Prilagodba metodologije šest-sigma malim proizvodnim organizacijama

Kondić, Živko

Scientific master's theses / Magistarski rad

2008

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:461877

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

PRILAGODBA METODOLOGIJE 6σ MALIM PROIZVODNIM ORGANIZACIJAMA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mr.sc. ŽIVKO KONDIĆ

Zagreb, 2008.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

PRILAGODBA METODOLOGIJE 6σ MALIM PROIZVODNIM ORGANIZACIJAMA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
Prof.dr.sc. VEDRAN MUDRONJA

Mr.sc. ŽIVKO KONDIĆ

Zagreb, 2008.

UDK:	658.56
Ključne riječi:	Kvaliteta, sustav upravljanja kvalitetom, poboljšanja, šest sigma, Lean šest sigma
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Strojarstvo
Institucija u kojoj je rad izrađen:	Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
Mentor rada:	Prof.dr.sc. Vedran Mudronja
Broj stranica:	199
Broj slika:	103
Broj tablica:	60
Broj korištenih bibliografskih jedinica	114
Datum obrane:	
Povjerenstvo:	Dr.sc. Nikola Šakić, redoviti profesor, predsjednik povjerenstva Dr.sc. Vedran Mudronja, redoviti profesor, mentor Dr.sc. Slobodan Bakula, član povjerenstva
Institucija u kojoj je rad pohranjen:	Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

ZAHVALA

Najiskrenije se zahvaljujem svom mentoru, profesoru dr.sc. Vedranu Mudronji, koji mi je omogućio bavljenje ovim izuzetno zanimljivim i iznimno aktualnim područjem, kao i na pruženoj podršci, razumijevanju i strpljenju te nesebičnoj pomoći u izradi ovog rada.

Veliku zahvalnost dugujem i profesoru dr.sc. Nikoli Šakiću koji je uspijevao pronaći vremena za konzultacije te nesebično pomoći i prenijeti vrlo vrijedne informacije iz 6σ metodologije.

Nadalje, ugodna mi je obveza zahvaliti svim kolegama i suradnicima sa studija Proizvodnog strojarstva Veleučilišta u Varaždinu na svakodnevnoj suradnji, razmjeni iskustava te razumijevanju prema mojim obvezama pri izradi ovog rada.

Prijateljima i suradnicima u organizacijama gdje sam proveo eksperimentalni dio istraživanja i verifikaciju modela dugujem posebnu zahvalnost jer su mi omogućili pristup potrebnoj tehnološkoj, kontrolnoj i proizvodnoj dokumentaciji, te mi pomogli u obradi velike količine prikupljenih podataka.

Na kraju, veliko hvala i mojoj supruzi, kćerki i sinu za veliko strpljenje i pruženu potporu koju su mi poklonili dok sam radio ovaj rad.

U Varaždinu, rujan 2008.

SADRŽAJ

Predgovor…… VII
Sažetak…… VIII
Summary…… IX
Popis oznaka…… X
Popis kratica…… XII
Popis slika…… XV
Popis tablica…… XIX

1. **Uvod**…… 1

1.1 Opis istraživanja…… 1
1.3 Sadašnje spoznaje o metodologiji 6σ…… 3
1.4 Hipoteza rada…… 5

2. **Kvaliteta - fenomen današnjeg vremena**…… 7

2.1 Kratki opis i cilj poglavlja…… 7
2.2 Pojam i definicija kvalitete…… 7
2.3 Kratki povijesni prikaz razvoja kvalitete…… 9
2.4 Pokazatelji kvalitete…… 10
2.5 Aspekti kvalitete…… 12
2.6 Kvaliteta kao najvažniji tržišni čimbenik…… 12

2.6.1 Japanski pogled na kvalitetu…… 14
2.6.2 Američki pogled na kvalitetu…… 18
2.6.3 Europski pogled na kvalitetu…… 20
2.6.4 Hrvatski pogled na kvalitetu…… 23

2.7 Sustav upravljanja kvalitetom …… 24

3. **Poboljšavanja u sustavu upravljanja kvalitetom**…… 27

3.1 Kratki opis i cilj poglavlja…… 27
3.2 Razlozi za poduzimanje poboljšavanja…… 27
3.3 Kontinuirana poboljšavanja…… 29

3.3.1 Ciklus kontinuiranog postupnog poboljšavanja …… 29
3.3.2 Ciklus kontinuiranog skokovitog poboljšavanja …… 30
3.3.3 Ciklus kontinuiranog kombiniranog poboljšavanja…… 30

3.4 Metodologije poboljšavanja…… 31

3.4.1 Totalno upravljanje kvalitetom…… 31
3.4.2 Upravljanje poslovnim procesima (BPM)…… 35
3.4.3 Metodologija uravnoteženih ciljeva (BSC)…… 35
3.4.4 Metodologija teorije ograničenja…… 37
3.4.5 20 ključeva…… 37
3.4.6 „Lean“ proizvodnja (LP)…… 39
3.4.7 „Šest sigma“ metodologija…… 41
3.4.8 „Lean Six Sigma“…… 42

4. Temeljna obilježja 6σ metodologije 46

4.1 Kratki opis i cilj poglavlja..... 46
4.2 Počela 6σ metodologije..... 46
4.3 Što je „Šest sigma“?..... 49
4.4 Statistička obilježja 6σ metodologije..... 51
4.4.1 Varijacije u procesima..... 51
4.4.2 Standardno odstupanje σ – mjera varijacije 53
4.4.3 Veza rasipanja i funkcije gubitaka..... 54
4.4.4 Sigma (σ) kao mjera sposobnosti procesa..... 55
4.5 Sposobnost procesa..... 55
4.5.1 Pokazatelji sposobnosti procesa..... 57
4.5.1.1 Sposobnosti procesa u dužem vremenskom razdoblju (Long-Term Process Capability)..... 59
4.5.1.2 Preliminarna sposobnost procesa (Preliminary Process Capability)..... 63
4.5.1.3 Sposobnost u kratkom vremenskom razdoblju (short – term capability)..... 64
4.5.1.4 Razlozi za primjenu indeksa sposobnosti procesa..... 64
4.5.2 k σ razina kvalitete..... 65
4.6 Struktura 6σ metodologije 71
4.6.1 Metodologija DMAIC (i DMADV)..... 71
4.6.2 Uloge menadžera i zaposlenika u 6σ metodologiji..... 76
4.6.2.1 Opis funkcija u 6σ metodologiji..... 76
4.6.2.2 Edukacija i trening funkcija u 6σ meto9dlogiji..... 79
4.6.3 Način upravljanja realizacijom 6σ metodologije..... 81

4.7 Kratki pregled nekih od alata koji se koriste u 6σ metodologiji..... 82

5. Opis istraživanja..... 83

5.1 Kratki opis i cilj poglavlja..... 83
5.2 Populacija za istraživanje..... 83
5.2.1 Izbor i opis uzorka za istraživanje..... 83
5.2.2 Karakteristike malih organizacija..... 87

5.3 Analize prikupljenih podataka..... 91
5.3.1 Primjena i informiranost organizacija o 6σ metodologiji..... 91
5.3.2 Analiza faktora koji utječu na neprimjenu 6σ metodologije u malim organizacijama..... 92
5.3.2.1 Postupak provođenja rangiranja..... 94
5.3.2.2 Provjera adekvatnosti izvorne i preformirane tabele..... 98
5.3.2.3 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a..... 99
5.3.2.4 Rangiranje kompetentnosti pojedinih QMR-a..... 102
5.3.2.5 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja stručnih ocjenjivača..... 102
5.3.2.6 Određivanje „težine“ ili „značaja“ svakog QMR-a pomoću Z_i..... 104
5.3.2.7 Ponderiranje preformiranih rangova faktora utjecaja „značajem“ pojedinog QMR-a..... 104

5.3.2.8 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a nakon uvođenja faktora značajnosti Z_i …… 105
5.3.2.9 Određivanje stupnja utjecaja svakog faktora……. 106
5.3.3 Istraživanje mogućnosti početka „masovnije“ primjene 6σ metodologije u malim organizacijama metodom „Delphi“……. 108
5.4 Iskustva u primjeni 6σ metodologije u malim organizacijama Velike Britanije…… 116
5.5 Iskustva u primjeni 6σ metodologije u malim organizacijama Finske……... 119
5.6 Utvrđivanje kσ razine na stvarnoim primjerima iz prakse……. 122

6. Prijedlog metodologije 6σ malim proizvodnim organizacijama 137

6.1 Opis predložene metodologije…….. 134
6.2 Prethodne aktivnosti prije donošenja odluke o primjeni metodologije……... 140
6.2.1 Uspostavljen sustav upravljanja kvalitetom i sustav poboljšavanja…… 140
6.2.2 Prethodne spoznaje o 6σ metodologiji……. 143
6.2.3 Definiranje vizije i strategije i potpuna opredijeljenost najvišeg vodstva za 6σ…… 144
6.2.3.1 Definiranje vizije i strategije…….. 144
6.2.3.2 Potpuna opredijeljenost vodstva 6σ metodologiji…….. 147
6.2.4 Orijentacija i samoocjena radi pokretanja 6σ metodologije…….. 148
6.3 Pripremne aktivnosti ……... 155
6.3.1 Donošenje odluke o primjeni 6σ metodologije……. 155
6.3.2 Izrada pravilnika za nagrađivanje i motivacija zaposlenika……... 156
6.3.3 Imenovanje odgovorne osobe za 6σ metodologiju i konzultanta. 159
6.3.4 Prikupljanje ideja i definiranje ciljeva……. 159
6.3.5 Usporedba poslovanja u odnosu na ciljeve…….. 163
6.3.6 Prepoznavanje mogućnosti za poboljšavanje – projekti…… 163
6.4 Definiranje projekta i tima za realizaciju……. 164
6.4.1 Selekcija i izbor prioritetnih projekata…… 164
6.4.1.1 Metoda pondera…….. 165
6.4.1.2 Financijska analiza koristi i troška (cost-benefit)…… 166
6.4.1.3 Pareto prioritetni indeks…… 170
6.4.1.4 Završno rangiranje projekata……... 170
6.4.1.5 Tipovi ušteda…… 172
6.4.2 Dodjeljivanje sponzora projektu……. 173
6.4.3 Izbor voditelja 6σ tima…….. 173
6.4.4 Izbor i imenovanje članova 6σ tima (ugovor s poslodavcem)…... 173
6.4.5 Izrada kratkog sadržaja projekta…… 176
6.5 Realizacija projekta (poboljšanja) modelom FPON …… 177
6.5.1 Fokusiranje tima na problem…….. 177
6.5.2 Poboljšavanje – rješavanje projekta…….. 180
6.5.3 Održavanje poboljšanog procesa…….. 180
6.5.4 Nagrade i priznanja za uspješno realizirani projekt…… 180

6.6 Faktori za uspješnu primjenu modela……. 181

6.2.1 Izobrazba za 6σ metodologiju…… 181
6.2.2 Neke psihološke prepreke za primjenu 6σ metodologije…… 183
6.2.3 Uključivanje zaposlenika u 6σ projekte…… 184
6.2.4 Definiranje odgovornosti i ovlasti u procesima…… 186

7. Zaključak…… 187

8. Literatura…… 193

Životopis…….. 198
Biography…… 199

PREDGOVOR

Istraživanje prikazano u ovom radu predstavlja logičan nastavak mog višegodišnjeg rada na implementaciji, prosudbi i ocjeni sustava upravljanja kvalitetom u organizacijama različite veličine i aktivnosti. Sagledavajući probleme i poteškoće s kojima se svakodnevno organizacije susreću u postupcima održavanja i poboljšavanja sustava kvalitete konstatirano je da uzroke treba tražiti u neorganiziranom pristupu, slabom angažiranju najvišeg vodstva te pomanjkanju znanja u primjeni suvremenih metoda poboljšavanja i statistike. Sve je to inicirano potrebom da se istraži i predloži optimalni model poboljšanja u sustavu kvalitete malih organizacija koji će se temeljiti na suvremenim i dokazanim metodologijama kao što su Šest sigma i Vitka (Lean) proizvodnja.

Pored navedenih razloga, opravdanost izabrane teme treba tražiti u namjerama da se pomogne gospodarstvu naše države. Specifičnosti poslovanja i poteškoće u kojima se nalazi hrvatsko gospodarstvo vezane su uz velike promjene na zapadnoeuropskom i svjetskom tržištu, zapostavljanje kvalitete proizvoda i usluga, te neprilagođenost ponude zahtjevnom tržištu. Uz hipoteke prošlosti i realne poteškoće kroz koje je prošla država i gospodarstvo nametnulo se pitanje: Da li je moguće primjenom suvremenih svjetskih dostignuća u području kvalitete pomoći organizacijama i gospodarstvu u cjelini?

Hrvatska kao dio Europe mora uvažavati sve promjene koje se zbivaju na međunarodnom tržištu proizvodnje i uslužnih djelatnosti, usmjeriti se prema kvaliteti ako želi biti konkurentna, jer novi trendovi ukazuju na nužnost promjena u filozofiji poslovanja i pristupu kupcima. Definitivno, kupac postaje faktor broj jedan u svim procesima poslovanja. Aktivnosti u organizacijama moraju se usmjeravati prema zahtjevima, potrebama i očekivanjima kupaca. Uvažavajući ovu činjenicu i optimizirajući troškove poslovanja u svim segmentima moguće je opstati na tržištu.

Analizirajući suvremene metode poboljšavanja poslovnih procesa koje se danas mogu sresti prepoznato je da se metodologija 6σ i „Lean“ proizvodnja najlakše mogu prilagoditi gospodarstvu naše države. Analizirajući uštede koje su velike tvrtke prikazale primjenjujući navedene metodologije u svojem poslovanju ne može se ostati ravnodušan i ne zapitati „Ima li tu nešto za nas?“. Odgovor je pozitivan, samo je pitanje kako postojeći ortodoksni model 6σ prilagoditi malim proizvodnim sustavima.

Očekuje se prodor predložene metodologije 6σ u malim proizvodnim organizacijama nakon stvaranja preduvjeta i uvažavanja navedenih specifičnosti.

SAŽETAK

U radu je razmotrena problematika primjene i prilagodbe metodologije 6σ u malim proizvodnim organizacijama. Cilj je bio pronaći optimalni model 6σ metodologije koji bi se mogao efikasno primijeniti u postupcima poboljšavanja prema poslovnoj izvrsnosti.

Metodologija 6σ nastala je u najuspješnijim, najvećim i najboljim organizacijama SAD-a od kuda se i crpe sva iskustva o njenoj primjeni. Obzirom da primjena metodologije 6σ nezadrživo raste u Americi i Europi, a širi se zajedno s područjima velikih kompanija i na ostale kontinente, postavilo se pitanje da li se može primijeniti i u našem gospodarstvu. Konkretno, zanima nas koliko metodologija 6σ može pomoći u poboljšanju kvalitete proizvoda i sustava u malim proizvodnim organizacijama? Svi rezultati koji govore o uspješnoj primjeni navedene metodologije uglavnom se odnose na velike svjetske korporacije i tvrtke. Malo je znanstvenih ili stručnih radova koji bi ukazivali na primjenu 6σ u malim poslovnim sustavima. Upravo je ta činjenica bila pokretač ideje za ovo istraživanje i oblikovanje modela za primjenu u malim organizacijama na kojima se temelji gospodarstvo RH. Demistificiranjem 6σ i njenom prilagodbom, mnogi mali i srednji poslovni sustavi mogli bi otvoriti put prema poslovnoj izvrsnosti.

U radu se nakon uvodnog dijela i opisa postupaka poboljšavanja detaljno opisuju temeljne karakteristike 6σ metodologije. Cilj je bio sagledati sve aspekte metodologije, njenu strukturu, počela i obilježja kao i statističko tumačenje, kako bi se kroz postupke istraživanja došlo do zaključaka ugrađenih u predloženi model.

Rad je istražio i potvrdio mogućnosti prilagodbe metodologije 6σ u malim proizvodnim organizacijama uz kriterije smanjenja troškova poslovanja i povećanja zadovoljstva kupaca. Prilagodba se temelji na ključnim faktorima, kao što su: potpuna opredijeljenost najviše uprave, pošteno nagrađivanje za uspješno realizirane projekte, zadovoljstvo kupaca i stalno smanjivanje troškova poslovanja. Pored ovih ključnih faktora uspjeha u modelu se razmatraju i druge specifičnosti vezane uz funkcioniranje malih proizvodnih organizacija. Predloženi model temelji se na osnovnoj metodologiji 6σ, karakteristikama „Lean“ proizvodnje i karakteristikama malih organizacija.

Za razliku od klasičnog, predloženi model razmatra samoocjenu razine uspješnosti organizacije prije pokretanja projekta, definiranje strategije, specifične postupke izobrazbe, timove za realizaciju projekata, metode za rangiranje i izbor prioritetnih projekata, definiranje odgovornosti u procesima, uspostavu sustava nagrađivanja i uključivanja zaposlenika. Predloženi model 6σ treba promatrati kao specifični oblik „biznisa“ gdje se postupcima poboljšavanja kroz projekte ostvaruju određene dobiti, koje se raspoređuju definiranim ključem. Jedan dio ostvarene dobiti ulaže se u sljedeće projekte i na taj način se podupiru daljnje uštede.

Vjeruje se u uspješnost primjene prilagođene 6σ metodologije u malim proizvodnim organizacijama, kao i njenu primjenu u organizacijama drugih djelatnosti uz nužne preinake i prilagodbe.

Summary

This work analyses the issue of application and adjustment of the 6σ-Methodology in small production enterprises. The objective was to find an optimum 6σ-program model which could be efficiently applied in business excellence upgrading procedures.

The 6σ-Methodology was created in the most successful, the biggest and the best USA organizations, which all experience on the methodology application have been taken from. Considering its unstoppable growth in Europe and America, and its expansion with other companies to other continents, the question arose on whether the methodology can be applied in our economy. We are particularly interested in how the Six Sigma can help to improve the quality of products and the system in small enterprises? All results showing successful application of the stated methodology mainly relate to large global corporations and firms. There are only a few scientific and professional papers focused on the application of Six Sigma in small business systems. This very fact was the initiator of the idea for this particular research and the model design, to be applied in small organizations which the Croatian economy is based on. Demystification and adjustment of the Six Sigma could result in many small and medium-sized business systems enabling business excellence.

Following introduction and description of procedures, the work provides a detailed description of 6σ Program fundamental characteristics. The objective was to analyse all methodology aspects, its structure, fundamental principles, features, and statistic interpretation, to reach the conclusions integrated into the suggested model through research procedures.

The work investigated and confirmed the Six Sigma Methodology adjustment possibilities to small organizations, together with criteria relating to decreasing business expenses and increasing the customer's satisfaction. This adjustment is based on the following key factors: full devotion of the highest managerial level, fair remuneration for successfully completed projects, satisfaction of customers and continuous decrease of business costs. Apart from these key success factors other specific features have also been analyzed, related to operation of small organizations. The suggested model is based ion the basic 6σ-Methodology, the characteristics of lean production and small organizations.

