod	***S11***



Slika 18 Dijagram prelaska stanja na primeru usluge

Simulacija je sprovedena na primeru 100 korisnika (ciklusa), što je sasvim dovoljno da sistem bude u stacionarnom stanju, za sledeće četiri varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda:

Varijanta 1: postojeće stanje; troškovi unapređenja jednaki su 0,

Varijanta 2: primeniti akcije 18 i 20; troškovi unapređenja jednaki su 1.950.000,

Varijanta 3: primeniti akcije 2, 6, 10 i 14; troškovi unapređenja jednaki su 75.000,

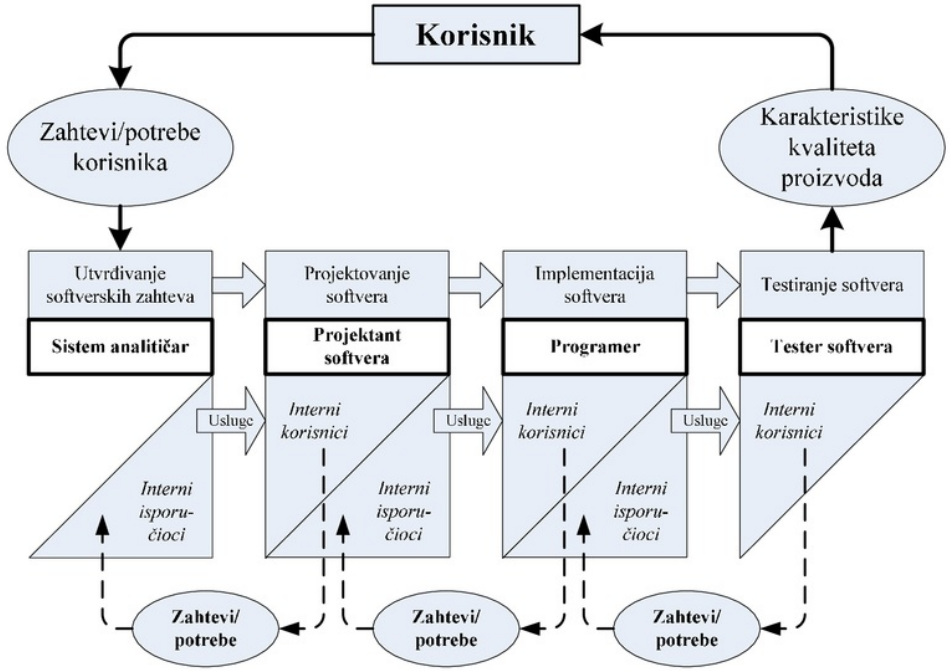
Varijanta 4: primeniti akcije 4, 8, 12 i 16; troškovi unapređenja jednaki su 500.000.

.

Tabela 27 Matrice verovatnoće prelaza na primeru usluge

Varijanta 1	***Varijanta 2***	***Varijanta 3***	***Varijanta 4***
P=[0,0.97,0.03,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.99,0.01,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.96,0.04,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0.95,0.05,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.97,0.03,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.99,0.01,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.96,0.04,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0.974,0.026,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.99,0.01,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.996,0.004,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.989,0.011,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0.969,0.031,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.98,0.02,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.994,0.006,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.971,0.029,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0.957,0.043,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

6.2. Prilog B: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer softvera



Slika 19 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru softvera

Tabela 28 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru softvera

Naziv aktivnosti	**Radno mesto koje realizuje aktivnost**	**Korisnici**	**Opis potreba korisnika**
Utvrđivanje softverskih zahteva	Sistem analitičar	Projektant softvera	Jasna i precizna specifikacija poslovnog modela, zahteva korisnika i softverskih zahteva Evidentiranje zahteva bez grešaka
		Eksterni korisnik	Celovito utvrđivanje zahteva Evidentiranje zahteva bez grešaka Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu
Projektovanje softvera	Projektant softvera	Programer	Jasna arhitektura, struktura i operacije projektovanog softvera
		Eksterni korisnik	Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza
Implementacija softvera	Programer	Tester softvera	Konstrukcija softvera po projektnim specifikacijama (arhitektura, struktura, operacije)
		Eksterni korisnik	Konstrukcija softvera po projektnim specifikacijama (arhitektura, struktura, operacije) Izrada softvera u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza
Testiranje softvera	Tester softvera	Sistem analitičar	Validacija softverskih specifikacija
		Eksterni korisnik	Verifikacija korisničkih zahteva

Tabela 29 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru softvera

Aktivnost	**Opis potreba**	**Značaj za korisnika**						
		Eksterni korisnik	*Sistem analitičar*	*Projektant softvera*	*Programer*	*Tester softvera*	*Menadžment*	***Prosečno***
Utvrđivanje softverskih zahteva	Jasna i precizna specifikacija poslovnog modela, zahteva korisnika i softverskih zahteva			5			5	**5.00**
	Evidentiranje zahteva bez grešaka	5		5			5	**5.00**
	Celovito utvrđivanje zahteva	4					5	**4.50**
	Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu	3					3	**3.00**
Projektovanje softvera	Jasna arhitektura, struktura i operacije projektovanog softvera				5		3	**4.00**
	Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama	5					4	**4.50**
	Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	4					4	**4.00**
Implementacija softvera	Konstrukcija softvera po projektnim specifikacijama (arhitektura, struktura, operacije)	2				5	4	**3.66**
	Izrada softvera u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	5					5	**5.00**
Testiranje softvera	Validacija softverskih specifikacija		5				3	**4.00**
	Verifikacija korisničkih zahteva	5					4	**4.50**

Tabela 30 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru softvera

AKTIVNOST: *Utvrđivanje softverskih zahteva*						
Zahtevi \ **Faktori**	*Sistem analitičar*	*Metode utvrđivanja softverskih zahteva*				*Značaj za korisnika*
Jasna i precizna specifikacija poslovnog modela, zahteva korisnika i softverskih zahteva	5	3				5.00
Evidentiranje zahteva bez grešaka	5	3				5.00
Celovito utvrđivanje zahteva	5	3				4.50
Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu	5	3				3.00
Ukupno	87.5	52.5				
%	**62.5**	**37.5**				
AKTIVNOST: *Projektovanje softvera*						
Zahtevi \ **Faktori**	*Projektant softvera*	*Metode projektovanja softvera*				*Značaj za korisnika*
Jasna arhitektura, struktura i operacije projektovanog softvera	5	4				4.00
Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama	5	3				4.50
Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	5	3				4.00
Ukupno	62.5	41.5				
%	**60.1**	**39.9**				
AKTIVNOST: *Implementacija softvera*						
Zahtevi \ **Faktori**	*Programer*	*Alati za razvoj softvera*	*Metode za razvoj softvera*	*Hardver*		*Značaj za korisnika*
Konstrukcija softvera po projektnim specifikacijama (arhitektura, struktura, operacije)	5	4	4	1		3.66
Izrada softvera u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	5	5	3	4		5.00
Ukupno	43.3	39.64	29.64	23.66		
%	**31.8**	**29.1**	**21.8**	**17.4**		
AKTIVNOST: *Testiranje softvera*						
Zahtevi \ **Faktori**	*Tester softvera*	*Alati za testiranje softvera*	*Metode testiranja*	*Hardver*		*Značaj za korisnika*
Validacija softverskih specifikacija	5	5	4	4		4.00

Verifikacija korisničkih zahteva		5	4	4	3	4.50
	Ukupno	42.5	38	34	29.5	
	%	**29.5**	**26.4**	**23.6**	**20.5**	

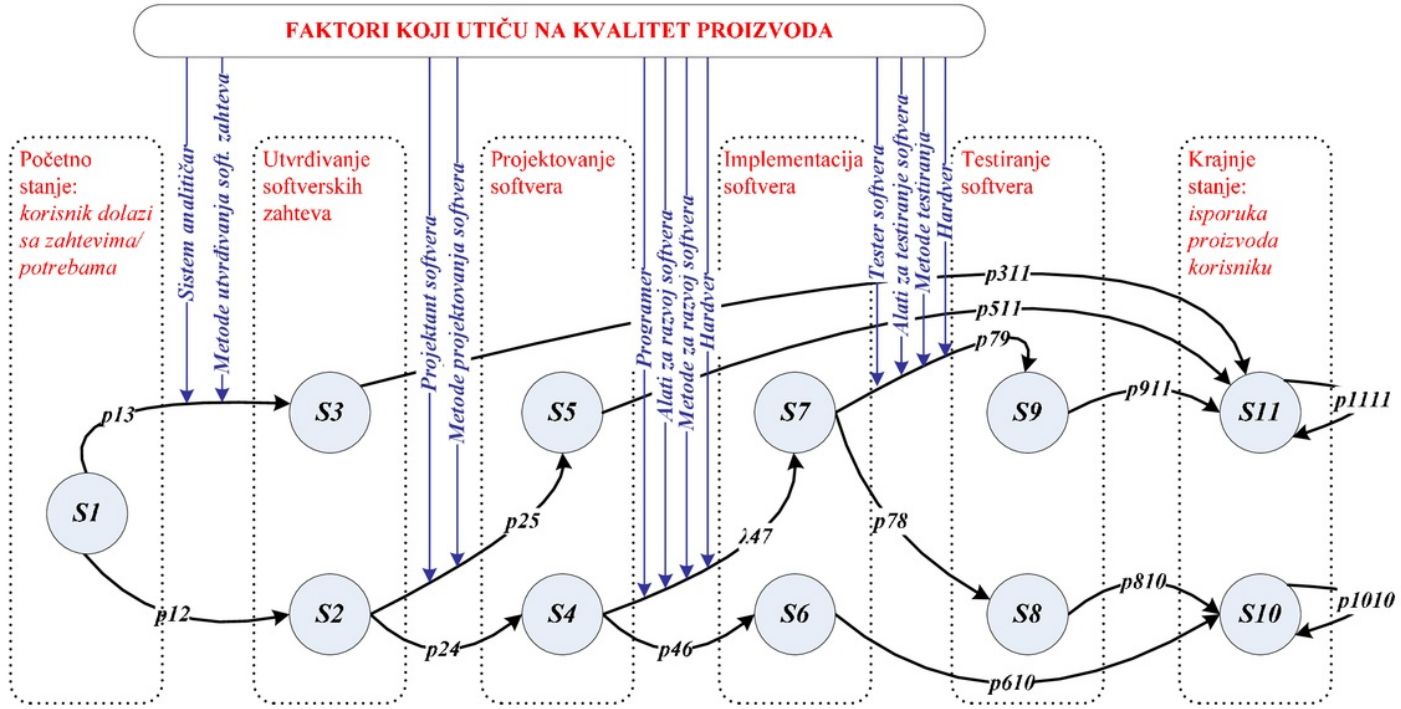
Tabela 31 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru softvera

Aktivnost: Utvrđivanje softverskih zahteva			
Faktor: Sistem analitičar			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 1	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 2	*Obuka sistem analitičara za utvrđivanje softverskih zahteva*	*150.000*	*62.5*
Faktor: Metode utvrđivanja softverskih zahteva			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 3	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 4	*Uvođenje novih/unapređenje metoda utvrđivanja softverskih zahteva*	*200.000*	*37.5*
Aktivnost: Projektovanje softvera			
Faktor: Projektant softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 5	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 6	*Obuka projektanta softvera*	*130.000*	*60.1*
Faktor: Metode projektovanja softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 7	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 8	*Uvođenje novih/unapređenje metoda projektovanja softvera*	*180.000*	*39.9*
Aktivnost: Implementacija softvera			
Faktor: Programer			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 9	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 10	*Obuka programera*	*720.000*	*31.8*
Faktor: Alati za razvoj softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 11	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 12	*Nabavka novih verzija/alata za razvoj softvera*	*450.000*	*29.1*
Faktor: Metode za razvoj softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 13	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Hardver			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 14	*Bez unapređenja*	*0*	*0*

Akcija 15	*Nabavka novog hardvera*	*160.000*	*17.4*
Aktivnost: Testiranje softvera			
Faktor: Tester softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 16	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 17	*Obuka testera softvera*	*160.000*	*29.5*
Faktor: Alati za testiranje softvera			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 18	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 19	*Nabavka novih verzija/alata za testiranje softvera*	*310.000*	*26.4*
Faktor: Metode testiranja			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 20	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Hardver			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 21	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 22	*Nabavka novog hardvera*	*160.000*	*20.5*

Tabela 32 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru softvera

Aktivnost	**Stanja izlaza**	**Oznaka**
Početno stanje	Korisnik dolazi sa zahtevima/potrebama	***S1***
Utvrđivanje softverskih zahteva	1) Tačno utvrđen zahtev korisnika	***S2***
	2) Pogrešno utvrđen zahtev korisnika	***S3***
Projektovanje softvera	1) Projekat softvera odgovara potrebama	***S4***
	2) Projekat softvera ne odgovara potrebama	***S5***
Implementacija softvera	1) Izrađen softver koji je usaglašen sa projektovanim rešenjem	***S6***
	2) Izrađen softver koji nije usaglašen sa projektovanim rešenjem	***S7***
Testiranje softvera	1) Adekvatna validacija i verifikacija softvera	***S8***
	2) Neadekvatna validacija i verifikacija softvera	***S9***
Krajnje stanje	1) Isporučen usaglašen proizvod	***S10***
	2) Isporučen neusaglašen proizvod	***S11***



Slika 20 Dijagram prelaska stanja na primeru softvera

Simulacija je sprovedena na primeru 100 korisnika (ciklusa), što je sasvim dovoljno da sistem bude u stacionarnom stanju, za sledeće četiri varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda:

Varijanta 1: postojeće stanje; troškovi unapređenja jednaki su 0,

Varijanta 2: primeniti akcije 2, 6, 10 i 17; troškovi unapređenja jednaki su 1.160.000,

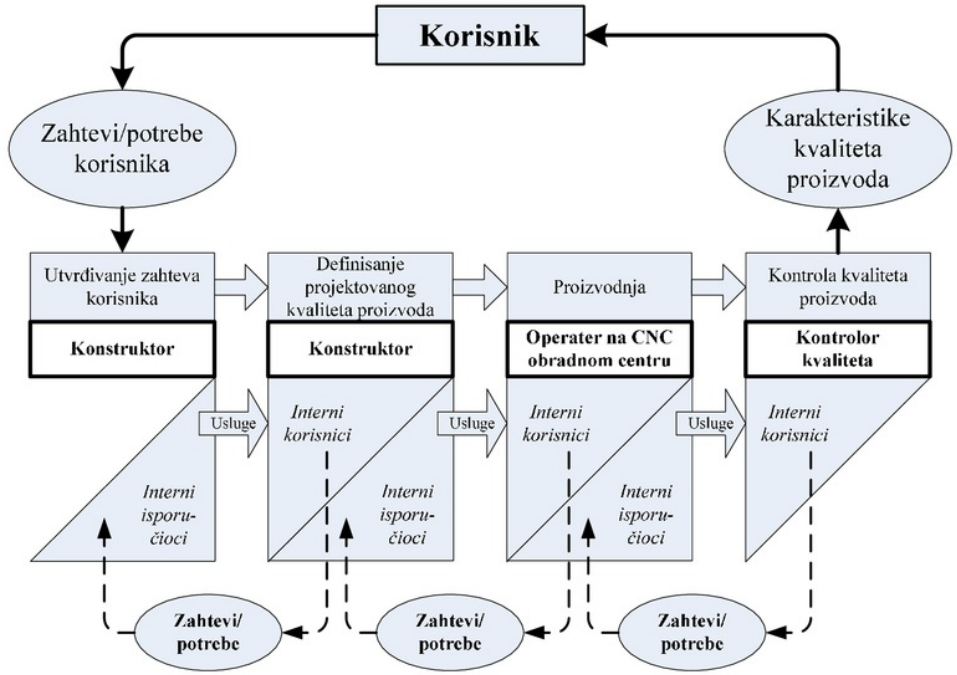
Varijanta 3: primeniti akcije 15 i 22; troškovi unapređenja jednaki su 160.000,

Varijanta 4: primeniti akcije 4, 8, 12 i 19; troškovi unapređenja jednaki su 1.140.000.