Contrary to the classical model, the one suggested analyzes self-assessment of the organization performance level prior to starting the project, defining the strategy, the specific education procedures, the project realization teams, the ranking methods and the selection of priority projects, setting up of the remuneration system and involvement of employees. The suggested 6σ model shall be considered a specific business model, where, through projects, the improvement procedures result in realization of profits deployed using a predefined key. One part of the profit is invested into the further projects which support additional savings.

It is believed that efficient application of the adjusted 6σ Methodology in small production organizations and its application in organizations with other business activities, considering necessary changes and modifications, is well grounded.

POPIS OZNAKA

Oznaka	Značenje oznake
USL	Gornja granica tolerancije (eng. Upper Specificatiopn Limit)
LSL	Donja granica tolerancije (eng. Lower Specification Limit)
T	Tolerancija - između granica (eng. Tolerance)
M	Sredina tolerancijskog polja
NP	Normalni proces (6σ)
σ	Standardno odstupanje normalne razdiobe
$\bar{x}$	Srednja vrijednost
$\mathbf{C_p}$	Indeks preciznosti procesa
$\mathbf{C_r}$	Odnos sposobnosti procesa
K	Srednja vrijednost procesa prema srednjoj vrijednosti tolerancije
$\mathbf{C_{pk}}$	Sposobnosti procesa u odnosu na srednju vrijednost tolerancije
$\mathbf{C_m}$	Indeks sposobnosti procesa koji je veoma osjetljiv na položaj razdiobe
$\mathbf{r_s}$	Spearmanov koeficijent korelacije ranga
k	broj utjecajnih faktora
Q_j	Rangovi dodijeljeni faktorima
t_t	Tablična vrijednost testa hipoteze o značajnosti koeficijenta linearne korelacije
t_r	Izračunata vrijednost testa hipoteze o značajnosti koeficijenta linearne korelacije
f	Broj stupnjeva slobode
α	Vjerojatnost
W	Kendallov koeficijent suglasnosti
m	Broj QMR-ova
g	Broj skupina vezanih rangova
$\boldsymbol{t_i}$	Broj vezanih rangova u i-toj skupini
χ^2	Hi-kvadrat varijabla
h	Broj ocjenjivača
Z	Težina faktora nakon zbroja rangova
a_{ij}	Rang faktora utjecaja
σ_i	Koeficijent značaja QMR-a
Z_i	Suma koeficijenta značajnosti QMR-a
M'_j	Koeficijenta značajnosti utjecajnog faktora
$\mathbf{m_i}$	Procijenjeno očekivano vrijeme za navedeni događaj
$\mathbf{o_i}$	Procijenjeno optimističko vrijeme za navedeni događaj
$\mathbf{p_i}$	Procijenjeno pesimističko vrijeme za navedeni događaj
$\gamma_1;\gamma_2;\gamma_3$	Koeficijenti izabrani prema „Pert“ metodi
σ_i^2	Varijanca
$\bar{t}_i$	Očekivana vrijednost
$\bar{t}_n$	Ukupna očekivana vrijednost

σ_n^2	Varijanca za očekivani događaj
$L(Y)$	Laplasova funkcija
P	Vjerojatnost događaja
Ψ	Ponderirani stupanj zrelosti
Φ	Stupanj zrelosti kriterija
ξ	Koeficijent značajnosti
δ	Pogreške po primjerku
ε	Broj pogrešaka za definirani zahtjev
G	Ukupan broj proizvoda (izlaza iz procesa) za promatrani period
z	Broj zahtjeva
N	Broj pogrešaka na milijun mogućnosti
T_p	Period povrata
I_s	Inicijalna fiksna investicija
P_N	Procijenjeni priliv novčanih sredstava od projekta
T_{pp}	Prosječna stopa povrata
P_p	Prosječna godišnja dobit nakon oporezivanja
I_s	Vrijednost investicije
NPV	Neto sadašnja vrijednost projekta
I_s	Inicijalna investicija u projekt
Q_t	Neto tijek novca za vremenski period „t“
k_{sp}	Tražena stopa povrata [%]
I_f	Predviđena inflacija (ili deflacija) za vremensko razdoblje t [%]
PPI	Pareto Priority Indeks

POPIS KRATICA

A

ASQC	American Society for Quality Control
AECMA	European Association of Aerospace Industries
ABB	Asea Brown Boveri

B

BPM	Business Process Management
BSC	Balanced Scorecard
BDP	Bruto društveni proizvod
BVA	Business Value Added Activities

C

CtQ	Critical to Quality
CtC	Critical to Customer
CtC-CtQ	Critical to Customer - Critical to Quality
CWQC	Company Wide Quality Control
CWQM	Company Wide Quality Management
CWQI	Company Wide Quality Improvement
CNC	Computer Numerical Control
CE	Conformite Europeenne (francuski)
CE Dijagram	Cause & Effect Diagram
CEN	Eurpean Committee for Standradization
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Adminstrations
CRISSPI	Centre for Research in. Six Sigma and Process Imrovement
CEO	Centar za poslovnu izvrsnost u operacijama iz New Hampshire
CoPQ	Cost of Poor Quality

D

DMAIC	Define – Measure – Analyze – Improve - Control
DOE	Design of Experiments
DMADV	Define – Measure – Analyze - Design - Verify
DCCDI	Define – Customer – Concept - Design and Implement
DMEDI	Define – Measure – Explore - Develop and Implement
DMADOV	Define – Measure – Analyze – Design - Optimize and Verify
DCDOV	Define – Customer – Desing – Optimize - Verify
DFSS	Design For Six Sigma
DPMO	Defects per milion oportunities

E

EFQM	European Foundation for Quality Management
EQA	European Quality Award
EAI	Enterprise Application Integration
EN	European norm
EU	European union
EOQ	Europska organizacija za kvalitetu
EZ	Europska zajednica
EAC	Europen Acreditation Classification
EUCUSA	European Customer Association

F

FMEA	Failure Modes and Effect Analysis
FSP	Faktora sposobnosti procesa
FPON	Fokusiranja – Poboljšavanja - Održavanja - Nagrađivanja (priznanja).

G

GE	General Electric

H

HRN	Hrvatska norma
HT	Hrvatski telekom

I

IT	Information technology
I2DOV	Invent – Innovate – Develop - Optimize and Validate
IDOV	Identify – Desing - Optimize and Validate
ISO	International Organisation for Standardization
ISO /TR	International Organisation for Standardization/ Tehnical Report
INA	Industrija nafte
IBM	International Business Machines
IRR	Internal Rate of Return

J

JIT	Just-in-Time
JIS	Japanese Industrial Standard
JUSE	Union of Japanese Scientists and Engineers

L

LSL	Lowr Significance Level

M

MBNQA	Malcolm Baldrige National Quality Award
MB	Melcolm Baldrige
MEC	Matsushita Elektric Company

N

NITS	National Institute for Normization and Technology
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NP	Normalni proces
NPV	Net present value
NN	Narodne novine
NVA	Non Value Added Activities

O

OHSAS	**Occupational Health and Safety Assessment Series**

P

PPI	Pareto prioritetni indeks
PDCA	**P**-Plan, **D**-Do, **C**-Check, **A**-Act
ppm	part per million
PPDR	**P**ripremne aktivnosti - **P**rethodne aktivnosti - **D**efiniranje projekata i „Lean Six Sigma“ tima - **R**ealizacija projekta - poboljšanja

Q

QI	Quality Improvement
QFD	Quality Function Deployment
QCC	Quality Control Circles
QS	Quality Standards
QMR	Quality Manager Representation

R

RH	Republika Hrvatska
RTY	Rolled throughput Yield
RAND	Research And Development (korporacija u SAD-u)

S

SIPOC	Supplier – Input – Process – Output -Customer
SQM	Strategic Quality Management
SAD	Sjedinjene američke države
SPC	Statistical Process Control
S^4	Smarter Six Sigma Solutions
SOFDK	Special Operations Forces Demolition Kit
SMEs	Small and Medium Enterprises
SAI	Social Accountability International
SMART	Specific – Measurable - Attainable – Realistic - Time

T

TQM	Total Quality Management
TQC	Total Quality Control
TQ	Total Quality
TQI	Total Quality Improvement
TV	Televizijski aparat
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System

U

USA	United States of America
USL	Upper Significance Level

V

VOC	Voice of Customer

W

WCM	World Class Company

BROJEVI

5S	**S**eiri , **S**eiton , **S**eiso , **S**eiketsu , **S**hitsuke
6σ	Six Sigma
5M+E	**M**an, **M**achine, **M**ethod, **M**aterijal, **M**easure + **E**nvironmental

POPIS SLIKA

Br.slike	Opis slike	Stranica
Slika br. 2.1	Povijesni prikaz razvoja kvalitete……..	9
Slika br. 2.2	Razvoj kvalitete……..	10
Slika br. 2.3	Neki od pokazatelja kvalitete tehničkog sustava……	11
Slika br. 2.4	Najvažniji čimbenici u izboru proizvoda i proizvođača……	13
Slika br. 2.5	Univerzalni proces i način realizacije kvalitete „Juranova trilogija“……	15
Slika br. 2.6	Moderne tehnike kvalitete za razvoj kvalitete u Japanu……	18
Slika br. 2.7	Prikaz funkcije sustava……..	24
Slika br. 2.8	Kibernetski prikaz sheme procesa upravljanja sustavom……	24
Slika br. 2.9	Sustavni pristup organizaciji……..	25
Slika br. 2.10	Model sustava upravljanja kvalitetom zasnovan na procesima……...	26
Slika br. 3.1	Poboljšanje procesa u ovisnosti o čimbeniku vremena……..	28
Slika br. 3.2	Poboljšavanje procesa primjenom neke od metodologija poboljšavanja u funkciji vremena……	28
Slika br. 3.3	Ciklus kontinuiranog postupnog poboljšavanja……..	29
Slika br. 3.4	Kontinuirano skokovito poboljšavanje……..	30
Slika br. 3.5	Ciklus Kontinuiranog kombiniranog poboljšavanja……...	30
Slika br. 3.6	Kriteriji MB modela za TQM-a – poslovnu izvrsnost……..	33
Slika br. 3.7	EFQM model za TQM – poslovnu izvrsnost……...	34
Slika br. 3.8	Četiri perspektive metodologije uravnoteženih ciljeva…….	36
Slika br. 3.9	Pojedinačna usmjerenost 20. ključeva……	38
Slika br. 3.10	Značajke „Lean“ proizvodnje…….	39
Slika br. 3.11	Segmenti „„Lean““ proizvodnje…….	40
Slika br. 3.12	Elementi „„Lean““ proizvodnje……...	41
Slika br. 3.13	Povijesni razvoj i integriranje „Lean-a“ i „Six Sigme“ u „Lean Six Sigma“…….	43
Slika br. 4.1	Prihvaćenost 6σ metodologije u svjetskim kompanijama [80]……...	48

Slika br. 4.2 Razlozi nastajanja varijacija u procesima…… 52

Slika br. 4.3 Djelovanje u procesu u cilju upravljanja varijacijama…… 53

Slika br. 4.4 Manje rasipanje – viša kvaliteta…… 54

Slika br. 4.5 Taguchijeva funkcija gubitaka…….... 55

Slika br. 4.6 Funkcija gubitaka i rasipanje……..... 55

Slika br. 4.7 Loše nadziranje procesaje – proces je sposoban…….. 55

Slika br. 4.8 Loša kvaliteta – proces nije sposoban……. 55

Slika br. 4.9 Dovođenje procesa u stanje statističke kontrole…… 57

Slika br. 4.10 Osnovni parametri pri definiranju indeksa sposobnosti procesa……. 57

Slika br. 4.11 Primjeri varijabilnosti procesa s kriterijima za indeks C_p…….. 60

Slika br. 4.12 Postotak grešaka pri istoj vrijednosti C_p može se mijenjati…….. 61

Slika br. 4.13 Teorija „Šest sigma“ i vrijednost $C_p = 2$……... 61

Slika br. 4.14 Normalna razdioba i temeljni metrički koncept 6σ metodologije…… 65

Slika br. 4.15 Centrirani proces s potencijalnom sposobnošću $C_p = 2$ …… 66

Slika br. 4.16 Učinak pomaka procesa od 1,5σ koji rezultira s 3,4 ppm…… 67

Slika br. 4.17 Stopa nesukladnosti i σ razina kvalitete…….. 67

Slika br. 4.18 Izlaz sukladnih proizvoda na osnovu broja pogrešaka u dva različita procesa…… 68

Slika br. 4.19 Implikacije 6σ razine kvalitete……... 70

Slika br. 4.20 Novo gledanje na kvalitetu……. 70

Slika br. 4.21 DMAIC i DMADV metodologije u 6σ metodologiji……. 72

Slika br. 4.22 PDCA model poboljšavanja……... 72

Slika br. 4.23 PDCA ciklus na realizaciji kontinuiranog poboljšavanja……... 73

Slika br. 4.24 Veza PDCA i DMAIC modela poboljšavanja…….. 73

Slika br. 4.25 DMAIC metodologija poboljšavanja……. 73

Slika br. 4.26 DMAIC metodologija rješavanja problema…… 74

Slika br. 4.27 Mjesta mjerenja u DMAIC metodologiji…… 75

Slika br. 4.28 Analiza faktora i posljedica…… 75

Slika br. 4.29 Korištenje DMAIC u 6σ projektima…….. 76

Slika br. 4.30 Tipična struktura za 6σ projekt…….. 77

Slika br. 5.1 Struktura promatranih organizacija u uzorku prema EAC klasifikaciji…… 84

Slika br. 5.2 Opća informiranost o 6σ metodologiji…….. 91

Slika br. 5.3 Prilike gdje su ispitanici čuli za 6σ metodologiju:……... 91
a) na seminarima; b) iz literature; c) iz medija;
d) od certifikacijskih kuća e) ostale situacije

Slika br. 5.4 Gdje se koristi 6σ metodologija?..... 92

Slika br. 5.5 Strukturna shema primjene metode apriornog rangiranja……... 94

Slika br. 5.6 Realizacija metode apriornog rangiranja faktora…… 96

Slika br. 5.7 Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.10……. 101

Slika br. 5.8 Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.11……. 103

Slika br. 5.9 Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.14……. 106

Slika br. 5.10 Apriorni dijagram rangova utjecajnih faktora na neprimjenu 6σ metodologije u postupcima poboljšavanja …… 107

Slika br. 5.11 U kojem periodu će Vaša tvrtka krenuti u primjenu 6σ metodologije?..... 109

Slika br. 5.12 Tijek informacija „Delphi“ predviđanja…….. 110

Slika br. 5.13 Vjerojatnost zbivanja događaja x_1 u različitim periodima……. 115

Slika br. 5.14 Ključni faktori uspjeha za primjenu 6σ metodologije u proizvodnim britanskim malim i srednjim organizacijama ……. 119

Slika br. 5.15 Izračun kσ razine preko C_p…… 122

Slika br. 5.16 Kontrolna karta koraka „Izmjerena vrijednost – pokretni raspon“…… 124

Slika br. 5.17 Histogram izmjerenih koraka…….. 124

Slika br. 5.18 Kontrolna karta aritmetičkih sredina i standardnih odstupanja…… 125

Slika br. 5.19 Kontrolna karta gramature „Izmjerena gramatura ljepila – pokretni raspon“……. 126

Slika br. 5.20 Histogram izmjerenih gramatura…….. 126

Slika br. 5.21 Kontrolna karta ostatka otapala „Izmjereni ostatak otapala – pokretni raspon“…… 127

Slika br. 5.22 Histogram izmjerenog ostatka otapala…… 128

Slika br. 5.23 Kontrolna karta odrezivanja „Izmjera – pokretni raspon“…….. 129

Slika br. 5.24 Histogram izmjerenih odreza cijevi…….. 129

Slika br. 5.25 Kontrolna karta dužine izvlačenja „Izmjera – pokretni raspon“…… 130

Slika br. 5.26 Histogram izmjerenih dužina izvlačenja…….. 131

Slika br. 5.27 np kontrolna karta za greške zavarivanja…… 132

Slika br. 5.28 Kσ razina za proizvodne procese u tvrtki C…… 133

Slika br. 6.1 Predložena PPDR metodologija po aktivnostima…….. 138

Slika br. 6.2 Glavne faze PPDR metodologije…….. 139

Slika br. 6.3 Struktura predložene 6σ metodologije – PPDR …… 140

Slika br. 6.4 Sustav upravljanja kvalitetom po normi ISO 9001 kao prijelazno razdoblje prema poslovnoj izvrsnosti……. 140

Slika br. 6.5 Faze u implementaciji, održavanju i poboljšavanju sustava upravljanja kvalitetom. 142

Slika br. 6.6 Spremnost sustava upravljanja kvalitete (SUK-a) na putu prema poslovnoj Izvrsnosti…….. 143

Slika br. 6.7 Definiranje vizije i strategije male organizacije……... 145

Slika br. 6.8 Vizija malih organizacija……. 146

Slika br. 6.9 Ključni elementi kod potpune predanosti uprave 6σ metodologiji……... 147

Slika br. 6.10 Model samoocjene organizacije prije pokretanja 6σ metodologije……. 150

Slika br. 6.11 Proces donošenja odluke o pokretanju 6σ projekta…….. 155

Slika br. 6.12 Princip raspodjele ostvarenih ušteda sa 6σ metodologiju……... 157

Slika br. 6.13 „SMART“ zahtjev za definiranje ciljeva…… 162

Slika br. 6.14 Prikupljanje prijedloga za poboljšavanje (ciljeve)…….. 162

Slika br. 6.15 Usporedba poslovanja u odnosu na ciljeve te prikaz „živuće“ i „umjetne“ kulture stalnih poboljšanja…….. 163

Slika br. 6.16 Selekcija i izbor prioritetnih projekata…….. 165

Slika br. 6.17 Kriteriji i mjerila za ocjenu projekta……... 166

Slika br. 6.18 Ocjene i objašnjenje ocjena za metodu pondera……... 167

Slika br. 6.19 Smanjivanje troškova kao jedan od kriterija za rangiranje projekata…….. 171