Tabela 33 Matrice verovatnoće prelaza na primeru softvera

Varijanta 1	***Varijanta 2***	***Varijanta 3***	***Varijanta 4***
P=[0,0.95,0.05,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.9,0.1,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.95,0.05,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0.85,0.15,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.981,0.019,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.96,0.04,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.966,0.034,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0.894,0.106,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.95,0.05,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0.9,0.1,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.959,0.041,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0.881,0.119,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]	P=[0,0.969,0.031,0,0,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0.94,0.06,0,0,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0.965,0.035,0,0,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0.89,0.11,0,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1; 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

6.3. Prilog C: Primena modela upravljanja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda – primer proizvoda



Slika 21 Povezanost internih i eksternih korisnika na primeru proizvoda

Tabela 34 Korisnici i njihovi zahtevi na primeru proizvoda

Naziv aktivnosti	**Radno mesto koje realizuje aktivnost**	**Korisnici**	**Opis potreba korisnika**
Utvrđivanje zahteva korisnika	Konstruktor	Konstruktor	Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika Evidentiranje zahteva bez grešaka
		Eksterni korisnik	Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu Evidentiranje zahteva bez grešaka
Definisanje projetovanog kvaliteta proizvoda	Konstruktor	Operater na CNC obradnm centru	Jasna specifikacija projektovanog kvaliteta proizvoda Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza
		Eksterni korisnik	Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza
Proizvodnja	Operater na CNC obradnom centru	Kontrolor kvaliteta	Proizvodnja proizvoda usaglašenih sa specificiranim zahtevima u projektovanom kvalitetu
		Eksterni korisnik	Proizvodnja proizvoda usaglašenih sa specificiranim zahtevima u projektovanom kvalitetu Proizvodnja u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza
Kontrola kvaliteta proizvoda	Kontrolor kvaliteta	Eksterni korisnik	Adekvatna identifikacija neusaglašenosti Kontrola kvaliteta proizvoda u definisanim rokovima Adekvatna prateća dokumentacija (zapisi o kontroli kvaliteta, i sl.)

Tabela 35 Definisanje značaja potreba korisnika na primeru proizvoda

Aktivnost	**Opis potreba**	**Značaj za korisnika**						
		Eksterni korisnik	*Konstruktor*	*Operater na CNC obradnon centru*	*Kontrolor kvaliteta*	*Ekpert*	*Menadžment*	***Prosečno***
Utvrđivanje zahteva korisnika	Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu	4				3	4	**3.66**
	Evidentiranje zahteva bez grešaka	5	5			5	5	**5.00**
	Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika		5			4	4	**4.33**
Definisanje projektovanog kvaliteta proizvoda	Jasna specifikacija projektovanog kvaliteta proizvoda			5		4	4	**4.33**
	Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	4		3		4	3	**3.50**
	Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama	5				5	5	**5.00**
Proizvodnja	Proizvodnja proizvoda usaglašenih sa specificiranim zahtevima u projektovanom kvalitetu	5			4	5	5	**4.75**
	Proizvodnja u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza	5				4	3	**4.00**
Kontrola kvaliteta proizvoda	Adekvatna identifikacija neusaglašenosti	5				5	5	**5.00**
	Kontrola kvaliteta proizvoda u definisanim rokovima	3				3	4	**3.33**
	Adekvatna prateća dokumentacija (zapisi o kontroli kvaliteta, i sl.)	3				3	2	**2.66**

Tabela 36 Utvrđivanje uticaja faktora na ispunjenje zahteva na primeru proizvoda

AKTIVNOST: *Utvrđivanje zahteva korisnika*					
Zahtevi \ **Faktori**		*Konstruktor*	*Metode snimanja uzorka*	*Merni alat*	*Značaj za korisnika*
Jasna i precizna specifikacija zahteva korisnika		5	3	5	4.33
Evidentiranje zahteva bez grešaka		5	3	5	5.00
Utvrđivanje zahteva u najkraćem mogućem periodu		5	2	2	3.66
	Ukupno	64.95	35.31	53.97	
	%	**42.1**	**22.9**	**35.0**	
AKTIVNOST: *Definisanje projektovanog kvaliteta proizvoda*					
Zahtevi \ **Faktori**		*Konstruktor*	*Metode konstruisanja*	*Računar i softver za konstruisanje (AutoCad)*	*Značaj za korisnika*
Jasna specifikacija projektovanog kvaliteta proizvoda		5	4	2	4.33
Projektovani kvalitet je u potpunosti u skladu sa potrebama		5	4	1	5.00
Definisanje projektovanog kvaliteta u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza		5	4	1	3.50
	Ukupno	64.15	51.32	17.16	
	%	**48.4**	**38.7**	**12.9**	
AKTIVNOST: *Proizvodnja*					
Zahtevi \ **Faktori**		*Operater na CNC obradnom centru*	*Materijal Č4580*	*Metode obrade*	*CNC obradni centar Maho800 i alati*	*Značaj za korisnika*
Proizvodnja proizvoda usaglašenih sa specificiranim zahtevima u projektovanom kvalitetu		4	5	4	5	4.75
Proizvodnja u roku koji omogućava realizaciju ugovorenih obaveza		4	5	4	5	4.00
	Ukupno	35	43.75	35	43.75	
	%	**22.2**	**27.8**	**22.2**	**27.8**	
AKTIVNOST: *Kontrola kvaliteta*					
Zahtevi \ **Faktori**		*Kontrolor kvaliteta*	*Metode kontrolisanja*	*Merna oprema (pomično merilo, mikrometar, dubinomer, subitor)*	*Značaj za korisnika*
Adekvatna identifikacija neusaglašenosti		5	4	4	5.00

Kontrola kvaliteta proizvoda u definisanim rokovima		5	2	1	3.33
Adekvatna prateća dokumentacija (zapisi o kontroli kvaliteta, i sl.)		5	2	0	2.66
	Ukupno	54.95	31.98	23.33	
	%	**49.8**	**29.0**	**21.2**	

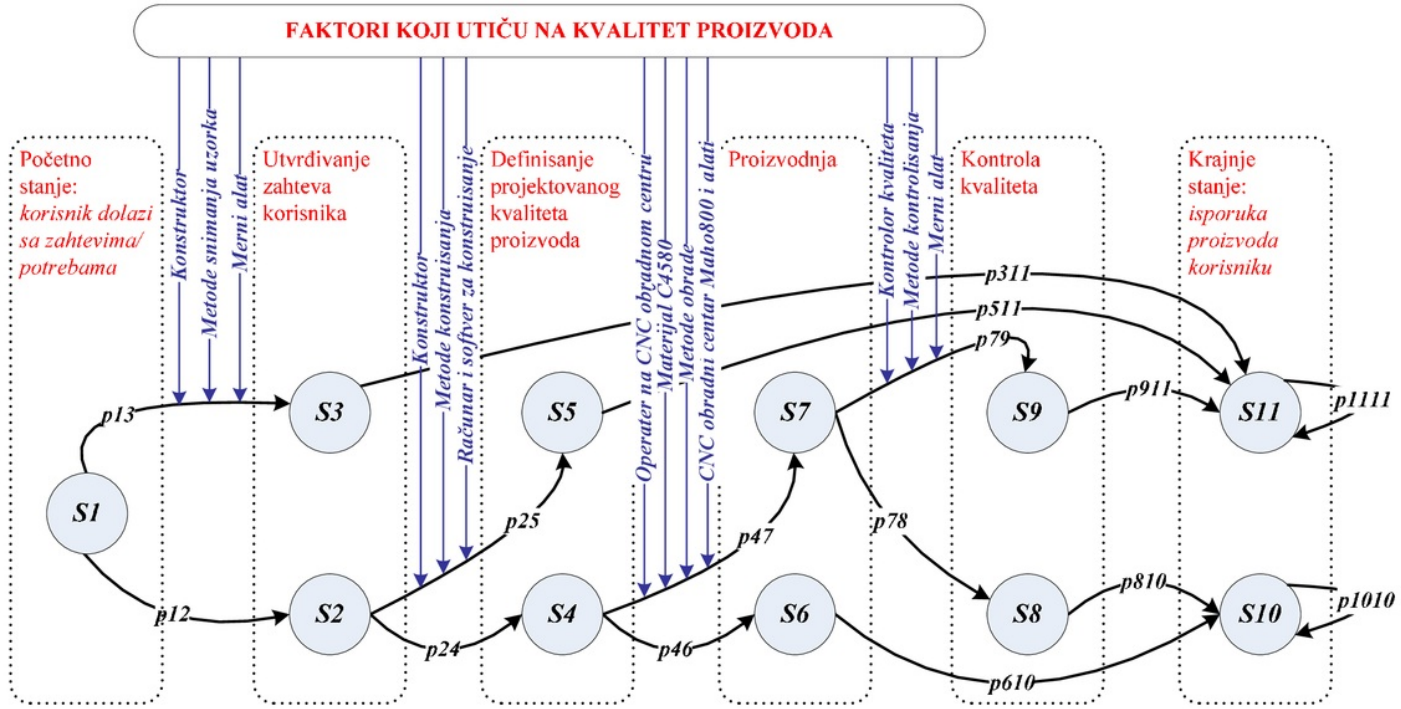
Tabela 37 Troškovi i uticaj unapređenja faktora na kvalitet na primeru proizvoda