Slika br. 6.20 Projektni 6σ tim…… 174

Slika br. 6.21 **FPON** princip realizacije projekta……. 177

Slika br. 6.22 Struktura pojaseva u malim organizacijama……... 183

POPIS TABLICA

Br. tablice	Opis tablice	Stranica
Tablica br. 2.1	Definicije kvalitete gurua kvalitete……..	8
Tablica br. 2.2	Demingovih četrnaest univerzalnih točaka za menadžment……	15
Tablica br. 2.3	Deset Juranovih koraka za unapređenje kvalitete…….	16
Tablica br. 2.4	Neke od modernih tehnika za razvoj kvalitete u Japanu……..	18
Tablica br. 3.1	Prikaz ključeva u metodologiji „20 ključeva“……..	39
Tablica br. 3.2	Usporedba tradicionalnog pristupa i „Lean“ proizvodnje……..	41
Tablica br. 3.3	Evolucija „Lean“ pristupa……...	45
Tablica br. 3.4	Zašto „Lean“ i 6σ trebaju jedna drugu…….	46
Tablica br. 3.5	Razlike i sličnosti metodologija Lean i 6σ……..	46
Tablica br. 3.6	Dvije metodologije slijede različite pristupe……	46
Tablica br. 4.1	Vrijednost C_p i sposobnost procesa…….	59
Tablica br. 4.2	Učinak pomaka od 1,5σ na broj nesukladnosti (ppm)……..	68
Tablica br. 4.3	Komparativni podaci za procese sa 4σ i 6 σ……..	69
Tablica br. 4.4	Utjecaj sposobnosti procesa na konkurentnu sposobnost tvrtke……	69
Tablica br. 4.5	Pregled nekih od alata koji se mogu koristiti u 6σ metodologiji……	82
Tablica br. 5.1	Klasifikacija djelatnosti prema EAC…….	85
Tablica br. 5.2	Pregled organizacija obuhvaćenih istraživanjem……..	85
Tablica br. 5.3	Veličine organizacija u istraživanju……..	86
Tablica br. 5.4	Klasifikacija veličine organizacija…….	86
Tablica br. 5.5	Pregled broja gospodarskih subjekata i broja zaposlenih u RH……..	86
Tablica br. 5.6	Oblik vlasništva u promatranom uzorku……..	87
Tablica br. 5.7	Početno rangiranje utjecajnih faktora od strane menadžera kvalitete……	97
Tablica br. 5.8	Postupak preformiranja tablice 5.7 u 5.9……..	97
Tablica br. 5.9	Preformirana izvorna tabela rangiranih faktora utjecaja po pojedinim QMR-ima.	98

Tablica br. 5.10 Provjera stupnja suglasnosti anketiranih preko Kendalloovog koeficijenta……... 100

Tablica br. 5.11 Rangirane kompetencije pojedinih QMR-a od strane stručnih ocjenjivača……... 102

Tablica br. 5.12 Provjera stupnja suglasnosti stručnih ocjenjivača……. 103

Tablica br. 5.13 Preformirani rangovi faktora utjecaja ponderirani značajem pojedinog QMR-a... 104

Tablica br. 5.14 Provjera stupnja suglasnosti anketiranih nakon uvođenja faktora značajnosti…. 105

Tablica br. 5.15 Anketa za rangiranje faktora koji utječu na nekorištenje statističkih alata u postupcima poboljšavanja sustava kvalitete……. 108

Tablica br. 5.16 Odgovori stručnjaka na upitnik za 1. krug metode „Delphi“……. 111

Tablica br. 5.17 Statistički pokazatelji dobiveni predviđanjem prema odgovorima stručnjaka…... 112

Tablica br. 5.15 Osnovni statistički pokazatelji za tri kruga predviđanja……. 112

Tablica br. 5.19 Odgovori stručnjaka na upitnik za 2. krug metode „Delphi“……. 113

Tablica br. 5.20 Odgovori stručnjaka na upitnik za 3. krug metode „Delphi“……. 114

Tablica br. 5.21 Izračunavanje vjerojatnosti zbivanja događaja…….. 115

Tablica br. 5.22 Glavni razlozi za nekorištenje 6σ metodologije……. 116

Tablica br. 5.23 Parametri koji se koriste najčešće u 6σ…….. 117

Tablica br. 5.24 Broj realiziranih projekata…….. 117

Tablica br. 5.25 Ključne koristi od 6σ projekata……. 118

Tablica br. 6.1 Primjer strateških ciljeva u 6σ metodologiji…… 146

Tablica br. 6.2 Stupnjevi zrelosti organizacije za primjenu 6σ metodologije……... 149

Tablica br. 6.3 1. Kriterij – LIDERSTVO…… 151

Tablica br. 6.4 2. Kriterij – LJUDSKI POTENCIJALI…… 151

Tablica br. 6.5 3. Kriterij – ZADOVOLJSTVO ZAINTERESIRANIH…….. 151

Tablica br. 6.6 4. Kriterij – REZULTATI……. 151

Tablica br. 6.7 5. Kriterij – UPRAVLJANJE PROCESIMA……. 151

Tablica br. 6.8 6. Kriterij – PROIZVOD…….. 152

Tablica br. 6.9 7. Kriterij – SUSTAVI UPRAVLJANJA…… 152

Tablica br. 6.10 7. Kriterij – SUSTAVI UPRAVLJANJA…… 152

Tablica br. 6.11 Klasifikacija organizacija prema stupnju zrelosti za primjenu 6σ metodologije… 152

Tablica br. 6.12 Tablica za izračun sigma razine u procesima…… 154

Tablica br. 6.13 Kriteriji za nagradu 6σ tima na osnovu financijskih ušteda…….. 158

Tablica br. 6.14 Kriteriji za nagradu članova 6σ tima na osnovu financijskih ušteda i zalaganja.. 158

Tablica br. 6.15 „Jezik novca“ i „drugi jezici“ menadžmenta…… 161

Tablica br. 6.16 Ilustracija rangiranja projekata Pareto Priority Indexom (PPI)……. 170

Tablica br. 6.17 Preglednik ocjenjivanja projekta……... 171

Tablica br. 6.18 Uloge i titule u 6σ metodologiji za male i velike organizacije…….. 173

Tablica br. 6.19 Pitanja koja zahtijevaju odgovor pri formiranju 6σ tima…… 175

Tablica br. 6.20 Prevođenje glasa kupca u zahtjev……... 178

1. UVOD

1.1 Opis istraživanja

Jedna od najvažnijih karakteristika današnjeg gospodarstva su izuzetno brze promjene, koje nameću najbogatije zemlje, ali ih slabije razvijene zemlje „u stopu“ prate. Prema gospodarskim pokazateljima uspješnosti, zemlje svrstane pod zajednički nazivnik „Azijski tigrovi“ uspjele su ovladati modernim tehnologijama prerade i proizvodnje za manje od jedne decenije, dok su zemljama Zapada za novu industrijsku revoluciju bile potrebne skoro četiri decenije [38].

Globalne promjene tržišta, nove tehnologije na svim područjima, novi proizvođači i dobavljači, sve veći zahtjevi kupaca i korisnika, novi zahtjevi i ograničenja ciljanih tržišta, uvjetuju novi stil upravljanja poslovnim sustavima, gdje uprave i menadžment moraju pronaći učinkovita i brza rješenja. Samo sustavi koji kontinuirano poboljšavaju svoje poslovanje i prethode konkurenciju imaju šansu sačuvati status, popraviti poslovanje i tržišni položaj.

Cilj svake organizacije je vrlo jasan: živjeti i uspjeti. To znači, proizvoditi ono što tržište želi, uz određeni nivo kvalitete, prihvatljivu cijenu i rokove isporuke, kontinuirano povećavajući zadovoljstvo kupaca i ostalih zainteresiranih strana.

U konkurentskoj borbi više nije odlučujuća cijena, nego kvaliteta proizvoda i ugled proizvođača. Kvaliteta je postala temeljni faktor gospodarske učinkovitosti i osnovni princip djelovanja svih uspješnih poslovnih sustava.

Kvaliteta se u svijetu po mnogima smatra najznačajnijim fenomenom našeg vremena s trajnim trendom porasta značaja. Smatra se da je kvaliteta ključ japanskog poslovnog uspjeha. Japan je po bogatstvu druga zemlja svijeta. Poboljšanje kvalitete, porast proizvodnosti i dobiti međusobno su se „potpomagali“. Početke ovog rasta Japanci zahvaljuju glasovitom Amerikancu W.Edwardsu Demingu, koji je početkom 1950. godine na poziv organizacije JUSE (Japansko udruženje znanstvenika i inženjera) počeo predavati na seminarima „Quality Control“, ističući značaj statističke kontrole kvalitete. Poslije uvođenja prvih ideja o statističkoj kontroli kvalitete u Japanu, dogodio se veliki napredak temeljen na postavci da su ljudi osposobljeni za primjenu „statističkih“ metoda ključni resurs svakog sustava. Japanski poslovni bum sedamdesetih godina šokirao je Zapad i trebalo je desetak godina da se pronikne u tajne japanskog uspjeha, u čijoj je osnovi bila nova filozofija kvalitete [1, 2, 3, 41].

Tek početkom osamdesetih, u SAD-u se počelo ozbiljno raditi na kvaliteti proizvoda. Iskustva do kojih se došlo programima unapređenja kvalitete pomogla su u koncipiranju nove američke strategije unapređenja kvalitete. Prema dr. Juranu jedan od ključnih elemenata te strategije je upravljanje kvalitetom primjenom statističkih metoda.

Strategija pokazuje svoje rezultate. Na primjer, američka „Motorola Inc“ bi uskoro mogla ostvariti nevjerojatan cilj – 60 grešaka ili čak manje na milijardu gotovih proizvoda. Uvažavajući pokazatelje i drugih poslovnih sustava koji također govore o učinkovitosti kvalitete, dr. Juran je na konferenciji EOQ u Dublinu 1990. godine prognozirao da će u narednom desetljeću svjetski lider u kvaliteti biti Sjedinjene Države. Sve češća izjava

američkih direktora glasi : „Naš glavni prioritet je kvaliteta. Ako je kvaliteta u redu, tada će sve drugo biti u redu.“ [56].

Nakon Japana i Amerike fenomen kvalitete osvaja i Europu, a posljednjih godina i našu zemlju.

Zemlje Europske zajednice su projektom „Europa 92“ ugradile kvalitetu i tehničke norme u svoje temelje. Prihvaćen je trend stvaranja zajednice država, koje slobodno trguju, uz ukidanje ili ublažavanje carinskih prepreka, te istovremeno poštivanje postavljenih zahtjeva u pogledu zadovoljenja određenih normi, utvrđenog nivoa kvalitete proizvoda i sustava kvalitete dobavljača. Norme niza ISO 9000 postaju osnova za uspostavu sustava kvalitete i osiguranje uvjeta za traženom kvalitetom [85, 86, 87].

Norme niza ISO 9000 po svom sadržaju nisu ni tehničke, niti tehnološke. Sadrže zahtjeve za gradnju globalnog poslovnog sustava, a baziraju se na dugogodišnjim iskustvima. Primjenjuju se u svim sustavima, bez obzira na veličinu, tip i vrstu djelatnosti, što predstavlja trajnu vrijednost ovih normi. Nisu ni zakon ni propis, nego mnogo više – zahtjev kupca [41].

Pojava serije normi ISO 9000 [85, 86, 87] pokazuje kako je došlo vrijeme zaštite kupaca i korisnika, ne samo izravno kroz kvalitetu proizvoda i usluga, već i neizravno kroz kvalitetu procesa poslovnog sustava.

Efikasno funkcioniranje sustava upravljanja kvalitetom, usklađenog sa zahtjevima norme ISO 9001 nezamislivo je bez poduzimanja organiziranih mjera poboljšavanja [85]. Što je poslovni sustav uspješniji u poboljšavanju efikasnosti svojih procesa i kvalitete proizvoda, to su izgledi za uspješno poslovanje veći. Za poboljšanje sustava upravljanja kvalitetom i postizanje poslovne izvrsnosti pored postojećih, intenzivno se razvijaju nove metode i alati, temeljeni na statističkim i heurističkim postavkama, od kojih se samo jedan mali dio primjenjuje u praksi.
Postojeći trendovi, kao i spoznaje stečene dosadašnjim radom na usklađivanjima sustava kvalitete sa zahtjevima međunarodnih normi i njihovom poboljšavanju u malim proizvodnim organizacijama, ukazuju na potrebu za jednim modelom poboljšavanja u sustavima kvalitete, kako bi se došlo do poslovne izvrsnosti.

Organizacije moraju planirati i primjenjivati procese nadzora, mjerenja, analize i poboljšavanja radi neprekidnog podizanja učinkovitosti sustava upravljanja kvalitetom. To je i jedan od razloga za objavljivanje tehničkog izvješća ISO /TR 10017:2003 [88] kao pomoć poslovnim sustavima pri definiranju statističkih metoda, koje mogu biti korisne kod implementacije, primjene, održavanja i poboljšavanja sustava upravljanja kvalitetom.
Prilikom primjene principa stalnog poboljšanja u sustavima kvalitete korisnici se susreću s poteškoćama koje uglavnom proizlaze iz pomanjkanja znanja o osnovnim faktorima poboljšanja i procesima, kao i o primjeni i opsegu primjene adekvatnih metoda. Znanstvena grana „Menedžment“ ukazuje na ogroman broj različitih pravaca poboljšavanja poslovanja sustava i kvalitete proizvoda, od kojih svaki obećava procvat i uspjeh u biznisu. Neki od autora, na primjer M.Hammer i J. Champi u svom bestseleru posvećenom reinženjeringu, ukazuju na 14 modernih pravaca, nastalih u periodu od 1970. do 1990. Među modernim metodologijama i pravcima, nastalim posljednjih deset godina 20. stoljeća, ističe se sve popularnija metodologija skromnog naziva „Šest sigma“ [32].

Metodologija 6σ nastala je u najuspješnijim i najboljim organizacijama SAD-a [1], a fokusira se na razvoj, pružanje novih usluga i proizvodnju novih proizvoda, koji su po kvaliteti blizu perfekcije. To je istovremeno menadžerska strategija koja koristi „statističke“ metode i alate za povećanje profitabilnosti i smanjenje broja grešaka [1, 3, 42].

Poslovni svijet Zapada oduševljen je uspjehom tvrtki koje su primijenile ili počele implementirati metodologiju 6σ u svojim poslovnim procesima. Stručni časopisi nude edukaciju i literaturu o 6σ, organiziraju se prezentacije i stručni seminari u velebnim dvorcima i egzotičnim krajevima, pokreću 6σ akademije u skoro svim zemljama Zapada, razmjenjuju iskustva tvrtki koje su uvele 6σ, iznose se enormne zarade [20, 45] zahvaljujući primjeni metodologije 6σ itd. O čemu se tu radi? Što je to tako „čudotvorno“ u metodologiji Šest sigma? Je li to moguće primijeniti i kod nas? [1, 3]. Konkretno, postavlja se pitanje koliko metodologija 6σ može pomoći u poboljšanju kvalitete proizvoda i sustava u malim proizvodnim organizacijama?

Svi rezultati koji govore o uspješnoj primjeni navedene metodologije uglavnom se odnose na velike svjetske korporacije i tvrtke. Malo je znanstvenih ili stručnih radova koji bi ukazivali na primjenu 6σ u malim proizvodnim organizacijama. Upravo je ta činjenica inicirala ideju da se pokrene ovo istraživanje i oblikuje model za primjenu metodologije 6σ u malim proizvodnim organizacijama, na kojima se temelji gospodarstvo naše države [7, 9], a s ciljem smanjenja troškova poslovanja i povećanja zadovoljstva kupaca.

U dostupnoj literaturi skoro je nemoguće pronaći neke od modela kojima se opisuje proces poboljšavanja poslovanja u malim ili srednjim proizvodnim organizacijama [10, 12]. Postojeća literatura uglavnom se bavi metodama poboljšavanja sustava kvalitete u velikim multinacionalnim korporacijama poput Motorole, GE, Honeywell, Texas Instruments, Sony, Caterplillar, itd. [20,27].

1.3 Sadašnje spoznaje o metodologiji 6σ

Fundamentalni cilj metodologije 6σ je implementiranje strategije temeljene na mjerenjima, usredotočene na poboljšavanje procesa i smanjenje varijabilnosti, aplikacijom 6σ projekata [4, 5].

Radovi u znanstvenoj literaturi temelje se uglavnom na opisu 6σ metodologije, na njegovim „statističkim“ obilježjima, prikazu rezultata, opisu faza za praktičnu primjenu ili na razmišljanjima u svezi 6σ često suprotnog predznaka. Samo nekoliko do sada prijavljenih istraživanja o aplikaciji 6σ metodologije u malim i srednjim proizvodnim organizacijama dolazi iz Velike Britanije. U svom članku Dr. J. Antony [11] direktor Centra za istraživanje 6σ i poboljšavanje procesa (CRISSPI) iz Glasgowa, Škotska, Velika Britanija, naglašava sve veću važnost 6σ u malim i srednjim proizvodnim organizacijama. Svoje zaključke bazira na pilot anketi provedenoj u malim i srednjim organizacijama u Škotskoj. Prezentira razloge neprimjene metodologije 6σ i postotke korištenja modela DMAIC u organizacijama koje su počele koristiti metodologiju. Naglašava da istraživanja treba nastaviti na većem uzorku malih i srednjih proizvodnih organizacija u svim dijelovima Velike Britanije, ali i u drugim državama, SAD-u, Koreji, Njemačkoj, Japanu, Indiji, Australiji i Kini, kako bi se postigla veća vjerodostojnost rezultata. U Škotskoj pokreće prve 6σ korisničke grupe (eng. User groups) unutar Centra za istraživanje i poboljšavanje, kako bi se razmijenila iskustva o praktičnoj primjeni 6σ.

Engleski stručnjak McAdam u časopisu Quality Progress, Vol.17, No 3, 2000. pp. 305-323 bavi se prikazom modela kvalitete u malim i srednjim proizvodnim organizacijama prema globalnom pristupu. Svoj koncept temelji na modelu DMAIC, te naglašava ulogu statističkih tehnika i metoda.

Tradicionalno sastavljen od malih i srednjih proizvodnih organizacija, finski sektor gospodarstva sve više razmišlja o primjeni 6σ. U svom članku Jukka Silen [12] kratko predstavlja provedenu studiju istraživanja „Kako uspješno adaptirati metode Šest sigma u srednje velikim poslovnim sustavima“ na primjeru Eimo Ltd., finske organizacije u sektoru plastike. Autor za uspješnu primjenu 6σ navodi sljedeće faktore: važnost glasa kupca i korisnika, potpuno opredjeljenje menadžmenta, strategija, predanost zaposlenika, osiguranje resursa, planovi primjene i učinkovita dokumentacija. U radu se prikazuju konkretni rezultati ulaganja i ušteda u procesima Eimo Ltd. tijekom 6σ implementacije u periodu od 2000. do 2003. godine.

Autor zaključuje da je 6σ broj jedan „inicijativa za kvalitetu“ današnjice, jer malim i srednjim proizvodnim organizacijama nudi potpuno nov, stručni način pristupa kvaliteti. Međutim, autor ne donosi konkretne postupke za realizaciju metodologije 6σ. U svojem članku navodi interesantno upozorenje: „Moramo imati na umu da je u primjeni 6σ neizbježna velika promjena. To znači promjena u metodama, alatima, načinu poslovanja itd. U svakom procesu primjene su uključeni ljudi, a ljudi se opiru promjenama“.