Aktivnost: Utvrdivanje zahteva korisnika			
Faktor: Konstruktor			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 1	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Metode snimanja uzorka			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 2	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 3	*Ispitivanje materijala dostavljenog uzorka u akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje materijala*	*30.000*	*22.9*
Faktor: Merni alat			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 4	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 5	*Etaloniranje merne opreme*	*4.000*	*35.0*
Aktivnost: Definisanje projektovanog kvaliteta			
Faktor: Konstruktor			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 6	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 7	*Obuka konstruktora za korišćenje AutoCad-a*	*15.000*	*48.4*
Faktor: Metode konstruisanja			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 8	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Računar i softver za konstruisanje (AutoCad)			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 9	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 10	*Nabavka novog računara i najnovije verzije AutoCad-a*	*350.000*	*12.9*
Aktivnost: Proizvodnja			
Faktor: Operater na CNC obradnom centru			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 11	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 12	*Obuka operatera za rad na CNC obradnom centru*	*60.000*	*22.2*
Faktor: Materijal Č4580			

	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 13	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Metode obrade			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 14	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 15	*Unapređenje metode obrade povećanjem broja obrtaja i posmaka glodačke glave (neophodna nabavka glodačke glave sa APKT 1003 pločicama)*	*30.000*	*22.2*
Faktor: CNC obradni centar Maho800 i alati			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 16	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 17	*Nabavka obradnog centra Haas UMC-750*	*13.565.000*	*27.8*
Aktivnost: Kontrola kvaliteta			
Faktor: Kontrolor kvaliteta			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 18	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 19	*Obuka kontrolora kvaliteta*	*10.000*	*49.8*
Faktor: Metode kontrolisanja			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 20	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Faktor: Merna oprema (pomično merilo, mikrometar, dubinomer, subitor)			
	Opis akcije	Troškovi akcije	Uticaj faktora na kvalitet
Akcija 21	*Bez unapređenja*	*0*	*0*
Akcija 22	*Etaloniranje merne opreme*	*4.000*	*21.2*

Tabela 38 Moguća stanja izlaza aktivnosti na primeru proizvoda

Aktivnost	**Stanja izlaza**	**Oznaka**
Početno stanje	Korisnik dolazi sa zahtevima/potrebama	***S1***
Utvrđivanje zahteva korisnika	1) Tačno utvrđen zahtev korisnika	***S2***
	2) Pogrešno utvrđen zahtev korisnika	***S3***
Definisanje projektovanog kvaliteta proizvoda	1) Projektovani kvalitet odgovara potrebama	***S4***
	2) Projektovani kvalitet ne odgovara potrebama	***S5***
Proizvodnja	1) Proizveden usaglašen proizvod	***S6***
	2) Proizveden neusaglašen proizvod	***S7***
Kontrola kvaliteta	1) Kontrola kvaliteta proizvoda će identifikovati neusaglašenosti	***S8***
	2) Kontrola kvaliteta proizvoda neće identifikovati neusaglašenosti	***S9***
Krajnje stanje	1) Isporučen usaglašen proizvod	***S10***
	2) Isporučen neusaglašen proizvod	***S11***



Slika 22 Dijagram prelaska stanja na primeru proizvoda

Simulacija je sprovedena na primeru 100 korisnika (ciklusa), što je sasvim dovoljno da sistem bude u stacionarnom stanju, za sledeće četiri varijante unapređenja faktora koji utiču na kvalitet proizvoda:

Varijanta 1: postojeće stanje; troškovi unapređenja jednaki su 0,

Varijanta 2: primeniti akciju 17; troškovi unapređenja jednaki su 13.565.000,

Varijanta 3: primeniti akcije 7, 12 i 19; troškovi unapređenja jednaki su 85.000,

Varijanta 4: primeniti akcije 3, 5, 10, 15 i 22; troškovi unapređenja jednaki su 414.000.

Tabela 39 Matrice verovatnoće prelaza na primeru proizvoda

Varijanta 1

P=[0,0.85,0.15,0,0,0,0,0,0,0,0;
0,0,0.9,0.1,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0.85,0.15,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0.9,0.1,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

Varijanta 2

P=[0,0.85,0.15,0,0,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0.9,0.1,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0.892,0.108,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0.9,0.01,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

Varijanta 3

P=[0,0.85,0.15,0,0,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0.948,0.052,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0.883,0.117,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0.95,0.05,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

Varijanta 4

P=[0,0.937,0.063,0,0,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0.913,0.087,0,0,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0.883,0.117,0,0,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0.921,0.079,0,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1;
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1]

6.4. Prilog D: Matlab algoritam

```
function [chain,state] = simulatemarkov(x,P,pi0,T);
% notation is folowing
% x = vector of state values
% P = one step transition matrix, P=[p(i,j)] i,j=1,...n
% pi0 = initial probability distribution
% T = number of time periods
% chain = sequence of realizations from the chain simulation
n = length(x); % size of the state vector
E = rand(T,1); % random vector of dimension T necessary for iteration the chain i.e. for
realization of
cumsumP = P*triu(ones(size(P))); % creates a matrix whose rows are the cumulative
sums of the rows of P
% Initial state using initial probabilities pi0
E0 = rand(1,1);
ppi0 = [0,cumsum(pi0)];
s0 = ((E0<=ppi0(2:n+1)).*(E0>ppi0(1:n)))'; %
s = s0;
% Iterating on the chain
for t=1:T,
state(:,t) = s;
 ppi = [0,s'*cumsumP];
 s = ((E(t)<=ppi(2:n+1)).*(E(t)>ppi(1:n)))'; % if E(t) ≥ p_{i,1}, chain stays in the same
state in next time period t + 1 , otherwise it moves in some other different state.
end
chain = x'*state;
pi0 = [1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]; % initial probability distribution
x = [1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11]; % state vector
T = 100; % simulation lenght
pi=pi0*P^T % vector of state probabilities in time T
[chain,states] = simulatemarkov(x,P,pi0,T);
```

7. LITERATURA

Adjengue L., Yacout S., Ilk O. (2007) "Parameters Estimation for Condition Based Maintenance with Uncorrelated and Correlated Observations", Quality Engineering 19, pp. 197–206

Aghaie A., Popplewell K. (1997) „Simulation for TQM – the unused tool", The TQM Magazine, Volume 9, Number 2, pp. 111–116, MCB University Press, ISSN 0954-478X

Al-Refaie A., Fouad H.R., Li M.-H., Shurrab M. (2014) "Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital", Simulation Modelling Practice and Theory no. 41, pp. 59-72

Al-Salim B. (2006) "Optimizing the Formation of the Quality Improvement Teams through a Data Mining-Based Methodology", Quality Engineering, vol. 18, issue 3, pp. 379-189

Anastasiou K.S. (2003) "Quality Improvement Strategy in the Electricity Supply Industry", Quality Engineering, vol. 15, no. 3, pp. 449–462

Anderson D.R., Sweeney D. J., Williams T. A. (1994) „Quantitative aproach to decision making", An Introduction to Management science, West Publishing Company, Unated State of America

Anu M. (1997) „Introduction to modeling and simulation", Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference ed. S. Andradóttir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. Nelson, U.S.A.