U članku objavljenom u časopisu Breakthrough [15] što ga izdaje (CEO) Centar za poslovnu izvrsnost u operacijama iz New Hampshire, Terence T. Burton konkretnije govori o primjeni 6σ u malim i srednjim proizvodnim organizacijama. Za uspješnu primjenu metodologije 6σ istaknuti su sljedeći faktori: edukacija i uvježbavanje, promjene kod menadžmenta, suvremena informatička tehnologija i primjena najbolje prakse. Autor naglašava ulogu statističkih alata, Lean Manufacturing & Agility, kao i lanca dobavljača.

Vodeći autoriteti u području primjene 6σ Forrest Breyfogle III , Thomas Pyzdek i John J. McDonough su putem elektroničke pošte odgovorili na postavljeno pitanje o osobnom viđenju primjene metodologije 6σ u proizvodnim organizacijama. Dok je odgovor gospodina Pyzdeka bio općenit i upućivao na njegove radove (do kojih nije bilo moguće doći), gospoda McDonough i Breyfogle bili su znatno konkretniji. Evo njihovih odgovora.

John J. McDonough:
„Metodologija 6σ daje dobre rezultate u malim proizvodnim organizacijama, ali dovodi se u pitanje iz brojnih razloga. Prije svega, da bi zaista bio efikasan traži se čitavo vrijeme „Black Belt“ (crni pojas). Zaista je teško za malo poduzeće izdvojiti jednog od najboljih ljudi za tečaj, bez snažnog otpora rukovodstva. Pored toga, „Black Belt“ traži podršku „Master Black Belt-a“. To je potpuno nedostižno za mali proizvodni sustav. Ovaj manjak može se nadoknaditi konzultantom, ali dobri 6σ konzultanti su izvanredno skupi (2.000 – 5.000 eura po danu).
Osobno mislim da bi pojedinac s jakim menadžerskim umijećem honorarno mogao provesti „Black Belt“, ali bi to bilo prilično teško. Drugi mogući pristup je pronaći odgovarajućeg konzultanta da kao „Black Belt“ odradi poslove „Green Belt-a“. Ja bi si to mogao dobro predočiti, ali pronaći pravog konzultanta bilo bi skoro nemoguće.

U stvarnosti nisam vidio pravu primjenu 6σ u malim proizvodnim organizacijama. Često se diskutira o 6σ i o tome ima materijala, ali malo je sadržajnih.

Europski poslovni sustavi čine se pomalo različitim od američkih i ono što mogu reći (moj uzorak je mali) u malim proizvodnim organizacijama teško je postići potrebnu podršku menadžmenta. Ne sumnjam da postoje veliki potencijali u malim proizvodnim organizacijama, ali bez veoma snažne podrške menadžmenta bilo bi teško uspjeti. S druge strane, vjerojatno je da će proizvodna organizacija koja može učiniti skok ići naprijed brže od svoje konkurencije.“

Forrest Breyfogle:
„Naš S^4 (eng. Smarter Six Sigma Solutions) pristup razlikuje se od tradicionalnog 6σ razvoja. S^4 funkcionira u proizvodnim organizacijama svih veličina, jer je to sistem za upravljanje poslovima, gdje posao diktira kreiranje projekata (suprotno od „guranja“ - ubacivanja projekata u sustav).

S^4 metodologija ne košta ništa. To je investicija koja se isplati u velikim i malim proizvodnim organizacijama“.

Forrest Breyfogle tvorac je praktične i efikasne metodologije zvane S^4, koja naglašava važnost primjene 6σ projekata razmatranjem [45]:

- organizacijske strategije i vizije
- komunikacijskih i obrazovnih strategija
- organizacijske kulture i njene povijesti
- organizacijskih i pojedinačnih vještina i kompetencija
- dinamike i stupnja na kojem organizacija može asimilirati promjene.

S^4 metodologija predstavlja kolekciju praktičnih metoda i sofisticiranih statističkih „problem solving“ instrumenata, koji se mogu koristiti za rješavanje suvremenih realnih problema u svim vrstama organizacija. Metodologija poseže za mjerenjima efikasnosti procesa, postavljajući temelje njihovog poboljšavanja. Primjena S^4 metode rezultira visokom razinom sukladnosti rezultata, povećanom sposobnošću procesa, smanjenim troškovima, povećanom profitabilnošću, te značajnim konkurentskim prednostima [45, 33].

Pregledom literature o 6σ i njenoj primjeni može se zaključiti:

Metodologija 6σ je rođena u velikim poslovnim sustavima i maksimalno im je prilagođena. Na samim je počecima primjena ove metodologije u malim poslovnim sustavima, kao npr. u gospodarstvu Velike Britanije i Finske [12].

Postavlja se logično pitanje kakva je pozicija hrvatskih poslovnih sustava u odnosu na primjenu 6σ metodologije. S obzirom da je Hrvatska malo tržište, većina poslovnih sustava mora nuditi svoje proizvode i usluge na većim tržištima. Kako bi mogli konkurirati na stranim tržištima, sve više poslovnih subjekata se odlučuje na usklađivanje sustava upravljanja kvalitetom s ISO normama. Međutim, uz sve veću konkurenciju zemalja u razvoju to neće biti dovoljno. Budući da se metodologija 6σ većinom primjenjuje u gospodarski najrazvijenijim zemljama, mogao bi postati komparativna prednost hrvatskih poslovnih sustava u globalnoj tržišnoj utakmici [1, 16, 17].

Način uvođenja 6σ metodologije ovisi o veličini poslovnog sustava i njegovom položaju na tržištu. Velike kompanije koje su u znatnoj mjeri internacionalizirale poslovanje (Pliva, INA, HT, Lura, Alstom…..) su na samim počecima uvođenja 6σ metodologije, kao i slične tvrtke u svijetu [6, 7, 8, 9, 17].

1.4 Hipoteza rada

Svjetska iskustva pokazuju da se metodologija 6σ uspješno primjenjuje u procesima poboljšavanja velikih poslovnih sustava u kojima je i rođen. U malim poslovnim sustavima njegova primjena tek počinje.

Kako je postojeća 6σ metodologija dosta kompleksna i nije prikladna za male organizacije, ovim radom predložit će se metodologija 6σ za male proizvodne organizacije uvažavajući svjetska iskustva, znanstvenu literaturu i specifičnosti gospodarstva i okruženja gdje se rad realizira.

Primjena je moguća bez obzira na određene aspekte, kao što su: kulturološki aspekt, nedovoljan nivo znanja, neučinkovit menadžment, veličina organizacije, vlasnička struktura i dr. Pored osnovne prednosti metodologije 6σ, povećanje profitabilnosti i smanjenje broja grešaka, ostvaruju se sljedeće koristi: povećanje motivacije zaposlenika, dostizanje konkurencije, podizanje razine organizacije i kulture poslovanja, povećanje proizvodnosti i ekonomičnosti poslovanja i dr.

2. KVALITETA – FENOMEN DANAŠNJEG VREMENA

2.1 Kratki opis i cilj poglavlja

Budući da se rad odnosi na područje kvalitete, ovo poglavlje je uvod u pojašnjenje pojma kvalitete i ima za cilj odgovoriti na sljedeća pitanja:

- Ima li jedinstvene definicije pojma kvalitete?
- Ako nema, u čemu je razlika?
- Ako je kvaliteta posljedica, koji su pokazatelji, odnosno mjerila kvalitete?
- Kakav je utjecaj marketinškog, poslovnog i društvenog aspekta na kvalitetu?
- Kakvi su trenutni pogledi na kvalitetu i kakve su vizije?
- Po čemu se hrvatski pogled na kvalitetu razlikuju od američkog, japanskog i europskog?

Nakon definiranja pojma i pojašnjenja osnovnih pokazatelja kvalitete, cilj je pojasniti ulogu kvalitete u proizvodnom sustavu i potražiti odgovore na sljedeća pitanja:

- Kakvo je mjesto i uloga sustava upravljanja kvalitetom među ostalim sustavima poslovanja?
- Koje su specifičnosti funkcioniranja sustava upravljanja kvalitetom ?

Pored gore navedenog, daje se kratki povijesni prikaz razvoja i poimanja kvalitete, od vremena osiguranja kvalitete kontroliranjem, do vremena poslovne izvrsnosti tvrtki orijentiranih na krajnjeg korisnika i superiorne proizvode.

2.2 Pojam i definicija kvalitete

Pojam kvalitete je veoma star. Stoljećima se mijenjao i dobivao nove sadržaje i značenja. Prvi pojam kvalitete označava nešto „**dobro**“. Prvi ljudski proizvodi razlikovali su se po tome što su bili „**dobri**“ ili „**loši**“. Od samih početaka ljudske gospodarske aktivnosti, pa kroz cijelu povijest, do današnjih dana, uz kvalitetu je vezana neka vrsta specifikacije (kasnije standardi) pomoću koje se kontrolirala sukladnost i odobravao ili odbacivao ponuđeni proizvod ili usluga. Tako su i stari Feničani imali vrlo dobro i efikasno korektivno sredstvo za trajno eliminiranje grešaka, odnosno, odstupanja od tražene kvalitete. Istina, korektivna akcija bila je efikasna, ali i vrlo okrutna. Naime, onomu tko napravi loš proizvod sjekla se jedna ruka. Da li je danas nešto drugačije? Za učinjene greške ne sijeku se ruke, ali su kazne drastične i zastrašujuće: propadanje velikih tvrtki, gubitak tržišta i kupaca, veliki broj nezaposlenih, nezadovoljstvo kupaca i korisnika i sl.

Osnovna atraktivnost kvalitete je u njenom pozitivnom konceptu. Nitko nije protiv i svi je žele. U isto vrijeme pojam kvalitete dovodi do konfuzije i pogrešnog tumačenja, zato što je teško, a neki kažu i nemoguće, definirati točno značenje kvalitete. Prevladava tradicionalizam u pogledu tumačenja. S tom se tvrdnjom slažu mnogi autori, počevši od Schroedera [61] koji kaže: „**Pojam kvalitete koristi se na razne načine; ne postoji njezina**

jasna definicija.“, pa do Pirsiga [64] koji ide tako daleko da iznosi tvrdnju: „…. **premda kvaliteta ne može biti definirana, Vi ipak znate što ona jest**“.

Svaki proizvod je definiran s mnogo atributa. Jedan od atributa je kvaliteta. Proučavanje i definiranje kvalitete proizvoda u svojoj osnovi vezano je za različite vrste proizvoda. To znači, ako se želi pravilno definirati kvaliteta proizvoda, potrebno je klasificirati proizvode u odnosu na određene pokazatelje kvalitete.

Tablica br. 2.1 - Definicije kvalitete gurua kvalitete

AUTOR	DEFINICIJA	KRITERIJ	
		K1	K2
Joseph M. Juran	Juran polazi od pretpostavke da potpuno točna definicija kvalitete nije moguća i ujedinjuje oba kriterija. Kvaliteta je zadovoljstvo kupca, i prikladnost za upotrebu. To znači, da kvaliteta proizvoda mora odgovarati zadanim specifikacijama projektanata i konstruktora i zahtjevima kupaca.	x	x
W.Edwards Deming	Kvalitetu definira isključivo kao zadovoljstvo kupaca. Za njega je kvaliteta višedimenzionalna te je kao takva ne može odrediti jednom mjernom karakteristikom On kaže, kako postoje razni nivoi kvalitete i tako kvaliteta proizvoda A viša je od kvalitete proizvoda B isključivo ako proizvod A zadovoljava kupca u većoj mjeri od proizvoda B.	x	x
Philip B. Crosby	Kvalitetu je nužno definirati kao zadovoljenje zadanih specifikacija i zahtjeva. Zahtjeve treba prevesti u konkretne i mjerljive karakteristike s kojima možemo uspoređivati da li su proizvodi «dobre kvalitete»	x	x
A.V. Feigenbaum	Njegova se definicija temelji na definiciji kvalitete od Deminga. Nastavljajući se na prve dvije misli Deminga o zadovoljenju kupca i višedimenzionalnosti kvalitete, on dodaje kako je ključna zadaća pratiti razvoj kupčevih zahtjeva što kvaliteti daje dinamiku. Feigenbaum iznosi misao kako marketing određuje nivo kvalitete koji zahtjeva kupac i koji je spreman platiti, te je na službi razvoja da pretvore te iste zahtjeve u točne specifikacije.	x	x
Kaoru Ishikawa	Kvalitetu treba shvatiti s razumijevanjem, tj. sagledati kvalitetu svake pojedine karike u lancu zahtjeva. Obzirom da se potrebe i zahtjevi kupca mijenjaju, mijenja se i pojam kvalitete		x
Genichi Taguchi	Taguchi kvalitetu definira kao gubitak za društvo i pri tome koristi oba kriterija. Kvaliteta je maksimalna kada je gubitak za društvo najmanji.	x	x
Robert Pirsig	Po njemu je kvaliteta kao moderna umjetnost. Možda je ne možemo definirati, ali je prepoznajemo gotovo svaki put kad je ugledamo.		x
Walter A. Shewhart	Po njemu postoje dvije strane kvalitete: subjektivna odnosno očekivanje kupaca te objektivna koja je neovisna o kupcu i koja podrazumijeva karakteristike proizvoda. Po njemu, važna dimenzija kvalitete je vrijednost dobivena za novac koji su kupci uložili, standardi kvalitete moraju biti predočeni kroz fizičke, mjerljive karakteristike proizvoda i statističke metode moraju se koristiti kao alati za prijenos informacija u obliku koji se može uzeti kao mjerna karakteristika.	x	x
J. Van Ettinger i J. Sittig	Kvaliteta je stupanj do kojega osobine ili karakteristike proizvoda zadovoljavaju očekivanja kupaca ili korisnika, tj. njihove objektivne potrebe i subjektivne želje.		x
Norma ISO 9000:2000	Kvaliteta se definira kao stupanj u kojemu skup svojstvenih značajki zadovoljava zahtjeve	x	x

Ovo istraživanje zanimaju definicije kvalitete vezane uz transformacijske sustave i procese, u kojima se inputi primjenom različitih tehnologija obrađuju u outpute. U nastavku su dane neke od definicija.

Jedan od najpoznatijih stručnjaka za kvalitetu dr. Juran riječ „kvaliteta“ definira na dva načina, i to:

- „**Kvaliteta je zadovoljstvo kupca**“, i
- „**Kvaliteta je prikladnost za upotrebu**“.

Definicija nizozemskih stručnjaka za kvalitetu J. Van Ettinger i J. Sittig glasi:

„Kvaliteta je stupanj do kojega osobine ili karakteristike proizvoda zadovoljavaju očekivanja kupaca ili korisnika, tj. njihove objektivne potrebe i subjektivne želje“.

Stevenson [68] definira kvalitetu kao „**sposobnost proizvoda da konzistentno zadovoljava ili čak premašuje očekivanja kupaca**“.

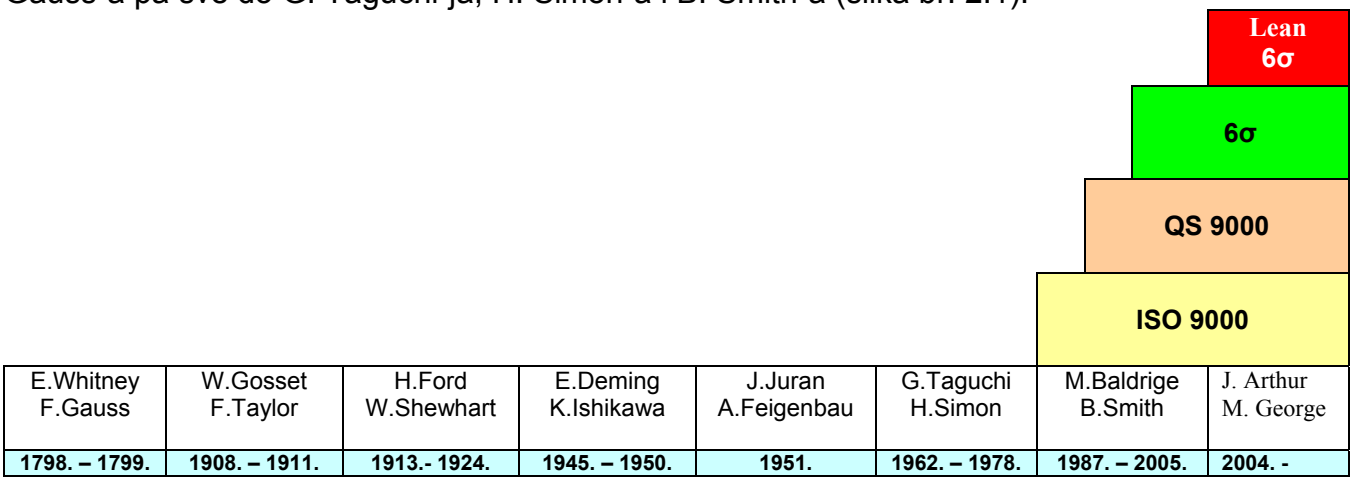
S aspekta kupca proizvodi moraju zadovoljiti u pogledu kvalitete, cijene i rokova isporuke, dok se s aspekta proizvođača kvaliteta najčešće definira i opisuje s dva kriterija:

K_1 - Zadovoljenje očekivanog
K_2 - Zadovoljstvo kupaca

U tablici br. 2.1 navode se definicije gurua kvalitete na tragu navedenih kriterija.

2.3 Kratki povijesni prikaz razvoja kvalitete

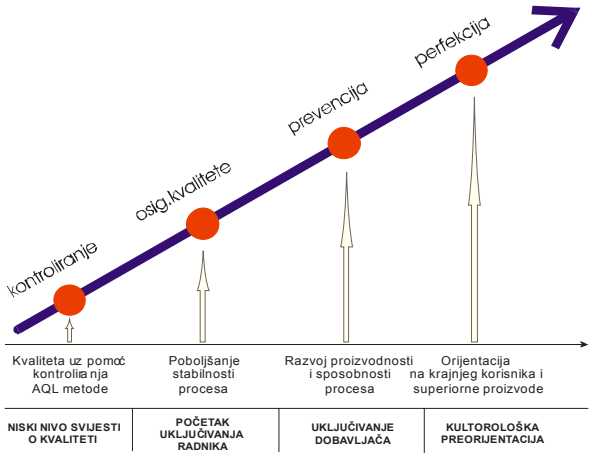
Razvoju kvalitete znatno su doprinijeli brojni znanstvenici i praktičari, od E. Whitney-a i F. Gauss-a pa sve do G. Taguchi-ja, H. Simon-a i B. Smith-a (slika br. 2.1).



Slika 2.1 – Povijesni prikaz razvoja kvalitete

E.Whitney je još 1798. godine uveo tolerancije u proizvodnju, F. Gauss je 1799. godine definirao normalnu statističku raspodjelu, W. Gosset je 1908. godine definirao Studentovu raspodjelu, F. Taylor je 1911. godine postavio principe suvremene organizacije proizvodnje, H. Ford je 1913. godine uveo serijsku proizvodnju, W. Shewhart je 1924. godine predložio kontrolne karte, E. Deming je 1945. godine govorio o menadžmentu kvalitete i istakao značaj statističke kontrole kvalitete, K. Ishikawa je 1950. uveo praktične metode za upravljanje kvalitetom, J. Juran je 1951. objavio knjigu o kontroli kvalitete, A. Feigenbaum je 1951.

utvrdio potrebu sveopćeg upravljanja kvalitetom, G. Taguchi je 1962. uveo racionalno poboljšanje procesa, H. Simon je 1978. proučavao ponašanje zaposlenika u organizacijama, SAD-e su 1987. godine uvele M. Baldrige nagradu za kvalitetu i tad su službeno prvi put objavljene norme niza ISO 9000, B. Smith je 1988. godine u Motoroli uveo metodologiju Šest sigma. Daljnji razvoj kvalitete se veže za „Šest sigma i „Lean“, te integraciju ova dva pristupa u „Lean 6σ“.



Slika br. 2.2 – Razvoj kvalitete

Razvoj kvalitete od početaka industrijske proizvodnje do danas [40] može se prikazati kroz sljedeće pristupe (slika br. 2.2):

1. Kvaliteta kroz KONTROLIRANJE
2. Kvaliteta kroz OSIGURANJE KVALITETE
3. Kvaliteta kroz UPRAVLJANJE KVALITETOM (Preventiva)
4. Kvaliteta kroz PERFEKCIJU (6σ i Lean 6σ)

2.4 Pokazatelji kvalitete

Kvaliteta se može analizirati s više aspekata. Govori se o kvaliteti gotovih proizvoda, sirovina, komponenata, rezervnih dijelova, procesa , tehnologije, strojeva, usluga, itd.

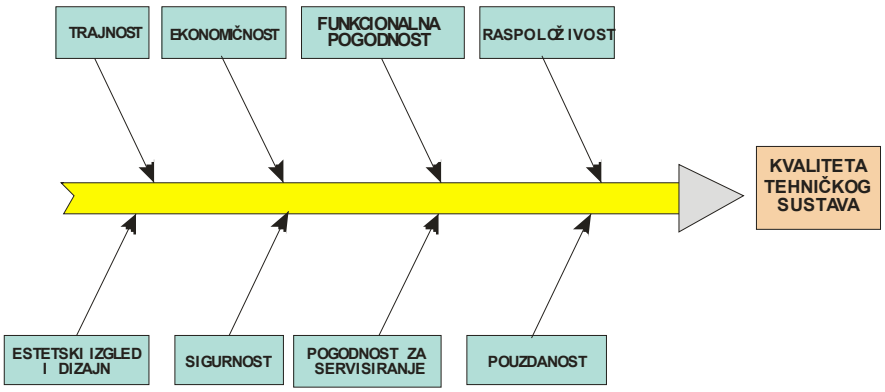
Ako se želi izraziti kvaliteta nekog tehničkog proizvoda, moraju postojati pokazatelji i mjerila koje će razumjeti svi zainteresirani. Kvaliteta složenog proizvoda izražava se preko više pokazatelja i mjerila, dok se kvaliteta jednostavnog proizvoda može izraziti preko jednog ili dva pokazatelja. Na primjer, pokazatelj kvalitete jednostavne pozicije izrađene od lima, može biti dužina i širina. S druge strane, pokazatelj kvalitete složenijeg sklopa za daljinsko upravljanje CNC strojem ne bi mogao biti jedan pokazatelj, već više pokazatelja koji govore o funkcionalnosti, sigurnosti, pouzdanosti, izgledu, itd.

Za različite proizvode postoje različiti pokazatelji kvalitete. Na primjer, pokazatelji kvalitete automobila znatno će se razlikovati od pokazatelja kvalitete nekog kemijskog proizvoda. U prvom slučaju bitni su neki tehnički pokazatelji, kao što su sigurnost i pouzdanost, a u drugom postojanost proizvoda na oksidacijske procese.

Ako se kvaliteta tehničkog sustava promatra kao posljedica, onda se utjecajni faktori mogu promatrati kao pokazatelji kvalitete, slika broj 2.3.

Pri definiranju pokazatelja kvalitete autori imaju različite pristupe. Prema R.J. Schonbergeru moguće je identificirati osam karakteristika kvalitete:

1. performanse (kvaliteta funkcioniranja) proizvoda,
2. dizajn (konstrukcija s istaknutim odlikama, odnosno karakteristikama),
3. pouzdanost (udjel kvarova),
4. trajnost,
5. lakoća održavanja,
6. estetski izgled,
7. kvaliteta koja se uočava,
8. funkcioniranje u skladu s prihvaćenim standardima, odnosno, normama (bez defekata).



Slika br. 2.3 – Neki od pokazatelja kvalitete tehničkog sustava

Sve ove dimenzije, odnosno pokazatelji kvalitete pružaju dovoljno prostora za definiranje politike kvalitete. Tako je, na primjer, Yamaha postala proizvođač i prodavač velikih količina glasovira, usmjerivši kvalitetu u prvom redu na pouzdanost, odnosno funkcioniranje, praktički, bez pogreške. Vodeći japanski proizvođači u raznim industrijama ostvarili su svoj cilj, upravo zahvaljujući pouzdanosti i trajnosti njihovih proizvoda.
Ako se želi izraziti kvaliteta nekog tehničkog proizvoda, moraju postojati pokazatelji i mjerila koje će razumjeti svi zainteresirani. Kvaliteta složenog proizvoda izražava se preko više pokazatelja i mjerila, dok se kvaliteta jednostavnog proizvoda može izraziti preko jednog ili dva pokazatelja. Na primjer, pokazatelj kvalitete jednostavne pozicije izrađene od lima, može biti dužina i širina. S druge strane, pokazatelj kvalitete složenijeg sklopa za daljinsko upravljanje CNC strojem ne bi mogao biti jedan pokazatelj, već više pokazatelja koji govore o funkcionalnosti, sigurnosti, pouzdanosti, izgledu, itd.

Kvaliteta se mjeri normama kvalitete. Norme kvalitete određuju svojstva nekog sistema, veličinu tog svojstva, dozvoljena odstupanja i način mjerenja. Metoda mjerenja propisuje uvjete pod kojima se vrši mjerenje i mjere kojima se mogu objektivno utvrditi konkretne karakteristike.

Propisi o kvaliteti ili norme kvalitete sastavni su dio tehničke dokumentacije i ugovora između kupca i proizvođača. Propisi o kvaliteti (specifikacije kvalitete) mogu određivati kvalitetu svakog elementa i proizvoda kao cjeline, a sadrže sve bitne karakteristike, te način i metode ispitivanja tih karakteristika.

Proizvodni i tehnološki procesi, ma kako savršeni bili, ne mogu realizirati apsolutnu i zahtijevanu kvalitetu. Zato se predviđaju odstupanja od zadane kvalitete. Ta se odstupanja od kvalitete zovu tolerancije. Tolerancijama se određuje maksimalno moguće odstupanje od zadane kvalitete u oba pravca, na „**bolje**“, i na „**gore**“, na „**manje**“ i na „**veće**“, na „**kraće**“ i

na „**duže**“, itd. Kvalitetan je svaki onaj proizvod koji ima radne karakteristike unutar zadanih tolerancija.
Tolerancije imaju posebno značajnu ulogu kod složenih tehničkih sistema visoke preciznosti, koji su sastavljeni od mnogo dijelova, jer svaki od tih dijelova unosi u gotov proizvod svoje netočnosti i svoja odstupanja od zadane kvalitete.

Ako su dijelovi s većim odstupanjima, tj. ako su tolerancije preširoke, ugrožava se kvaliteta cijelog sklopa ili proizvoda i stoga će sa stajališta kvalitete biti poželjno da proizvod i njegovi dijelovi sadrže što uže tolerancije. S druge strane, kvaliteta povećava troškove, pa će proizvod s užim tolerancijama biti opterećen većim proizvodnim troškovima.

2.5 Aspekti kvalitete

Da bi organizacija uspjela opstati na tržištu ili proširiti poslovanje mora zadovoljiti sljedeće aspekte kvalitete svojih proizvoda:

a) marketinški aspekt,
b) poslovni aspekt,
c) društveni aspekt,

a) Marketinški aspekt kvalitete
Ovaj se aspekt kvalitete odnosi na proizvode s kojima organizacija izlazi na slobodno tržište, što podrazumijeva da mora biti brža i bolja od konkurencije. Da bi se to realiziralo, kvaliteta proizvoda mora:

- zadovoljiti zahtjeve kupaca,
- osigurati pogodnu uporabu,
- osigurati jeftino održavanje,
- biti bolja od konkurencije, i sl.

b) Poslovni aspekt kvalitete
Pod ovim pojmom se podrazumijeva kvaliteta poslovnih procesa u organizaciji. Poboljšanje kvalitete poslovnih procesa treba osigurati njihov skladan i sinkroniziran tijek, čime se realiziraju povećanja:

- proizvodnosti,
- ekonomičnosti,
- rentabilnosti,
- profita, i sl.

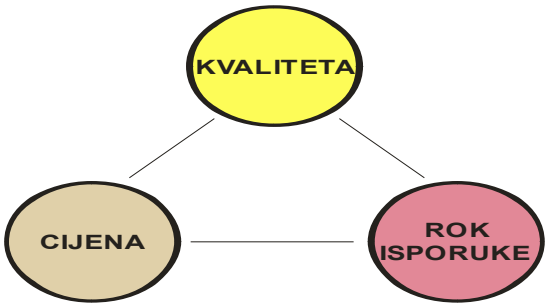
c) Društveni aspekti kvalitete
Za razliku od prethodnih, ovaj aspekt kvalitete je usmjeren na kvalitetu življenja svih građana, a odnosi se na zahtjeve da proizvodi i procesi u organizacijama u potpunosti osiguravaju:

- zaštitu zdravlja ljudi,
- zaštitu okoliša,
- zaštitu korisnika,
- štednju prirodnih resursa,
- zadovoljstvo građana u cjelini uz poštivanje moralnih, etičkih, društvenih i profesionalnih normi.

2.6 Kvaliteta kao najvažniji tržišni faktor

Većina kompetentnih istraživanja tržišnog poslovanja ukazuje na tri odlučujuća faktora u izboru konkretnih proizvoda, odnosno proizvođača. To su: cijena, rok isporuke i kvaliteta

proizvoda (slika br.2.4). Kvaliteta je ipak najvažnija u opredjeljenju za „**baš**“ taj proizvod od „**tog**“ proizvođača.



Slika br.2.4 – Najvažniji čimbenici u izboru proizvoda i proizvođača

Dok su rokovi i cijene predmet dogovaranja između organizacije i kupaca, prilagodbe u kvaliteti su najteže, budući da je za ispunjenje određenih zahtjeva potreban sistematičan rad ili temeljita rekonstrukcija poslovnih procesa.

Europsko i svjetsko tržište se više ne osvaja niskim cijenama, već visokom kvalitetom, što znači siguran i dugoročan plasman proizvoda, što je jedan od osnovnih elemenata opstanka organizacije. Prošlo je vrijeme „**važno je proizvesti**“, kad je država svojim mehanizmima štitila domaće proizvođače od međunarodne konkurencije. Promjenama u društvu i težnjom za sudjelovanjem na međunarodnoj sceni, „**tržište proizvođača**“ naglo ustupa mjesto „**tržištu kupaca**“. U takvim uvjetima odnos:

PRODAJNA CIJENA = TROŠKOVI PROIZVODNJE + DOBIT

više ne funkcionira.

Prodajnu cijenu diktira tržište i postaje zadana veličina. Organizacija koja želi opstati mora poslovati uz određenu dobit. U takvim uvjetima troškovi su jedini promjenljivi faktor, te vrijedi:

DOBIT = PRODAJNA CIJENA - TROŠKOVI PROIZVODNJE

Potrebni su veliki napori za stalno snižavanje troškova i to na nivou cjelokupne organizacije. Planiranjem poslova i stvaranjem preduvjeta za rad po načelu „**uradi dobro prvi put i svaki put**“, snižavaju se nepotrebni troškovi ponavljanja poslova (dorade), škarta i reklamacija, a stalnim provjerama i poduzimanjem korektivnih i preventivnih akcija za poboljšanje postojećeg stanja, ostvaruju se znatne uštede.

Umjesto nekad popularnih carinskih i administrativnih zapreka, svjetsko i europsko tržište postavlja zapreke u obliku kvalitete proizvoda. Da bi se zaštitilo od proizvoda koji ne zadovoljavaju utvrđene i dogovorene tehničke propise postavlja formalne zapreke. Tako su tehničke zapreke Europske unije među najpoznatijim formalnim zaprekama koje se primjenjuju u svjetskom tržišnom poslovanju.

Na tržište zemalja članica Europske unije od 1996. godine mogu ući organizacije koje:

- Nude proizvode koje imaju CE znak, što znači da zadovoljavaju zahtjeve određenih direktiva EU u pogledu sigurnosti, zaštite zdravlja i okoliša,

- Nude proizvode visoke kvalitete, što znači da imaju certifikat o usklađenosti kvalitete proizvoda s EN normama,
- Imaju fleksibilnu organizacijsku strukturu, maksimalno orijentiranu prema kupcima, što znači da imaju certifikat za sustav upravljanja kvalitetom po normi ISO 9001,
- Ograničavaju svoje troškove što je više moguće, što znači da imaju ili teže uspostavi poslovne izvrsnosti.

2.6.1 Japanski pogled na kvalitetu

Japan je u pogledu kvalitete svojih proizvoda fenomen u svjetskim okvirima. To je poznato „**Japansko privredno čudo**“. Same početke toga čuda treba tražiti odmah po završetku Drugog svjetskog rata, gdje su učenici postali bolji od svojih učitelja. Japanci su ideju modernog koncepta kvalitete bolje primijenili nego njeni autori na Zapadu. Naime, nakon završetka Drugog svjetskog rata Japan je bio pod patronatom američkih snaga, koje su težile razbijanju velikih industrijskih koncerna, uspostavi novih odnosa i postavljanju rukovodećih ljudi lojalnih i spremnih da nauče nove tehnike menadžmenta. Ohrabreni od savjetnika američkog generala Mac Artura koji je upravljao Japanom, japanski inženjeri su još 1946. godine osnovali „**Japansko udruženje znanstvenika i inženjera**“ koje je trebalo pomoći industriji da se podigne iz pepela. Za generalnog sekretara je izabran Kaoru Ishikawa.

Jedan od prvih savjetnika koji su dolazili iz Amerike u Japan držati predavanja iz novih tehnika menadžmenta bio je Edwards Deming. Na svojem prvom predavanju 1947. godine govorio je o menadžmentu kvalitete i isticao značaj statističke kontrole kvalitete. Deming 1950. godine u Japanu drži seminare iz menadžmenta kvalitete inženjerima, znanstvenicima, proizvodnim menadžerima i vlasnicima najvećih organizacija. Još u to vrijeme Deming je govorio da su sva njegova predavanja i seminari o kvaliteti uzaludni, ako ih ne sluša najviša uprava, odnosno top menadžment.
Nema sumnje, Deming je uspio u Japanu. Pitanje je, kako. Odgovor leži u sljedećim činjenicama:

- U Japan je došao kao prijatelj.
- Kao čovjek „sa strane“ slušan je s većim respektom nego lokalni stručnjaci.
- Govorio je ono što je menadžment u Americi ignorirao.

Deminga danas u Japanu smatraju nacionalnim herojem. Tvorac je poznate Demingove nagrade za kvalitetu ustrojene u Japanu još davne 1951.godine, koja se dodjeljuje najuspješnijim organizacijama za TQM (Totalno upravljanje kvalitetom). Osim te nagrade, Deming se ističe i na drugim područjima kvalitete. Razvio je sustav za statističko upravljanje procesima (SPC). Svi njegovi radovi bili su usmjereni na unapređenje kvalitete i svih aktivnosti u organizacijama kroz PDCA krug. On kaže da ovaj princip treba primjenjivati svaki zaposlenik na svojem radnom mjestu. Po njemu, to znači, da svaku aktivnost treba planirati, provesti, provjeriti i na osnovu tih rezultata poduzeti akcije za poboljšanje. Nakon toga se ciklus ponavlja i nema kraja. U svojim radovima i predavanjima zahtijevao je transformaciju menadžmenta, a kao prvi korak u tome je osobna transformacija. Vodeći ljudi u organizaciji morali su učiti o psihologiji pojedinaca, grupe, društva i o psihologiji promjena.

Četrnaest univerzalnih točaka za menadžment (tablica br.2.2) koje su poslije pedesetih godina prilagođene zapadnim organizacijama, smatraju se ipak njegovim najvećim doprinosom. Tih četrnaest točaka menadžment je svakodnevno morao isticati.

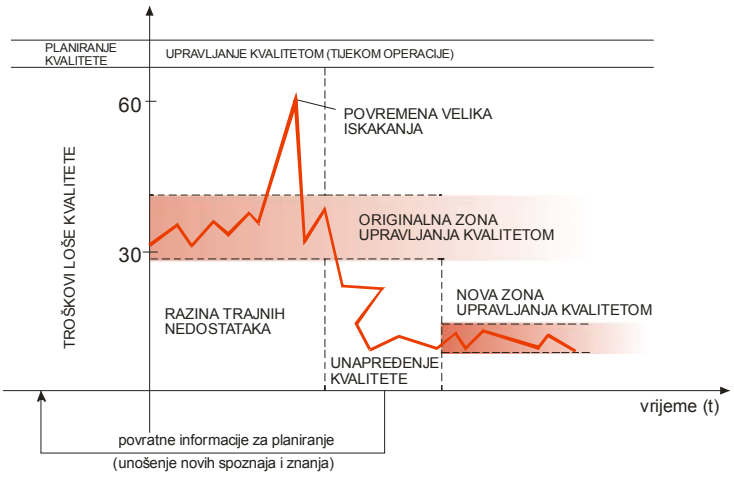
Tablica br. 2.2 – Demingovih četrnaest univerzalnih točaka za menadžment

Točka	Opis univerzalnih točaka-principa
1.	Poboljšavanje kvalitete proizvoda i usluga mora biti konstanta kako bi bili konkurentni i da dugo ostanete u poslu, više od nastojanja na ostvarivanju kratkoročnih profita.
2.	Napustiti filozofiju prihvaćanja uobičajene razine pogrešaka i prihvatiti potrebu za promjenama.
3.	Napustiti masovnu inspekciju i oslonite se na ugrađivanje kvalitete u proizvod i primjenu statističke kontrole kvalitete i poboljšavanja kvalitete.
4.	Smanjiti troškove i broj dobavljača. Dobavljače koji ne mogu pružiti dokaz o statističkoj kontroli procesa treba skinuti s liste dobavljača.
5.	Poboljšavati konstantno, i zauvijek, sustave proizvodnje kako bi poboljšali kvalitetu i proizvodnost, a time i konstantno smanjili troškove.
6.	Edukacija i osposobljavanje na poslu za sve djelatnike.
7.	Usmjeravanje menadžera na vođenju djelatnika tako da im pomažu da bolje obavljaju posao.
8.	Odbaciti strah. Ne kažnjavati djelatnike za „probleme sustava“. Razvijati dvosmjernu komunikaciju a napustiti rukovođenje kroz kontrolu.
9.	Izbjegavati zapreke između odjela. Poticati timski rad.
10.	Ukloniti programe, opomene i slogane koji traže nove razine proizvodnosti bez osiguravanja boljih metoda.
11.	Ukloniti proizvoljne kvote, radne standarde i ciljeve koji remete postizanje kvalitete. Umjesto toga, zamijeniti rukovodstvo i uvesti kontinuirano poboljšavanje procesa rada.
12.	Djelatnici moraju imati ponosa u svome radu.
13.	Poticati izobrazbu tijekom cijelog života i samoobrazovanje svih djelatnika.
14.	Staviti sve u položaj da rade na provedbi ovih četrnaest točaka.