ASQ (1996), „The global voice of quality - Handbook for Basic Process Improvement", USA

Banks, J. (1998) "Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice", New York, NY: John Wiley & Sons

Bayona-Ore´, S., Calvo-Manzano, J.A., Cuevas, G., San-Feliu, T. (2014). Critical success factors taxonomy for software process deployment. Software Quality Journal, 22, pp. 21–48

Berthiaux H., Mizonov V. (2004) "Applications of Markov Chains in Particulate Process Engineering: A Review", in The Canadian Journal of Chemical Engineering, vol. 82

Bošković M. (2010) „Značaj integralne kontrole kvaliteta proizvoda u industriji", Ekonomski fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš

Bowling S.R., Khasawneh M.T., Kaewkuekool S., Cho B.R. (2004) "A Markovian approach to determining optimum process target levels for a multi-stage serial production system", European Journal of Operational Research 159, pp. 636–650

Chang H. (2012) "The identification of critical success factors for quality internal IT services in public sector organisations in Hong Kong", DBA thesis, Southern Cross University, Lismore, NSW.

Chapman R.W., T.H. Lee et al. (2000) „Integrated Management system", Center for Quality Management in Cambridge, Mass, Cambridge, UK

Cheikhrouhou N., Hachen C., Glardon R. (2009) "A Markovian model for the hybrid manufacturing planning and control method 'Double Speed Single Production Line'", in Computers & Industrial Engineering, vol. 57, pp. 1022–1032

Cooper K., Brailsford S.C., Davies R., Raftery J. (2006) "A review of health care models for coronary heart disease interventions", Health Care and Manage Sci, 9(4), pp. 311–324

Crosby P. B. (1979) „Quality is free", McGraw-Hill, Inc., New York

Cruchant L. (1995) „Šta treba da znate o kvalitetu", Poslovna politika, Beograd

Deming E. (1986) „Out of the Crisis", Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Educational Services, ISBN-13: 9780911379013

Eid M.S., Moghrabi C., Eldin H.K. (1997) "A Simulation Approach to Evaluating Quality/Cost Decision Scenarios", Computers ind. Engng Vol. 33, No. 1-2, pp. 105-108

Evans J.R., Lindsay W.M. (2010) "The Management and Control of Quality - Eighth Edition", South-Western Cengage Learning

Feigenbaum A.V. (1991) „Total Quality Control : Achieving Productivity, Market Penetration, and Advantage in the Global Economy", McGraw-Hill Professional Publishing, ISBN-13: 9780070203549

Feng W., Zheng L., Li J. (2012), "The robustness of scheduling policies in multi-product manufacturing systems with sequence-dependent setup times and finite buffers", Computers & Industrial Engineering 63, pp. 1145–1153

Filipović J., Đurić M. (2010) „Sistem menadžmenta kvaliteta", Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Foster T.S. (2004) „Managing Quality-an Integrative Approach", Pearson Education Inc. USA

Frei F. X., Kalakota R., Marx L. M. (1997) „Process Variation as a Determinant of Service Quality and Bank Performance: Evidence from the Retail Banking Study", Financial Institutions Center, Management science, vol. 45 no. 9 1210-1220

Gautreau N., Yacout S., Hall R. (1997) "Simulation of Partially Observed Markov Decision Process And Dynamic Quality Improvement", Computers incl. Engng Vol. 32, No. 4, pp. 691-700

George D., Mallery P. (2003) "SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.)", Allyn & Bacon, Boston.

Ghosh A., Majumdar S.K. (2010) "Modeling failure types and failure times of turning and boring machine systems", in International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 27, no. 7, pp. 815-831

Gin-Shuh L. (2008) "Applying fuzzy quality function deployment to identify service management requirements for customer quality needs", Qual Quant 44:47–57 DOI 10.1007/s11135-008-9178-7

Glock C.H., Jaber M.Y. (2013) "A multi-stage production-inventory model with learning and forgetting effects, rework and scrap", Computers & Industrial Engineering 64, pp. 708–720

Glushakova T. (2009) "Evaluation of customer satisfaction and company management", Ri-Vita Marketing

Goel S. (2000) "A simulation approach to track quality, cost and time during the manufacture of metal bonded assemblies", doktorska disertacija, The University of Manitoba

Goyal A., Sharma S.K., Gupta P. (2009) "Availability analysis of a part of rubber tube production system under preemptive resume priority repair", in International Journal of Industrial Engineering, vol. 16, no. 4, pp. 260-269

Griffin A., Hauser J. (1993) "Voice of the customer", Marketing Science, 12(1): 1-27

Grupa autora (2003) "Leksikon menadžmenta", Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd

Grupa autora (2006) „Product quality, A guide for small and medium-sized enterprises", United nations Industrial development organization, Vienna, 2006V.05-90777 Retreived Jun 2012.

Hammad A.A.A. (2001) "Simulation modeling of manufactured housing processes", doktorska disertacija, University of Cincinnati

Hess S. (2004) „Stohastički modeli u upravljanju lučkim sustavom", doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka

Hlupic V. (1993) "Simulation modelling software approaches to manufacturing problems", London School of Economics and Political Science (LSE), University of London, uk.bl.ethos.282889

Hlupic V. (2003) "Business process modelling using discrete event simulation: potential benefits and obstacles for wider use", International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology, Vol. 4, No 1-2, pp. 62-67

Horvat D., Eđed A., Banaj Đ. (2006) „Statistička kontrola procesa i proizvoda u poljoprivredi", Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek

Hoyer W.D., MacInnis D.J. (2001) "Creating Local Brands in Multilingual International Markets," Journal of Marketing Research 38:4, 528-571

http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Product_quality.pdf

Iakovou E.T., Pachon J.E. (2001) "Optimization of the transportation system at a university campus: A continous improvement quality management methodology", Quality Engineering, vol. 13, pp. 427-435

Ivy J.S., Nembhard H.B. (2005) "A Modeling Approach to Maintenance Decisions Using Statistical Quality Control and Optimization", Quality And Reliability Engineering International 21, pp. 355-366

Jansen-Vullers M.H., Netjes M. (2006) „Business Process Simulation - A Tool Survey", Department of Technology Management, Eindhoven University of Technology

Jones M.C. (2013) "Using discrete event simulation to improve the patient care process in the emergency department of a rural Kentucky hospital", University of Louisville

Jovanović D. (2010) "Potrebe i mogućnosti upravljanja kvalitetom logističke usluge", Internacional Conference Dependabiliy and quality management ICDQM-2010, ISSN 1451-4966, Beograd

Juran J., Gryna F.M. (1988) „Juran's quality control handbook", McGraw-Hill, US

Kallen J.M. (2007) "Markov Processes For Maintenance Optimization of Civil Infrastructure in the Netherlands", doktorska disertacija, Delft University of Technology

Karlsson, J. (1997). Managing software requirements using quality function deployment. Software Quality Journal, 6, pp. 311–325

Kelton,W. David, Sadowski, Randall P., Swets, Nancy B. (2010) "Simulation With Arena Fifth Addition", New York: McGraw-Hill

Kemp S. (2005) „Quality for the customer", Quality Management Demystified, McGraw-Hill Profesional Publishing, USA

Kemp S. (2006) „Quality Management Demystified", A self tehnic guide, ISBN 0-07-144908-6, McGraw-Hill Proffesional Publishing, OH, USA

Khoo M.B.C. (2003–04) "Design of Runs Rules Schemes", in Quality Engineering, vol. 16, no. 1, pp. 27–43

Kim J. (2005) "Integrated Quality and Quantity modeling of a Production Line", doktorska disertacija, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institutes of Technology

Kondo Y. (2001) "Customer satisfaction: how can I measure it? ", Total Quality Management of Business Excellence 12 (7–8):867–872

Korkmaz O., Akman I., Ostrovska S. (2011) "Assessing Software Quality Using the Markov Decision Processes", Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, pp. 1–19

Kotler P. (2000) "Principles of Marketing", Prentice Hall, ISBN 9780130293688

Kouskouras K.G., Georgiou A.C. (2007) "A discrete event simulation model in the case of managing a software project", European Journal of Operational Research 181, Issue 1, pp. 374–389

Krivobokova O. V. (2009) " Evaluating Customer Satisfaction as an Aspect of Quality Management", World Academy of Science, Engineering and Technology 29 2009

Kugler S. (1999) „Može li se mjeriti zadovoljstvo kupca?" Cro Cert, Centar za certificiranje sustava kvalitete Zagreb, Zagreb

Kwong, C.K., & Bai, H. (2002). A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment. Journal of Intelligent Manufacturing, 13, pp. 367-377

Lai C.D., Xie M., Govindaraju K. (2000) "Study of a Markov model for a high-quality dependent process", in Journal of Applied Statistics, vol. 27, no. 4, pp. 461-473