Japanci su bili vrlo agilni kod dovođenja američkih stručnjaka za kvalitetu. Tako su 1954.godine pozvali i drugog velikog stručnjaka za kvalitetu dr. Jurana, koji je držao predavanja o upravljanju kvalitetom. I njegova predavanja su imala također uspjeh s velikim odjekom. Juran pomaže definiranju metoda unapređenja kvalitete razumljivih i pristupačnih većini. Treba napomenuti da su i Juran i Deming u to vrijeme bili ignorirani u Americi.

Svoja predavanja Juran je usmjerio na nove pristupe planiranju, organizaciji i upravljanju, s ciljem podizanja odgovornosti za kvalitetu. Suprotno Demingu, isticao je vertikalni menadžment i tehničke metode, ispred ponosa i zadovoljstva.

Svojim pristupom kvaliteti definirao je univerzalni proces i način realizacije kvalitete koji obuhvaća sve funkcije, sve nivoe i sve proizvodne linije. Ovaj pristup poznat je kao „**Juranova trilogija**“, slika br.2.5, a obuhvaća tri procesa:



Slika br.2.5 – Univerzalni proces i način realizacije kvalitete „Juranova trilogija“

1. **Proces planiranja kapaciteta -** Predstavlja proces koji je sposoban proizvoditi prema potrebama kupaca, odnosno korisnika i na taj način stvarati kod njih zadovoljstvo. U ovom procesu zadovoljstvo kupca je u prvom planu.
2. **Proces kontrole kvalitete** - Ovaj proces obuhvaća kontrolu svih važnih procesa. Težište je na odstupanjima od zahtjeva.
3. **Proces unapređenja kvalitete** - To je proces eliminiranja uzroka nedostataka, odnosno nesukladnosti, i stalnog poboljšanja. Naglasak je na otkrivanju i eliminaciji uzroka nesukladnosti.

Svi su ovi procesi povezani s razinom troškova loše kvalitete. Poboljšanjem kvalitete, njihova razina je sve niža.

Deset Juranovih koraka za unapređenje kvalitete (tablica br.2.3):

Tablica br. 2.3 - Deset Juranovih koraka za unapređenje kvalitete

Točka - korak	Preporuke za unapređenje kvalitete
1.	Ugrađivati zaposlenicima svijest za poboljšanjima.
2.	Ciljevi poboljšanja moraju biti definirani i kompletni.
3.	Treba organizirati ostvarenje ciljeva.
4.	Osigurati edukaciju.
5.	Realizirati projekte za rješavanje problema.
6.	Izvještavati o napretku.
7.	Odavati priznanja i pohvale.
8.	Priopćavati rezultate.
9.	Čuvati zapise – rezultate.
10.	Održavati program unapređenja kroz izradu godišnjeg programa unapređenja.

S današnje točke gledišta i ukupnog razvoja, učenja Deminga i Jurana su genijalna. Međutim, vrlo interesantno pitanje je, kako su te vrijednosti u to vrijeme prepoznali Japanci i kako su uopće prihvatili ovakve stavove zapadnih stručnjaka?

Prihvatljivost nove koncepcije kvalitete bila je moguća iz sljedećih razloga:

- Predavanjima i seminarima prisustvovali su vodeći ljudi kompanija i najviša uprava, kao i ostali menadžment i inženjeri. Edukacija se provodila do najnižih razina rukovođenja.
- Japanci su mislili da je takav pristup kvaliteti u Americi i drugim razvijenim zapadnim zemljama.
- Novi koncept o kvaliteti koji su nudili Deming i Juran bio je blizak japanskoj tradiciji i kulturi koja se ogledala u poštovanju starijeg i partnera.
- Japan je bio (a to je i danas) siromašan prirodnim resursima i toga su bili svjesni svi u Japanu.
- Japanci su željeli da izgubljeni rat protiv Amerike pretvore u pobjedu na polju biznisa.
- Mnogi smatraju da je velika energija promašenog militarizma bila jedan od najvećih motivirajućih faktora za Japance da snažno krenu u izgradnju poslovnog uspjeha.

Rad svojih učitelja nastavio je njihov učenik, danas ne manje poznat, Kaoro Ishikawa. On je 1956.godine počeo s predavanjima iz područja novog pristupa kvaliteti – TQC (eng.Total Quality Control) i to na japanskom radiju. Na tisuće inženjera, menadžera i radnika slušalo je predavanja u jutarnjim satima prije polaska na posao.

Drugi veliki iskorak Ishikawe bila je ideja za formiranje malih grupa radnika dragovoljaca, poznatijih kao „**krugovi kvalitete**“. Ideja je bila da se u tim malim grupama izučavaju metode upravljanja kvalitetom i da se na taj način doprinosi unapređenju kvalitete.Ovakav način upravljanja kvalitetom Ishikawa naziva CWQC (eng. Company Wide Quality Control). Ideja je naišla na plodno tlo i skoro svaka organizacija imala je velik broj organiziranih i aktivnih kružoka kvalitete. Smatra se da je u Japanu 1970. godine bilo oko 20.000 kružoka kvalitete, 1980. oko 100.000, a danas se njihov broj procjenjuje na oko 700.000.

Ishikawa je poznat po tzv. „**sedam alata**“ (eng. Seven Tools) u kojima je objedinio najvažnije ideje iz učenja Deminga, Jurana i Feingenbauma, ali tako vješto da ta komplicirana učenja budu sasvim pristupačna svim djelatnicima u tvrtkama. Ishikawa smatra da se čak 95% svih problema u industrijskim organizacijama može riješiti korištenjem ovih alata.

Znanstvenici koji su proučavali japansko privredno čudo, odlučni su u konstataciji da je moderni koncept kvaliteti bio moguć provedbom programa masovne edukacije za kvalitetu. U periodu od 1950. do 1970. godine educirano je stotine tisuća menadžera i radnika. Trenutno, u japanskim organizacijama svaki zaposlenik ima u prosjeku 50 dana edukacije, i to na radnom mjestu ili u edukacijskim centrima. Pri tom se pola edukacije provodi u radno, a pola u slobodno vrijeme zaposlenika.

Japanske organizacije su istinskim provođenjem programa unapređenja kvalitete ostvarile slijedeće direktne pogodnosti: porast proizvodnosti, unapređenje kvalitete, smanjenje troškova, motivaciju zaposlenika i bolju konkurentnost.

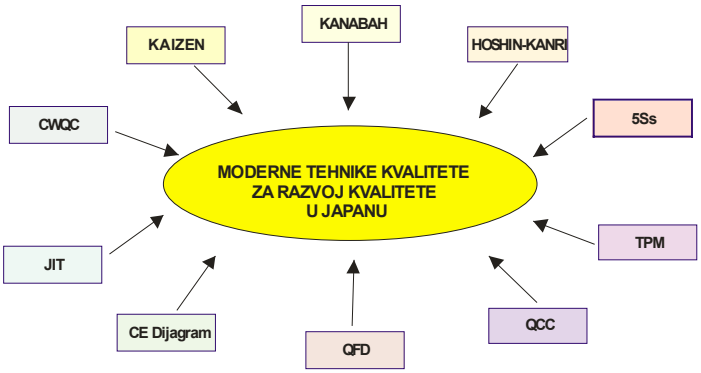
U Japanu su perfekcija i izvrsnost postali standardi u postizanju kvalitete. Za ilustraciju važnosti kvalitete slikovito može poslužiti poznata izjava glavnog direktora MEC (eng. Matsushita Elektric Company): „Nijedan TV aparat ne smije biti s greškom! Kupac kupuje samo jedan uređaj od naših milijun proizvedenih. Ako je taj jedan s greškom, kupac više nikad neće imati povjerenja u Matsushita.“.

Da je kvaliteta tako važna, a Japan mjerilo vrijednosti, pokazuju i podaci studije [34] u kojoj se iznosi:

- Britanske organizacije imaju 2,5 greške na 100 proizvedenih dijelova (automobilska industrija), a japanske 2,5 greške na 10.000 dijelova.
- Mnoge britanske organizacije proizvode duplo manje dijelova od najboljih japanskih organizacija s istim brojem zaposlenih.
- Pokazatelji proizvodnosti i ekonomičnosti u automobilskoj industriji ukazuju na alarmantnu razliku u korist japanskih proizvođača, koji imaju 1,5 do 2,5 puta veću proizvodnost od američkih i europskih proizvođača automobila.

Danas se u modernim i suvremeno organiziranim firmama Japana greške ne iskazuju u postocima ili promilima, već u odnosu na milijun proizvedenih proizvoda. Japanci su modernim pristupom kvaliteti uspjeli drastično povećati proizvodnost i ekonomičnost koja još uvijek intrigira cijeli svijet. Japanske firme danas kvalitetu gledaju kroz ISO norme 9000, TQM modele, šest sigmu, lean proizvodnju, masovne inovacije i tehnička unapređenja, te integraciju kvalitete i kreativnosti u sve aspekte ekonomskih, političkih i društvenih zbivanja.

Neke od modernih metoda koje se masovno koriste u skoro svim japanskim tvrtkama prikazane su na slici br. 2.6 i tablici br. 2.4.



Slika br. 2.6 – Moderne tehnike kvalitete za razvoj kvalitete u Japanu

Tablica br. 2.4 – Neke od modernih tehnika za razvoj kvalitete u Japanu

Naziv metode - alata	Značenje metoda – alata
KAIZEN	Stalno poboljšavanje kvalitete
KANABAH	Povlačenje proizvoda kroz proizvodni proces, tzv. pull system.
HOSHIN-KANRI	Upravljanje politikom
5 S	❑ **Seiri** - Organizacija ❑ **Seiton** - Urednost ❑ **Seiso** - Čistoća ❑ **Seiketsu** - Normizacija ❑ **Shitsuke** - Disciplina
TPM	Totalno održavanje opreme
QCC	Krugovi kvalitete
QFD	Razvijanje kvalitete sukladno zahtjevima kupaca
CE Dijagram	Dijagram uzroka i posljedica
JIT	Upravljanje sustavom proizvodnje **„u pravom trenutku“**
CWQC	Upravljanje kvalitetom unutar kompletne organizacije
POKA- YOKE	Sustav koji sprečava pojavljivanje grešaka ili grešku čini očitom na prvi pogled.

2.6.2 Američki pogled na kvalitetu

Dok su se Japanci uzdizali u pogledu kvalitete svojih proizvoda i kompletnog gospodarstva, u Americi su se stvari odvijale nešto drugačije.

Tijekom Drugog svjetskog rata američka industrija je imala za cilj masovnu proizvodnju za potrebe vojske. To je svakako dovelo do razvoja novih tehnologija i metoda proizvodnje. Međutim, osnovni način upravljanja kvalitetom ostao je nepromijenjen. Svaka proizvodna funkcija je izvršavala svoje obveze i isporučivala rezultate slijedećoj u lancu. Na kraju, završnom kontrolom vršeno je izdvajanje dobrih od loših proizvoda. Iz tih razloga razvija se i vojna kontrola koju je vojska bila prisiljena uvesti.
I po završetku Drugog svjetskog rata situacija nije se bitno izmijenila. Bilo je to vrijeme velike potražnje za proizvodima i glavne aktivnosti bile su usmjerene na brzinu isporuke, opseg

proizvodnje i prodaju. Jeftina nafta i drugi prirodni resursi „čuvali“ su niske cijene. Nije bilo potrebno da američka industrija ulaže velike napore na unapređenje kvalitete.

Američka filozofija u pogledu kvalitete je polazila od stava, sve što je niže kvalitete ima i nisku cijenu. Kada su Japanci preplavili američko tržište jeftinim automobilima, nije bilo velikog uzbuđenja. Smatralo se da će kupci vrlo brzo uvidjeti da je jeftino slabije kvalitete i tako će prestati kupovati japanske proizvode. Ubrzo je nastupio šok kada se utvrdilo da su japanski proizvodi bolje kvalitete i da su sve traženiji.

Osjetivši japansku opasnost i ne nalazeći odgovor na paradoks kvaliteta – cijena, sve više američkih poslodavaca i znanstvenika odlazilo je u Japan s ciljem da proniknu u tajne japanske kvalitete. Mogli su vidjeti samo rezultate rada Deminga i Jurana, a samu teoriju ne. Mislili su da se neke stvari mogu jednostavno preslikati i primijeniti u Americi. Tu se prvenstveno misli na krugove kvalitete, ili just-in-time. Oni su bili samo segment u ukupnim programima poboljšavanja kvalitete. Nisu se mogli implementirati u Americi, jer su tamo radnici bili motivirani za natjecanje i nagradu. Nitko od radnika i inženjera nije htio svoje ideje i inovacije dati za opće dobro.
Posjet američkih stručnjaka japanskom gospodarstvu Deming je 20 godina kasnije opisao ovako:

- Oni nisu znali što treba gledati,
- Oni nisu znali što treba pitati
- Oni nisu ništa vidjeli.

Posjet američkih gospodarstvenika Crozbi je opisao riječima: „Kao kad bi eksperti za hokej na ledu otišli na hokejašku utakmicu sa zadatkom da je analiziraju. Na njihovo iznenađenje pred njima bi se umjesto hokeja na ledu, po onom što su vidjeli, odvijao balet na ledu – a to je istinski bio hokej.“.

Amerikanci su dugo bili u šoku od japanskog poslovnog uspjeha sedamdesetih godina. Trebalo im je desetak godina da ga definiraju i izaberu strategiju za unapređenje kvalitete. Bilo je pokušaja blokiranja uvoza robe iz Japana, kao i zajedničkih ulaganja japanskih i američkih partnera, gdje bi Japanac imao glavnu ulogu. Ali ni ti pokušaji nisu dali očekivane rezultate.

Ozbiljan rad na kvaliteti počeo je osamdesetih godina. Kvaliteta je u cijeloj državi postala hit. Mjesec listopad proglašen je mjesecom kvalitete. Doneseni su zakoni kojima je koncipirana Beldrigova nagrada za kvalitetu kao najviše priznanje za izvrsne karakteristike američkih organizacija. Upravljanje nagradom i razvoj TQM modela na kojem se ona zasniva vrši Nacionalni institut za normizaciju i tehnologiju (NITS) u suradnji s Američkim udruženjem za upravljanje kvalitetom (ASQC). Nagradu za kvalitetu na originalnom TQM modelu tradicionalno svake godine dodjeljuje Predsjednik Sjedinjenih Država na ceremoniji u glavnom gradu. Prva nagrada je bila dodijeljena 1988. godine. Između 66 prijavljenih tvrtki, nagradu su podijelili: Motorola, Westinghouse i Globe Metallurgical.

Pored ove nagrade, američki Kongres je inicirao studiju o efikasnosti TQM za nacionalnu ekonomiju. Američka Fondacija za kvalitetu formirana 1987.godine, dala je dugoročnu podršku razvoju i promociji TQM modela. NASA je također dala svoj doprinos razvoju kvalitete u SAD-u, inicirajući 1985. godine nagradu pod nazivom NASA Excellence Award for Quality and Productivity (1990. godine ova je nagrada preimenovana u George M. Low Award). Ova nagrada dodjeljuje se poslovnim partnerima za razvoj i višegodišnje održavanje visokih standarda kvalitete.

Prema dr. Juranu [69] temeljni elementi nove američke strategije unapređenja kvalitete su:

- CWQM (eng. Company Wide Quality Management), upravljanje kvalitetom unutar cijele organizacije
- Participacija najviše uprave u upravljanju kvalitetom
- Trilogija kvalitete koja se temelji na analogiji s financijama
- Koncept internih kupaca i koncipiranje internih relacija kupac – dobavljač
- Koncept „veliko Q“ umjesto tradicionalnog „malog q“, što znači da se upravljanje kvalitetom ne ograničava samo na proizvode i procese u organizaciji
- Značenje troškova loše kvalitete
- Unapređenje kvalitete
- Planiranje kvalitete znači stalno poboljšanje kao rezultat efikasnih promjena
- Upravljanje kvalitetom primjenom SPC metoda i tehnika
- Edukacija svih zaposlenih u tehnikama rješavanja problema, podizanju svijesti o kvaliteti, unapređenju kvalitete i upravljanju kvalitetom

Strategija pokazuje svoje rezultate. Na primjer, američka „Motorola Inc“ bi uskoro mogla ostvariti nevjerojatan cilj – 60 grešaka ili čak manje na milijardu proizvoda. I druge organizacije imaju pokazatelje koji govore o tome da je kvaliteta postavila svoje dobre temelje. Možda je to i bio jedan od razloga prognoze dr. Jurana na konferenciji EOQ u Dublinu 1990.godine da će u narednom desetljeću svjetski lider u kvaliteti biti Sjedinjene Države.

Na strategiji Amerikanaca temelji se i nova gospodarska filozofija „Šest sigma“ čiji je cilj skoro potpuna eliminacija grešaka u svim procesima poslovnih sustava. Počelo se u Motoroli na smanjenju grešaka u proizvodnji elektronskih komponenata, a danas je teško pronaći „ozbiljniju“ tvrtku koja nije krenula s implementacijom 6σ. Iako je u početku 6σ bila usmjerena na proizvodne procese, danas se primjenjuje u procesima u marketingu, nabavi, prodaji, financijama, servisu, itd. Šest sigma revolucija danas ostvaruje veliki utjecaj na polju poslovne izvrsnosti u Americi i ostalim dijelovima svijeta i pruža sve preduvjete daljnjem poboljšanju kvalitete procesa i gospodarstva u cjelini.