Li J., Huang N. (2007) "Quality Evaluation in Flexible Manufacturing Systems: A Markovian Approach", in Mathematical Problems in Engineering

Liangsiri J. (2007) "Assembly Process Improvement by Means of Inspection Planning and Corresponding Tolerance Planning – A Modelling and Simulation Approach", doktorska disertacija, Der Fakultat Maschinenbau der Universitat Dortmund

Limnios N., Mesbah M., Sadek A. (2004), "A new index for longitudinal quality of life: modelling and estimation", Environmetrics; Vol. 15, pp. 483–490

Lin T., Chananda B. (2003-04) "Quality Improvement of an Injection-Molded Product Using Design of Experiments: A Case Study", Quality Engineering, vol. 16, no. 1, pp. 99–104

Madhusudanan P.V., Chandrasekharan M.P. (2008), "An absorbing Markov chain model for production systems with rework and scrapping", Computers & Industrial Engineering 55, pp. 695–706

Marshall S.E. (2012) "Refuse or Reuse: Managing the Quality of Returns in Product Recovery Systems", doktorska disertacija, The University of Edinburgh

Mejeoumov G.G. (2007) "Improved Cement Quality and Grinding Efficiency by Means of Closed Mill Circuit Modeling", doktorska disertacija, Texas A&M University

Meri B. (2005) „TQM Critical success Factors for Construction Firms", Management, Vol 10, No2, 2005:61-72

Mijatović I. (2011) Menadžment totalnog kvaliteta u globalnom društvu, Autorizovana skripta 2011/2012, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd

Mitrović Ž. (1995) Osnove modela sistema kvaliteta, YUPIK, Beograd

Mitrović Ž. (1996) „Upravljanje kvalitetom preko sposobnosti tehnološkog sistema“, YUPIK, Beograd

Mitrović Ž. (1996) Osnove integralnog upravljanja kvalitetom proizvoda, YUPIK, Beograd

Modgil V., Sharma S.K., Singh J. (2012) “Performance modeling and availability analysis of sole lasting unit in shoe making industry”, in Nature and Science, vol. 10, no. 2

Montazer M. A., Ece K., Alp H. (2003) „Simulation modeling in operations management, A Sampling of Applications“, Proceedings of the 14th Annual Conference of the Production and Operations Management Society POM , University of New Haven, West Haven, CT 06516, Savannah, GA M.

O’Kane J., Papadoukakis A. Et al. (2007) „Simulation usage in SME's“, UK Journal of Small Business and Enterprise Development Vol. 14 No. 3

Oliver R. L. (1997) “Customer satisfaction research”, Vanderbilt Univercity, Nashville, Tennessee

Oprean C., Bucur A. (2013) “Modeling and simulation of the quality’s entropy”, Quality & Quantity, vol. 47, issue 6, pp 3403-3409

Pukite, J. Pukite, P. (1998) „Modeling for reliability analysis: Markov modeling for reliability, maintainability, safety and supportability analyses of complex systems“, IEEE Press, Inc., New York

Radenković B., Stanojević M., Marković A. (2009) „Računarska simulacija“, IV izdanje, Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet i Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Radović M., Karapandžić S. (2005) „Inženjering procesa“, Fakultet organizacionih nauka, I izdanje, Beograd

Rajković D. (2010) “Integrisani sistemi menadzmenta u malim i srednjim preduzecima”, doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac

Rogelio O., Bean M. (2008) "Developing operational understanding of service quality through a simulation environment", International Journal of Service Industry Management Vol. 19 No. 2

Schall S.O., Chandra J. (1994), "Evaluation of alternative tool combinations in a flexible manufacturing system", Computers & Industrial Engineering, Vol. 26, No 4., pp. 633-645

Scherkenbach William W. (1986) "The Deming Route to Quality and Productivity", George Washington University Continuing Engineering Education Press, Washington

Schiffauerova A., Thomson V. (2006) "Managing cost of quality: insight into industry practice", in Total Quality Management, vol. 18, no. 5, pp. 542-550

Schoffler S., Buzzell R.D. et al. (1990) „Impact of Strategic Planning on Profit Performance", R.G. Dyson: Strategic Planing: Models and Analitical Techniques, Chichester.

Seth N., Deshmukh S.G., Vrat P. (2005) "Service quality models: a review", International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 22, no. 9, pp. 913-949

Sikavica P., et al. (1999) „Poslovno odlučivanje", Informator, Zagreb

Singh H. (2006) „ The Importance of Customer Satisfaction in Relation to Customer Loyalty and Retention", UCTI Working Paper WP-06-06

Sokolowski John A., Banks C. M. (2009) „Principles of Modeling and Simulation A Multidisciplinary Approach, John Wiley & Sons, Inc.

Stanley J., Malhoit G. (2001) "Spreadsheet Markov analysis for plant power reliability", in Quality Engineering, vol. 13, no. 3, pp. 457-464

Taguchi G., Chowdhury S., Yuin W. (2004) „Taguchi's Quality Engineering Handbook", John Wily & Sons Inc. Hoboken, New Jearsy

Tai A.H., Ching W.-K., Chan L.Y. (2009) "Detection of machine failure: Hidden Markov Model approach", in Computers & Industrial Engineering, vol. 57, pp. 608–619

Tourki M. (1986) „Stohastički procesi i modeli programiranja u ekonomiji", Savremena administracija, Beograd

Usenik J. (1997) „Upravljanje prometnim sustavima s posebnim osvrtom na aerodromski sustav“, doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

Voich D. Jr., Wren D. A. (1968) “Principles of management – Resources and systems”, New York

Vukadinović S. (1975) „Elementi teorije masovnog opsluživanja“, Naučna knjiga, Beograd

Vukšić V.B., Kovačić A. (2004) „Upravljanje poslovnim procesima“, Sinergija nakladništvo, Zagreb, ISBN 953- 6895-14-5

W.M.P. van der Aalst, Voorhoeve M. (2010) “ Business Process Simulation“, Lecture notes 2II75, Dept. of Mathematics and Computer Science, Technical University Eindhoven

Wang J. (2010) “Quality Analysis in Flexible Manufacturing Systems with Batch Productions”, doktorska disertacija, University of Kentucky

Wang, P. -C. , Wu, H. -H. , & Liao, A. Y. H. (2005). Combining grey theory and quality function deployment in analyzing customer dynamic requirements. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 25(11-12), pp. 1241-1247.

Wu H.-H., Shieh J.-I (2008) “Applying a Markov chain model in quality function deployment”, in Quality & Quantity, vol. 42, no. 5, pp. 665-678

Wu H.-H., Wu C.-H., Lin J.T. (2011) “Dynamic selling of quality-graded products under demand uncertainties”, in Computers & Industrial Engineering, vol. 61, pp. 141–149

Yacout S., Gautreau N. (2000) “A partially observable simulation model for quality assurance policies”, in Int. J. Prod. Res., vol. 38, no. 2, pp. 253-267

Zečević T. (1974) „Operaciona istraživanja“, Naučna knjiga, Beograd

Zhang Z. (2001) “Implementation of total quality management: an empirical study of Chinese manufacturing firms”, doktorska disertacija, University of Groningen, Netherland.

*** (2005) „ISO 9000 Quality management systems - Fundamentals and vocabulary“, International Organization for Standardization, Switzerland

*** (2008) „ISO 9001 Quality management systems – Requirements“, International Organization for Standardization, Switzerland

*** (2009) „ISO 9004 Managing for the sustained success of an organization - A quality management approach“, International Organization for Standardization, Switzerland

*** (2010) Dokumentovana procedura P22: Interne provere, Arup, Serbia Group, Belgrade office

8. Biografija kandidata

Ivan Janićijević rođen je 24. aprila 1974. godine u Smederevu. Osnovnu školu završio je u Smederevu sa prosečnom ocenom 4,99. Srednju elektrotehničku školu završio je takođe u Smederevu sa prosečnom ocenom 4,70. Fakultet organizacionih nauka je upisao 1995. godine, a diplomirao 2000. godine na odseku za upravljanje kvalitetom sa prosečnom ocenom 8,02. Diplomski rad na temu „Strukturiranje i procesno modeliranje kao osnova za upravljanje kvalitetom na primeru Instituta za upravljanje kvalitetom“ odbranio je sa ocenom 10 kod mentora prof. dr Živka Mitrovića. Magistarske studije je upisao na FON-u 2003. god., smer Upravljanje kvalitetom i položio je 4 ispita sa prosečnom ocenom 10. 2006. upisuje doktorske studije na FON-u, smer Upravljanje kvalitetom i polaže sve ispite sa prosečnom ocenom 10.

Posle diplomiranja, od 2000. do 2001. godine radio je na Fakultetu organizacionih nauka kao saradnik. Od 01.06.2002. do 31.10.2004. radio je u Direkcija za investicione radove, Beograd, kao pomoćnik načelnika za sistem kvaliteta, a u periodu od 09.10.2000. do 13.07.2003. god. u JP Elektroprivreda Srbije, Služba za razvoj i uvođenje sistema kvaliteta, na poslovima uvođenja sistema kvaliteta. Od 15.11. 2004. zaposlen je na Fakultetu organizacionih nauka kao asistent-pripravnik, a od 15.11.2008. kao asitent. Učestvovao je u izvođenju nastave na predmetima: Upravljanje kvalitetom, Sistema kvaliteta, Metode i tehnike upravljanja kvalitetom, Ocena kvaliteta poslovnog sistema, Upravljanje kvalitetom u agroindustriji. Učestvovao je kao član tima i na projektu prekvalifikacije vojnog kadra – “PRISMA”, koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnologiju.

Ivan Janićijević je bio član konsultantskog tima za implementaciju različitih sistema upravljanja (prema zahtevima standarda ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 22001,...) na više od 50 projekata. Ima status vodećeg proverivača za sisteme menadžmenta kvalitetom i sisteme menadžmenta zaštitom životne sredine.

Odlično poznaje rad na računaru. Takođe, poseduje odlično znanje engleskog jezika.

Oblasti naučno-istraživačkog rada i interesovanja Ivana Janićijević su: menadžment kvaliteta, sistemi menadžmenta, ocena kvaliteta poslovnog sistema.

2. Spisak objavljenih radova

Rad u časopisu međunarodnog značaja

1. Zivkovic N., Mijatovic I., Janicijevic I., Kudumović M. *"The Role of Design and Development Process in Integration of Management Systems"*, Technics Technologies Education Management-TTEM 2010, 5(1): 88-99; ISSN 1840-1503; IF 2010: 0.256.

2. Janicijevic I., Seke K., Djokovic A., Filipovic J. *"Healthcare workers satisfaction and patient satisfaction – where is the linkage?"*, Hippokratia 2013, 17(2):157-162; ISSN 1108-4189; IF 2012: 0.589.

Rad u časopisu nacionalnog značaja

3. Milutinović M., Živković N., Janićijević I. *"Upravljanje promenama u malom i srednjem preduzeću"*, Lider broj 1-2. 2007., Horizont, Banja Luka, 2007.

4. Janicijevic I., Filipovic J., Miscevic J. *"Using a Markov chain for product quality improvement simulation"*, University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering 2014, Vol. 76, Iss. 1; ISSN 1454-2358

   http://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rez5c5_426344.pdf

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u celini

5. I. Janićijević, N. Živković, S. Karapandžić *"Primena postupka utvrđivanja nivoa zadovoljstva korisnika usluga u građevinarstvu"*, Zbornik radova SymOrg 2004, FON, Beograd, 2004.

6. N. Živković, I. Janićijević *"Prilog identifikaciji pokazatelja uspešnosti procesa organizacionog sistema"*, JUSK međunarodna konvencija o kvalitetu, Beograd, 2006.

7. I. Janićijević, N. Živković *"Integralno upravljanje kvalitetom usluge osposobljavanja studenata"*, Promene u organizaciji i menadžmentu, X jubilarni simpozijum SymOrg 2006, Zlatibor, 7-10. jun 2006. - Beograd: Fakultet organizacionih nauka, 2006.

8. N. Živković, I. Janićijević, S. Karapandžić *"Sistemski pristup i integracija sistema menadžmenta"*, Promene u organizaciji i menadžmentu, X jubilarni simpozijum SymOrg 2006, Zlatibor, 7-10. jun 2006. - Beograd: Fakultet organizacionih nauka, 2006.

9. D. Knežević, I. Janićijević, A. Purić *"Obezbeđenje kvaliteta u visokoškolskim ustanovama: analiza slučaja Univerziteta u Kembridžu"*, Menadžment i društvena odgovornost, XI Internacionalni simpozijum SymOrg 2008, Beograd, 10-13. septembar 2008. - Beograd: Fakultet organizacionih nauka, 2008.

10. I. Janićijević, N. Živković, A. Purić. *"Postupak unapređenja kvaliteta procesa"*, Menadžment i društvena odgovornost, XI Internacionalni simpozijum SymOrg 2008, Beograd, 10-13. septembar 2008. - Beograd: Fakultet organizacionih nauka, 2008

14

11. D. Knezevic, I. Janicijevic, N. Zivkovic, A. Puric "*Contribution to the strategy of sustainable community developmen*", International conference quality and service sciences, Toulon – Verona , august, 2009.

12. I. Janicijevic, N. Zivkovic *"Impact of Management Systems Performances on Technological Changes"*, 20th Annual Conference of the Production and Operations Management Society, Orlando, Florida, may 2009.

13. I. Janicijevic, V. Drobac, S. Bozic "*The case study of education process quality control*", International Technology, Education and Development Conference INTED 2009, Valencia, Spain, 2009.

14. N. Zivkovic, I. Janicijevic, D. Knezevic "*Specifics of managing quality in distance learning*", International Technology, Education and Development Conference INTED 2010, Valencia, Spain, 2010.

15. B. Mihić, A. Trajković, I. Janićijević "*Standardization in service of humanity*", XIII simpozijum SymOrg 2012, Zlatibor, 5-9. jun 2012.: Fakultet organizacionih nauka, 2012.

16. I. Janicijevic, N. Zivkovic, A. Trajkovic, M. Bogicevic "*Healthcare quality management: critical review of current approaches*", Advances in Business-Related Scientific Research Conference, Olbia, Italy, 2012.

17. M. Đurić, U. Krstić, I. Janićijević "*Service quality improvement: the business process management approach*", XIV simpozijum SymOrg 2014, Zlatibor, 6-10. jun 2014.: Fakultet organizacionih nauka, 2014.

18. I.Janicijevic, M.Djuric, N.Milenkovic, N. Zivkovic *"Higher income higher quality of health – is it true?"*, International Conference on Applied Economics (ICOAE) 2014, Chania, Island of Crete , Greece, 2014.

Rad saopšten na skupu nacionalnog značaja štampan u celini

19. N. Živković, I. Janićijević, S. Lazarević *"Sistem upravljanja kvalitetom i informacioni sistem"*, Zbornik radova XI međunarodne konferencije iz oblasti informaciono komunikacionih tehnologija YU Info, Kopaonik, 2005.

20. I. Janićijević, N. Živković, D. Savić *"Prilog identifikaciji aspekata zaštite životne sredine u poslovnim sistemima"*, Ekologika - Konferencija Životna sredina i ljudsko zdravlje sa međunarodnim učešćem, Beograd, 2005.

21. N. Živković, I. Janićijević, I. Mijatović *"Povećanje kvaliteta hotelskih usluga u funkciji razvoja turizma"*, Ecologica - Konferencija Životna sredina i ljudsko zdravlje sa međunarodnim učešćem, Beograd, 2006.

22. N. Živković, I. Janićijević, M. Milutinović *"Pretpostavke za razvoj modela performansi organizacionog sistema"*, E-Zbornik radova Festival kvaliteta 2007. 34. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2007.

23. M. Bojanić, S. Lazarević, N. Živković, I. Janićijević *"Implementacija e-arhiv sistema primenom WCF tehnologije "*, Zbornik radova XIV međunarodne konferencije iz oblasti informaciono komunikacionih tehnologija YU Info, Kopaonik, 2008.

24. N. Živković, I. Janićijević, D. Knežević, M. Đurić *"Indikatori održivog razvoja lokalne zajednice"*, E-Zbornik radova Festival kvaliteta 2008., 3. Nacionalna konferencija o kvalitetu života, Kragujevac, 2008.

25. D. Knežević, N. Živković, A. Purić, I. Janićijević, M. Đurić *"Ciljevi održivog razvoja lokalne zajednice"*, E-Zbornik radova Festival kvaliteta 2009., 36. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2009.