2.6.3 Europski pogled na kvalitetu

Europske proizvodne organizacije slijedile su radije američki nego japanski model rada i unapređenja kvalitete. Europa je sa zakašnjenjem od desetak godina za Amerikom, svoju strategiju unapređivanja kvalitete ugradila u temelje Europske zajednice.

Europa je shvatila opasnost koja joj prijeti od japanske i američke gospodarstvene ekspanzije, a posebno kvalitete njihovih proizvoda. Zbog toga je EZ u temelje svoje zajednice ravnopravno ugradila:

1. političke,
2. ekonomske, i
3. tehničke elemente.

Projekt „**Europa 92**“ je bio odgovor Europe Japanu i Americi u podizanju nivoa kvalitete u kojem je sustav kvalitete prema normama ISO 9000 dobio centralno mjesto. Nešto prije ovog projekta, točnije 1985. godine zemlje članice EZ donijele su jedan vrlo važan dokument poznat pod nazivom „**Bijela knjiga**“. Između ostalog, EZ je željela ukloniti neke barijere i krenuti u stvaranje jedinstvenog europskog tržišta. Najveća prepreka ovom ogromnom jedinstvenom tržištu bila su tehnička ograničenja u čijoj je osnovi kvaliteta proizvoda i usluga. Osnovno načelo „Bijele knjige“ u dijelu koji se odnosi na uklanjanje tehničkih zapreka se svodi na to, da proizvod zakonski pušten na tržište u jednoj od članica EZ-a mora imati

slobodan pristup na tržištu svih članica EZ-a. Ova strategija je značila ujednačenost regulative za kvalitetu proizvoda i dobavljače koji izvoze u zemlje EZ-a.

Komisija Europske zajednice je donijela tri dokumenta u kojima su postavljeni principi za realizaciju europske strategije, i to:

1. *Novi pristup usuglašavanju tehničkih propisa i normi.*
2. *Globalni pristup tehničkim specifikacijama, ispitivanjima i certifikacijama.*
3. *Europsku politiku za promociju kvalitete.*

1. Novi pristup usuglašavanju tehničkih propisa i normi

Ovaj dokument predviđa ostvarivanje jednakosti tehničke regulative kroz:

- Usuglašavanje normativnih akata – tehničkih propisa u osnovnim zahtjevima u pogledu sigurnosti, zaštite zdravlja ljudi. To su poznate europske direktive koje su svake godine sve brojnije i zahtjevnije za konkretne proizvode.
- Donošenje europskih normi i tehničkih specifikacija od europskih regionalnih organizacija za normizaciju (CEN, CENELEC, CEPT, AECMA, RILEM i dr.).
- Međusobno prihvaćanje nacionalnih normi i priznavanje različitosti sadržanih u njima u nedostatku važećih europskih normi.
- Ispitivanje i certifikacija proizvoda i proizvođača na principu međusobnog priznavanja rezultata ispitivanja, atestiranja i certificiranja, a na osnovu važećih pravila i uvjeta za nadležne laboratorije i organizacije za certifikaciju.

2. Globalni pristup tehničkim specifikacijama, ispitivanju i certifikaciji

Ovo je dokument kojeg je komisija EZ-e donijela radi definiranja principa za akreditaciju proizvoda, osoblja i sustava kvalitete, te laboratorija za ispitivanje proizvoda. Kroz razradu principa definirane su akreditacijske i certifikacijske sheme s resursima za provođenje ovog projekta.

Zahvaljujući zahtjevima za certifikacijama, nekoliko stotina tisuća europskih organizacija je već dobilo certifikat za sustav kvalitete, a euforija usklađivanja sustava kvalitete sa zahtjevima međunarodne norme ISO 9001 zahvatila je cijeli svijet.

3. Europska politika za promociju kvalitete

Savjet ministara je predložio, a generalni sekretar 1996.godine odobrio objavu Europske politike za promociju kvalitete za europsku konkurentnost [70], u kojoj se postavlja za cilj izvrsnost.

Ova politika ogleda se u sljedećem:

- Novim pristupom je utvrđena obvezna tehnička harmonizacija europskih normi kao neobveznih dokumenata, i direktiva kao zakonskih dokumenata koje se odnose na sigurnost, zaštitu okoliša i zaštitu zdravlja ljudi.
- Globalnim pristupom je utvrđena obvezna usuglašenost ocjenjivanja (akreditacija i certifikacija) ispitnih laboratorija, osoblja, kvalitete proizvoda i sustava kvalitete.
- Zahtjevi za CE znak postali su uvjet za izlazak na tržište, što je u vezi sa spomenutim direktivama.

- Certifikacija sustava upravljanja kvalitetom postala je vrlo važna aktivnost za male i srednje organizacije čime se dokazuje usklađenost sa zahtjevima kupaca i drugih zainteresiranih strana.

Europska politika kvalitete oblikovana je da razvije okruženje u kojem organizacije i javna administracija u Europi imaju za cilj ostvarenje izvrsnosti svojih izlaza i interne organizacije, za korist društva u cjelini. Ova politika treba razvijati europski imidž i kulturu kvalitete razvojem instrumenata i resursa (tehnički i ljudski) za kreiranje svijesti i promoviranja kvalitete u partnerstvu s industrijom i drugim dijelovima u horizontalnom pristupu.

U okviru europske politike kvalitete navodi se pet specifičnih akcija:

1. Europska nagrada za kvalitetu bazirana na **EFQM** modelu za **TQM**
2. Europska benchmarking kuća i druge benchmarking inicijative
3. Europski tjedan kvalitete
4. Europski monitoring kvalitete za tržišnu ocjenu napretka kvalitete
5. Europski sustav za kvalifikaciju profesionalaca za kvalitetu

Europska povelja o kvaliteti, donesena 1998.godine u Parizu na Prvoj europskoj konvenciji o kvaliteti najbolje ilustrira europski pogled na kvalitetu. Glavna misao povelje je:

KVALITETA:

„PREDNOST ZA EUROPU U INTERNACIONALNOJ UTRCI“

Dalje se u povelji pojašnjavaju razlozi koji potkrepljuju ovu misao, te se navodi slijedeće:

1. **Danas je kvaliteta ono što privlači poslovni svijet**

2. **Kvaliteta je prioritet**

3. **Kvalitete nema bez solidarnosti (potpuno uključivanje)**

Potpisnici europske povelje prisegli su da će:

- promicati opći pristup kvaliteti u poslovnom i javnom sektoru,
- razvijati učenje o kvaliteti na svim razinama obrazovanja, od osnovnog do visokoškolskog,
- razvijati razmišljanja o metodama i alatima za kvalitetu, te osigurati da budu raspoloživi svakome,
- aktivno sudjelovati u širenju iskustva o kvaliteti,
- promovirati europsku kvalitetu izvan Europe,
- stalno poduzimati akcije kako bi se postigao napredak u kvaliteti,
- uključivati se u Europski tjedan kvalitete (drugi tjedan u studenome svake kalendarske godine) kako bi upoznavali ostale, s aktivnostima koje se poduzimaju, trenutačnim inicijativama i budućim projektima.

Na prijedlog Europske organizacije za kvalitetu (EOQ) 2000. godine usvaja se europska vizija kvalitete koja se temelji na prethodnoj opisanoj povelji. Definirana vizija usmjerava na integriranje kvalitete u sve segmente poslovanja i razvoja a čiji je krajnji cilj izvrsnost. Vizija se temelji na prednostima Europe kao društvene zajednice s mnogo naroda, manjina, kultura, religija, jezika itd. i na osiguranju sinergije njihovog kreativnog i inovativnog djelovanja, uz očuvanje tradicionalnih vrijednosti.

Europska vizija kvalitete promovira:

- Razvoj potencijala Europe kroz više individualnih pristupa primjenom principa inovativnosti, kreativnosti, konkurentnosti i solidarnosti.
- Zamjenu i napuštanje tradicionalnih pristupa koji su se temeljili na kopijama drugih te promociju europskog slogana „Made in Europe = Izvrsnost“.
- Zajednički duh koji je dobitna formula utemeljena na partnerstvu, integraciji i suradnji.

Danas je Europa kao i ostali gospodarski svijet općinjena uspjesima 6σ metodologije i sve je više institucija i pojedinaca koji se na direktan ili indirektan način bave problemima kvalitete.

2.6.4 Hrvatski pogled na kvalitetu

U sklopu bivše države hrvatsko gospodarstvo nije slijedilo svjetske trendove u području menadžmenta i kvalitete. Može se slobodno reći da je Hrvatska razvijala autentičan politički i gospodarski koncept na koji se nisu mogle primijeniti suvremene metode upravljanja i unapređenja kvalitete. Rezultati toga bili su: niska proizvodnost i efikasnost i nizak nivo kvalitete proizvoda, koji su zbog toga imali niske cijene na svjetskom tržištu. S druge strane, proizvodni troškovi bili su vrlo visoki, iako je radna snaga bila jeftina. U takvom okruženju nije postojala svijest o značenju kvalitete.

Ovakvo stanje nije išlo u prilog kvaliteti niti se o njoj moglo razmišljati u pozitivnom smislu. Bilo je dosta ideja, ali sve su završavale na pokušajima i pojedinačnim uspjesima koji nisu mogli imati značajnijeg utjecaja. U sustavu u kojem se živjelo nitko nije bio javno protiv kvalitete, čak su deklarativno svi bili za nju. Međutim, u praksi je postojalo okruženje koje je kvalitetu sputavalo. Uzroke takvog stanja treba tražiti u sljedećim činjenicama: društvena svojina, dogovorna ekonomija, samoupravljanje, nagrađivanje prema radu, norme i naglasak na brojke, podjele na proizvodnju i režiju, poslušni direktori, samozadovoljstvo tipa „**nema problema**“ ili „**lako ćemo**“.

Izdvajanjem Hrvatske iz bivše države pojavile su se potrebe za ISO 9000 certifikatima, i to prvenstveno kod onih organizacija koje su poslovale s Europom. Prvi certifikat za sustav kvalitete u Hrvatskoj po normi ISO 9000 izdan je 1993.godine i do danas je izdano blizu 2.000 certifikata. U isto vrijeme, javljaju se i organizacije koje se bave edukacijom za kvalitetu, odnosno konzultantske tvrtke. Uglavnom veće europske certifikacijske kuće otvaraju u Hrvatskoj svoja predstavništva.

Hrvatska gospodarska komora je 1997.godine pokrenula dva projekta koji dodiruju područje kvalitete: „**Hrvatska kvaliteta**“ i „**Izvorno hrvatsko**“. Za pohvalu su inicijative i napori što ih je pokrenulo Hrvatsko društvo za kvalitetu i Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.

Bez namjere upućivanja kritika, ali s velikom dozom istine i sigurnosti može se reći da su sve udruge, državna tijela, organizacije i pojedinci do sada učinili vrlo malo na području i razvoju primijenjene kvalitete. U sadašnjem trenutku gospodarskog i općeg razvoja RH odnos prema kvaliteti postaje izuzetno važan faktor učinkovitog rada i korištenja kadrovskih i materijalnih resursa.
Stanje odnosa prema kvaliteti u RH je u velikom zaostatku za potrebama. Postoji opća svijest o potrebi i sklonosti djelovanja na kvalitetu, ali uglavnom deklarativno. Određene konkretne aktivnosti koje treba i dalje podržavati i poboljšavati su: edukacija, okupljanja stručnjaka za kvalitetu, izdavanje stručnih časopisa i publikacija, izdanja knjiga iz područja kvalitete, javne manifestacije o najkvalitetnijim hrvatskim proizvodima, aktivnosti na certifikaciji sustava upravljanja kvalitetom, certifikacije proizvoda i sl.

Ovo su većinom akcije pojedinačnog karaktera. Svaka aktivnost koja spominje riječ „kvaliteta“ doprinosi razvijanju pozitivne klime o kvaliteti. Postojećim akcijama nedostaje sustavni pristup.
U Hrvatskoj se mora temeljito promijeniti odnos prema kvaliteti, od državnih organa pa do organizacija, odnosno pojedinaca. Stručne institucije trebaju inicirati promjene, država stvarati povoljnu klimu i okruženje, a organizacije i djelatnici prihvatiti kvalitetu kao obvezu. Ukratko, svima treba više znanja iz područja kvalitete. Treba znati kako to rade bolji, jači, i razvijeniji, koji pristup i metode koriste. Treba koristiti znanje boljih u konkretnim uvjetima poslovanja. Edukacijom treba pokriti sve sektore, službe i pojedince, a naročito članove najviših uprava.

Za sve poslovne subjekte u Hrvatskoj, kvaliteta mora postati primarni i strateški cilj svake djelatnosti, poduzeća i gospodarstva. Jedan od mogućih i provjerenih putova je razvoj sustava kvalitete njegovo stalno poboljšanje kroz primjenu normi ISO 9000, novih filozofija i pristupa kvaliteti (6σ metodologija, lean 6σ, i dr.). Kao sastavni dio Europe, Hrvatska mora prihvatiti europsku viziju i politiku kvalitete, te dati svoj puni doprinos i ostvariti svoju misiju.

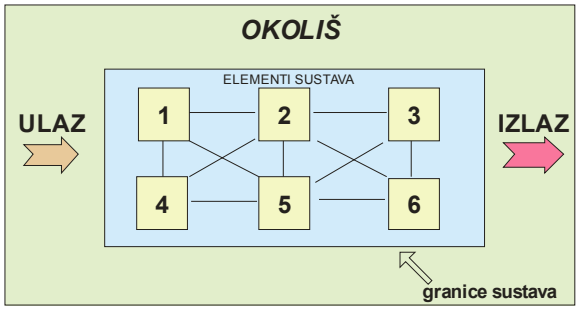
2.7 Sustav upravljanja kvalitetom

Svaka organizacija ili njezin segment može se promatrati kao sustav. Suvremeni sustavi su izuzetno složeni. Funkcioniraju pod često nepoznatim i teško predvidivim okolnostima, što je rezultat djelovanja utjecajnih faktora.

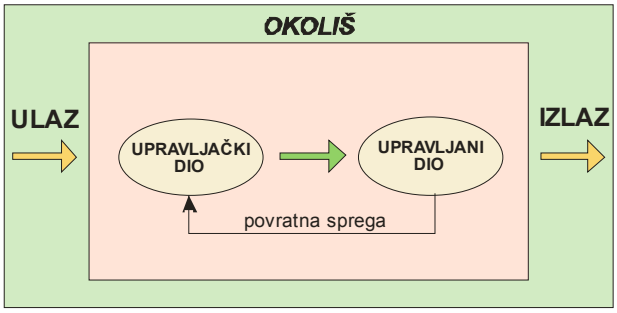
Sustav se definira kao skup elemenata i njihovih veza, odnosno, kao skup međusobno povezanih elemenata koji funkcioniraju zajedno kako bi ostvarili zajednički planirani rezultat ili cilj. Funkcija sustava je prerada ulaznih elemenata u izlaz. Grafički prikaz ove definicije vidi se na slici 2.7 i 2.8.

Svaki sustav čine:

- ulazni parametri,
- izlazni parametri,
- elementi sustava,
- međusobni utjecaj elemenata, i
- granica sustava.



Slika br. 2.7 – Prikaz funkcije sustava



Slika br. 2.8 – Kibernetski prikaz sheme procesa upravljanja sustavom

Složenost suvremenih sustava i heterogenost utjecaja iz okruženja zahtijevaju efikasan upravljački podsustav koji treba osigurati:

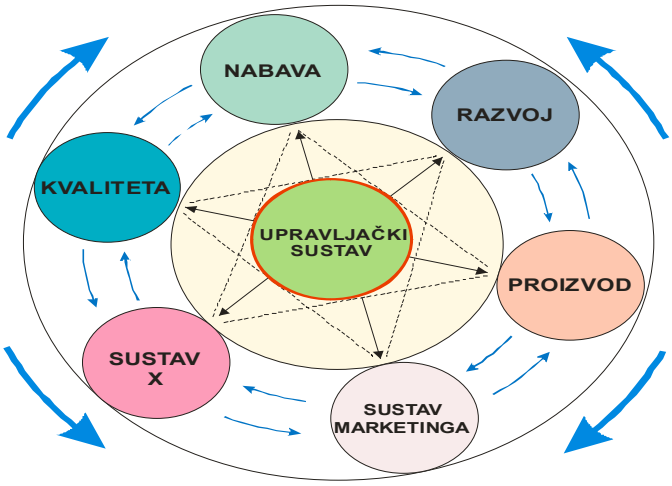
- realizaciju postavljenih ciljeva pri konstantnom utjecaju okruženja, i
- mogućnost prevođenja sustava iz jednog u drugo planirano stanje.

Da bi se moglo upravljati bilo kojim sustavom nužno je imati:

- upravljački dio,
- dio kojim se upravlja, i
- povratnu vezu koja osigurava sinkroniziranost upravljačkog i upravljanog dijela.

Organizacija kao cjelina sastoji se od više sustava (ovisno o veličini i namjeni organizacije), povezanih upravljačkim sustavom (slika br.2.9). Pored upravljačkog sustava, tu su najčešće i sustavi: marketinga, razvoja, proizvodnje, nabave, kvalitete i drugi specifični za konkretni poslovni sustav.

Sustav kvalitete jedan je od segmenata poslovnog sustava, odnosno organizacije. Svojim djelovanjem je vezan skoro za sve sustave. Međutim, osnovni sustav koji povezuje sve druge sustave u okviru poslovnog sustava je sustav upravljanja. Ovaj sustav ima funkciju upravljanja drugim sustavima, pa tako i sustavom kvalitete.