26. D. Knežević, N. Živković, A. Purić, I. Janićijević "*Sistem menadžmenta zainteresovanim stranama - put ka izvrsnosti*", E-Zbornik radova Festival kvaliteta 2009. 36. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2009.

27. M. Krsmanović, I. Janićijević, N. Živković, J. Joković *"Efekti primene ISO 27001 – standarda za sistem menadžmenta sigurnosti informacija"*, Zbornik radova XVI međunarodne konferencije iz oblasti informaciono komunikacionih tehnologija YU Info, Kopaonik, 2010.

28. I. Janićijević, M. Đurić, N. Živković, A. Horvat *"Softver za planiranje i praćenje procesa implementacije sistema menadžmenta kvalitetom"*, Zbornik radova XVIII međunarodne konferencije iz oblasti informaciono komunikacionih tehnologija YU Info, Kopaonik, 2012.

Radovi objavljeni u izvodima

29. Z. Mitrovic, I. Mijatovic, N. Zivkovic, I. Janicijevic *"The balance between practical and theoretical knowledge content in quality management education in FON-Belgrade University"*, International Technology, Education and Development Conference INTED 2008 Abstaract Book, Valencia, Spain, 2008.

Utvrđivanje uticaja ulaznih elemenata procesa na kvalitet proizvoda, usluga i softvera

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.scientificbulletin.upb.ro Internet	384 words — 1%
2	uk.fon.bg.ac.rs Internet	269 words — 1%
3	bib.irb.hr Internet	244 words — 1%
4	www.indmanager.edu.rs Internet	174 words — < 1%
5	www.scribd.com Internet	169 words — < 1%
6	Janicijevic, Ivan, Maja Krsmanovic, Nedeljko Zivkovic, and Sasa Lazarevic. "Software quality improvement: a model based on managing factors impacting software quality", Software Quality Journal, 2016. Crossref	151 words — < 1%
7	www.kvaliteta.net Internet	148 words — < 1%
8	docslide.net Internet	128 words — < 1%
9	studenti.rs Internet	125 words — < 1%
10	deposit.ddb.de	

	Internet	124 words — < 1 %
11	ccd.ns.ac.yu Internet	95 words — < 1%
12	simlab.fon.bg.ac.yu Internet	91 words — < 1%
13	aktuari.math.pmf.unizg.hr Internet	84 words — < 1%
14	www.fon.rs Internet	82 words — < 1%
15	www.npao.ni.ac.rs Internet	79 words — < 1%
16	computersimulations.blogspot.com Internet	78 words — < 1%
17	seminarski.in.rs Internet	75 words — < 1%
18	www.pfos.hr Internet	60 words — < 1%
19	www.ftn.kg.ac.rs Internet	59 words — < 1%
20	nardus.mpn.gov.rs Internet	57 words — < 1%
21	spin.fon.bg.ac.rs Internet	54 words — < 1%
22	eldorado.uni-dortmund.de:8080 Internet	53 words — < 1%
23	library.neu.edu.tr	

	Internet	53 words — < 1%
24	docslide.us Internet	52 words — < 1%
25	epubs.scu.edu.au Internet	46 words — < 1%
26	www.inderscience.com Internet	45 words — < 1%
27	www.serbianfurniture.org Internet	43 words — < 1%
28	vggs.rs Internet	43 words — < 1%
29	rpkns.com Internet	42 words — < 1%
30	www.kvalitet.org.rs Internet	41 words — < 1%
31	Darren Lee-Ross. "An exploratory study of the contextual stability of SERVQUAL amongst three retail clusters in far North Queensland", Journal of Place Management and Development, 2008 Crossref	37 words — < 1%
32	elibrary.matf.bg.ac.rs Internet	36 words — < 1%
33	www.infosustav.com Internet	36 words — < 1%
34	imi.fon.bg.ac.rs Internet	34 words — < 1%
35	www.infotech.org.rs Internet	

		34 words — < 1%
36	www.fpm.me Internet	33 words — < 1%
37	Tsuen-Ho Hsu. "QFD with fuzzy and entropy weight for evaluating retail customer values", Total Quality Management and Business Excellence, 9/1/2006 Crossref	32 words — < 1%
38	www.savremenisport.com Internet	31 words — < 1%
39	ducati.doc.ntu.ac.uk Internet	31 words — < 1%
40	im.meng.auth.gr Internet	30 words — < 1%
41	lavica.fesb.hr Internet	30 words — < 1%
42	www.quality.unze.ba Internet	29 words — < 1%
43	documents.mx Internet	27 words — < 1%
44	Khan, Arif Ali, and Jacky Keung. "Systematic Review of success factors and barriers for Software Process Improvement in Global Software Development", IET Software, 2016. Crossref	26 words — < 1%
45	www.puskice.org Internet	26 words — < 1%
46	www.upb.ro Internet	25 words — < 1%

47	e-lib.efst.hr Internet	24 words — < 1%
48	iibfdergi.aksaray.edu.tr Internet	22 words — < 1%
49	Amelia Bucur. "Modelling of the Quality Management of the Human Resource Training", Scientific Bulletin, 2015 Crossref	22 words — < 1%
50	www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs Internet	21 words — < 1%
51	www.pellisistemas.com.br Internet	21 words — < 1%
52	www.cqm.rs Internet	20 words — < 1%
53	www.itn.sanu.ac.rs Internet	20 words — < 1%
54	orca.cf.ac.uk Internet	20 words — < 1%
55	www.rug.nl Internet	20 words — < 1%
56	Kumar, Ajay, and Ramesh Kumar Garg. "Decision support system for maximum availability of series-parallel system using particle swarm optimisation", International Journal of Intelligent Enterprise, 2016. Crossref	19 words — < 1%
57	www.scs.org Internet	19 words — < 1%
58	Bouchikhi, Sarra, Amina Boublenza, and Mohamed Amine Chikh. "Discrete hidden Markov model classifier for premature ventricular contraction	18 words — < 1%

detection", International Journal of Biomedical Engineering and Technology, 2015.
Crossref

59	etd.ohiolink.edu Internet	18 words — < 1%
60	B. Al-Salim. "Optimizing the Formation of the Quality Improvement Teams through a Data Mining-Based Methodology", Quality Engineering, 7/2006 Crossref	18 words — < 1%
61	gala.gre.ac.uk Internet	17 words — < 1%
62	dione.lib.unipi.gr Internet	17 words — < 1%
63	etds.ncl.edu.tw Internet	17 words — < 1%
64	www.singipedia.singidunum.ac.rs Internet	17 words — < 1%
65	zesoi.fer.hr Internet	17 words — < 1%
66	www.iim.ftn.uns.ac.rs Internet	16 words — < 1%
67	Zubair M. Mohamed. "An integrated tool planning and production planning problem for flexible manufacturing systems using genetic algorithm", International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications, 2007 Crossref	16 words — < 1%
68	www.research.manchester.ac.uk Internet	16 words — < 1%
69	fedetd.mis.nsysu.edu.tw Internet	16 words — < 1%

70	ict4g.org Internet	16 words — < 1%
71	www.ijhssnet.com Internet	16 words — < 1%
72	crpit.com Internet	15 words — < 1%
73	www.ise.nus.edu.sg Internet	15 words — < 1%
74	www.cet.rs Internet	15 words — < 1%
75	e-journal.um.edu.my Internet	14 words — < 1%
76	International Journal of Lean Six Sigma, Volume 5, Issue 2 (2014-09-16) Publications	14 words — < 1%
77	citeseerx.ist.psu.edu Internet	14 words — < 1%
78	Erickson, Gary M.. "Differential Games", Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2013. Crossref	14 words — < 1%
79	iors.ir Internet	14 words — < 1%
80	www.ttem.ba Internet	13 words — < 1%
81	www.fda.gov Internet	13 words — < 1%
82	bura.brunel.ac.uk Internet	13 words — < 1%

83	pandemos.panteion.gr:8080 Internet	12 words — < 1%
84	Bijith Marakarkandy, Nilay Yajnik. "Re-examining and empirically validating the End User Computing Satisfaction models for satisfaction measurement in the internet banking context", International Journal of Bank Marketing, 2013 Crossref	12 words — < 1%
85	www.symopis2013.fon.bg.ac.rs Internet	11 words — < 1%
86	documents.tips Internet	11 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON
EXCLUDE MATCHES < 15 WORDS