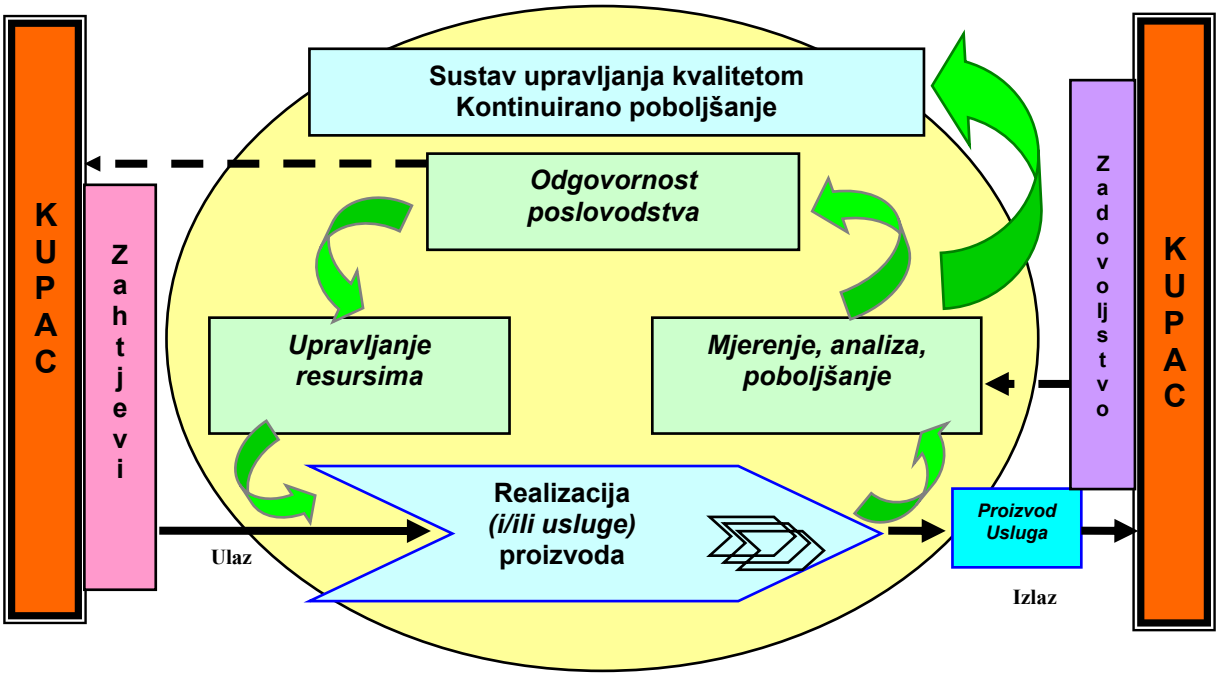
Slika br. 2.9 – Sustavni pristup organizaciji

Dobro strukturiran poslovni sustav čini jednu od najvažnijih osnova za uvođenje sustava kvalitete. Sustav kvalitete ima dvije zadaće:

1) osigurati kvalitetu proizvoda ili usluga, i
2) upravljati kvalitetom.

Prema normi ISO 9000:2000, točka 3.2.3 [111] sustav upravljanja kvalitetom se definira kao sustav upravljanja koji služi za usmjeravanje organizacije i upravljanje organizacijom s obzirom na kvalitetu.

Sustav upravljanja kvalitetom temeljen na nizu normi ISO 9000 je razvio procesni pristup (eng. process approach) kao jedno od temeljnih načela, koje zahtijeva analizu glavnih i pomoćnih procesa, te njihovih interakcija. Nužno je prepoznavanje, definiranje i poboljšavanje procesa s ciljem podizanja efikasnosti i učinkovitosti sustava (slika br. 2.10). Najvažnija načela sustava upravljanja kvalitetom su: usmjerenost na kupca, liderstvo, uključivanje ljudi, neprekidno poboljšavanje, činjenični pristup u odlučivanju i partnerski odnos s dobavljačima.



Slika br. 2.10 - Model sustava upravljanja kvalitetom zasnovan na procesima

Tijekom implementacije sustava upravljanja kvalitetom kao i tijekom njegovog održavanja moraju se ugraditi mehanizmi za samoregulaciju i monitoring primjene s najviše razine menadžmenta. Iz ovog zahtjeva proizlaze aktivnosti:

- Pregled i ocjena sustava upravljanja kvalitetom od strane uprave
- Provedba internih i eksternih prosudbi
- Verifikacije i validacije proizvoda i procesa
- Upravljanje nesukladnim proizvodima
- Samoocjenjivanje
- Provedba zaštitnih i popravnih aktivnosti
- Provedba analiza i dr.

Sustav upravljanja kvalitetom ustrojen prema normi ISO 9001 mora se dokumentirati. Svaka organizacija utvrđuje opseg i način dokumentiranja, što određuju: vrsta i veličina organizacije, složenost i uzajamno djelovanje procesa, složenost proizvoda, zahtjevi kupaca, primjenjivi zakoni, sposobnosti zaposlenika i dr.
Izrada dokumentacije ne smije biti sama sebi svrhom, već mora omogućiti sporazumijevanje i usklađeno djelovanje.

3. POBOLJŠAVANJA U SUSTAVU UPRAVLJANJA KVALITETOM

3.1 Kratki opis i cilj poglavlja

Iz prethodnih poglavlja je vidljivo da se promjenama koje imaju za cilj poboljšati poslovanje, odnosno poslovne procese i kvalitetu proizvoda poklanja dosta pozornosti u gospodarski razvijenim državama. Često se naglašava velika važnost mjera poboljšavanja, što potvrđuju praktična iskustva mnogih tvrtki koje stalne promjene i poboljšavanja proizvoda i procesa vide kao odlučujući faktor svog uspjeha.

Činjenica je da se poboljšavanja ne događaju slučajno i da imaju svoju povijest. Temelji i sami počeci stalnih poboljšavanja traže se u japanskim krugovima kvalitete koji i danas funkcioniraju u nešto izmijenjenim okolnostima, ali s istim ciljem, metodama i uspjehom. To je jedan od pokazatelja da „dobre stvari“ treba koristiti i poboljšavati tako dugo dok se ne pronađu bolje.

Krajem 20. stoljeća u poslovnim procesima sve se više primjenjuju dostignuća menadžmenta, nove moderne znanosti, označene kao modni hit. Ta veoma mlada znanost ukazuje na ogroman broj različitih pravaca poboljšavanja poslovanja tvrtki i kvalitete proizvoda, gdje svaki od pravaca obećava procvat i uspjeh u biznisu.

U ovom poglavlju cilj je sagledati:

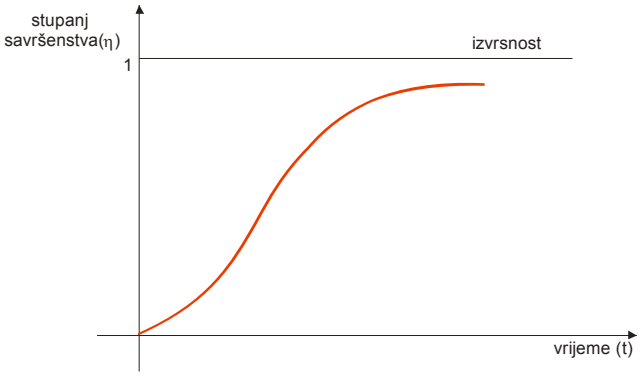
- Razloge za poduzimanje poboljšavanja u organizacijama
- Ciklus kontinuiranog postupnog, skokovitog i kombiniranog poboljšavanja
- Osnove različitih metodologija poboljšavanja, odnosno postupaka do postizanja poslovne izvrsnosti

3.2 Razlozi za poduzimanje poboljšavanja

Proces poboljšanja je prije svega prirodni proces. Sreće se na svakom mjestu i u svakoj prilici. Sva bića, pa tako i ljudi, predstavljaju trenutno dostignuće na jednom putu poboljšanja, a tijekom vremena rezultat su savršenija bića i njihove vrste. Promatranja pokazuju da se prirodni proces poboljšanja mijenja zavisno o faktoru vrijeme (slika br. 3.1). Sporije teče na početku i kraju razdoblja. Najbolje ga ilustrira tzv. sigmoidna krivulja.

Cilj je svakog poboljšavanja racionalizacija. To znači da se uz upotrebu svih postojećih sredstava i ljudi postižu što bolji rezultati i to bez štete za bilo koju zainteresiranu stranu.
Brzina poboljšanja je kriterij kojim se ocjenjuje provedeno poboljšanje u svim djelatnostima, pa tako i u području kvalitete. Na slici 3.2 krivulja broj 2 prikazuje proces poboljšavanja sustava kvalitete implementacijom neke od mogućih metodologija. Krivulja br. 2 je strmija od krivulje br. 1, što govori da je za ovaj proces potrebno kraće vrijeme, odnosno krivulja se za kraće vrijeme približava svojoj gornjoj granici.

Krivulja br. 2 bit će strmija što se u proces poboljšanja ulaže više znanja, resursa i svjesnih napora zaposlenika .



Slika br. 3.1 - Poboljšanje procesa u ovisnosti o čimbeniku vremena

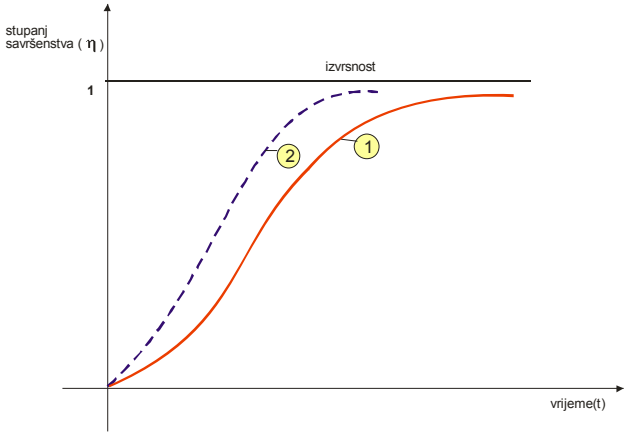
Poboljšavanje bilo kojeg procesa u organizaciji i kompletnog sustava je neminovno. Stalnom procesu poboljšanja mora biti podvrgnut i najbolje strukturiran sustav upravljanja kvalitetom.

Sa stajališta kontinuiranog poboljšavanja za kvalitetu se može reći da nije fiksni cilj. Slikovito, kvaliteta se može usporediti s pokretnim stepenicama u velikim robnim kućama. One su u stalnom pokretu i uvijek idu prema gore. I kvaliteta se mora dizati prema gore, odnosno s njom se želi realizirati: bolje, veće, jače, sigurnije, pouzdanije, prikladnije, jeftinije, itd. Za tu realizaciju, organizacija mora ići putem kontinuiranog poboljšanja, ne samo proizvoda ili usluga koje su krajnji „output“, već svih faza u glavnim i pomoćnim procesima, koje vode do tog „outputa“.

Kontinuirano poboljšavanje se provodi zbog:

- kupaca, i
- konkurencije.

Kupci su danas vrlo zahtjevni i „razmaženi“. Njihove se potrebe mijenjaju. Ono što se „**danas**“ lako proda, već „**sutra**“ može doživjeti potpun ili djelomičan slom. Zbog toga organizacija mora pratiti, pa čak i predviđati zahtjeve kupaca.



Slika br. 3.2 - Poboljšavanje procesa primjenom neke od metodologija poboljšavanja u funkciji vremena

Drugi razlog zbog kojeg stalno poboljšavanje mora biti „kontinuirana“ obveza je prisutnost konkurencije na slobodnom tržištu. U pogledu kvalitete, organizacija mora ciljno usmjeriti svoje procese i poslovanje tako da ide samo „naprijed“ (do razumljivih granica). U protivnom, konkurencija će negdje iza „kuta“ dočekati svoju priliku.

Organizacije teško mijenjaju i prilagođavaju „trenutno“ uspješno poslovanje. Poznata je izreka: „Tim koji pobjeđuje ne treba mijenjati ili ako nije u kvaru, ne treba ga popravljati.“. Ovo je životna istina, kojoj treba dodati novu filozofiju: „Ako pobjeđuje i ako je dobar zašto ga ne poboljšati da bude još bolji, ili ako nije u kvaru, preventivno djeluj i poboljšaj njegovu efikasnost.“.

U procesima poboljšavanja veoma je bitna uloga menadžmenta, od kojeg se očekuje pravovremeno donošenje odluke o poboljšavanju, stalno poticanje procesa poboljšavanja na nižim razinama rukovođenja, nadzor nad provedbom procesa i ostvarenim rezultatima, te pokretanje novih procesa poboljšavanja. Menadžment treba stvarati radnu klimu, koja uključuje zaposlenike u aktivno nastojanje pronalaženja mogućnosti poboljšavanja karakteristika procesa i proizvoda. U tu svrhu zaposlenici trebaju imati kompetencije, ovlasti i odgovornosti za poduzimanje akcija poboljšavanja. Odluka o poboljšavanju se donosi na osnovu informacija, koje su rezultat stalnih analiza procesa.

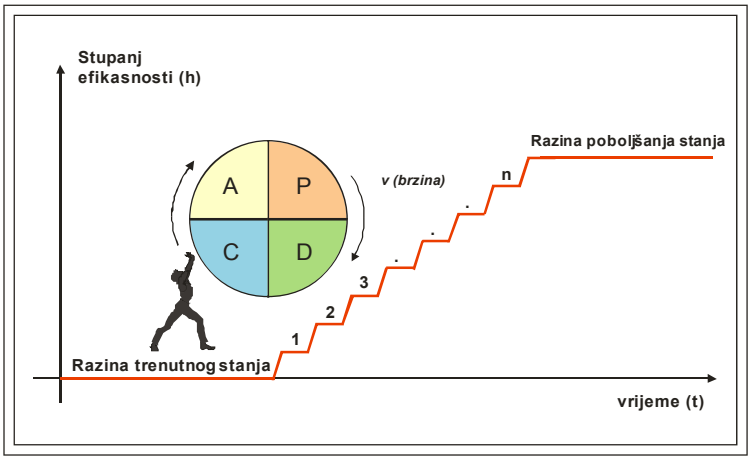
Menadžment treba podržavati poboljšavanja u obliku stalnih aktivnosti korak po korak, integriranih u postojeće procese, kao i mogućnosti velikih prijelomnih poboljšanja, u cilju ostvarivanja maksimalne koristi za organizaciju.

3.3 Kontinuirana poboljšavanja

Postupci poboljšavanja mogu se promatrati kroz kontinuirana postupna i kontinuirana skokovita poboljšavanja. Poznata je Demingova tvrdnja: „Uvijek postoji bolji način!“ Osnovni cilj svakog poboljšavanja trebao bi biti veća dobit i humanizacija poslova.

3.3.1 Ciklus kontinuiranog postupnog poboljšavanja

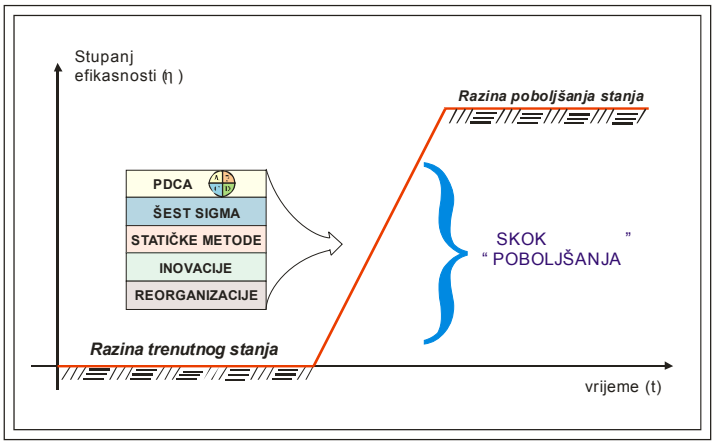
Kontinuirana poboljšavanja (slika br. 3.3) primjenjuju se u periodima stabilnog poslovanja organizacija. Karakterizira ih primjena vlastitih iskustava uz korištenje znanja i iskustva drugih, kroz traženje rješenja problema koji su rezultat unutrašnjih i vanjskih promjena. Ova su poboljšavanja suptilna, uz participaciju svih zaposlenika. U literaturi se sreće pod nazivom Quality Improvement – QI.



Slika br. 3.3 - Ciklus kontinuiranog postupnog poboljšavanja

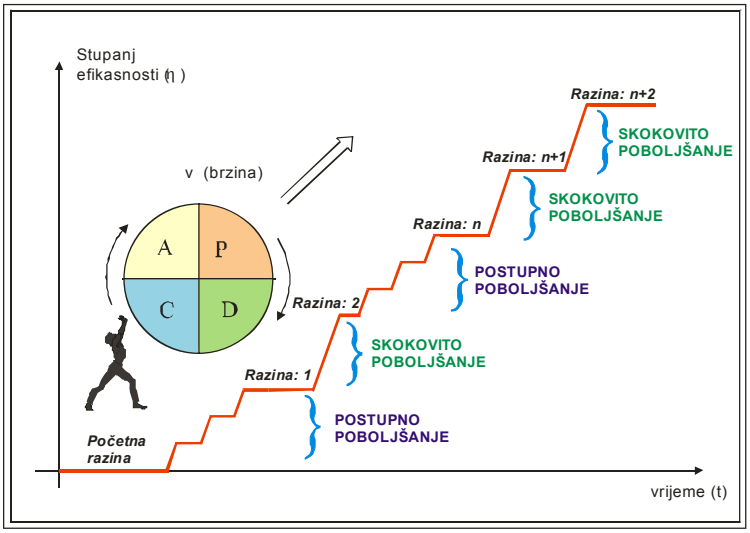
3.3.2 Ciklus kontinuiranog skokovitog poboljšavanja

Teoretski gledano kontinuirana postupna poboljšavanja podrazumijevaju konstantnu veličinu poboljšavanja u određenim vremenskim intervalima. Međutim, tempo života i tržišne utakmice zahtijevaju i druge vrste poboljšavanja. To su prvenstveno poboljšavanja ostvarena uvođenjem inovacija i tehničkih unapređenja u poslovne procese, kao i rezultati većih reorganizacija i investicija. Skokovita poboljšavanja (slika br. 3.4) su nešto rjeđa i predstavljaju korjenito poboljšavanje karakteristika organizacije, sa značajnim diskontinuitetom u odnosu na postojeće stanje. U literaturi ovakva skokovita poboljšavanja mogu se sresti i pod nazivom proboji [56]. Prema Juranu proboj znači radikalnu promjenu, dinamično i odlučno gibanje k novoj i višoj razini karakteristika.



Slika br. 3.4 - Kontinuirano skokovito poboljšavanje

3.3.3 Ciklus kontinuiranog kombiniranog poboljšavanja



Slika br. 3.5 - Ciklus Kontinuiranog kombiniranog poboljšavanja

Kombinacija postupnih i skokovitih poboljšavanja najpoželjnija je situacija u organizacijama. Dovodi znatno brže do definiranog cilja. Slika broj 3.5 prikazuje primjenu kontinuiranog postupnog i skokovitog poboljšavanja.

3.4 Metodologije poboljšavanja

Osnovni cilj svake tvrtke je ustrojiti organizacijsku strukturu, njene procese i kvalitetu proizvoda do razine koja se danas popularno naziva „Poslovna izvrsnost“. Poslovna izvrsnost predstavlja neko željeno stanje funkcioniranja cijelog poslovnog sustava čiji rezultati se ogledaju u vrhunskoj:

- kvaliteti proizvoda ili usluga,
- dobiti,
- motiviranosti svih zaposlenika,
- zadovoljstvu kupaca,
- učinkovitosti procesa i
- tehnologiji.

Put do ovih rezultata nije jednostavan. Uspješne organizacije razvijaju i primjenjuju različite metodologije odnosno strategije poboljšavanja kvalitete vlastitih proizvoda i procesa. Njihova različitost se ogleda samo u različitim principima i postupcima primjene, a sve se uglavnom temelje na načelima modernog menadžmenta.

Proces dosizanja poslovne izvrsnosti nikad nije gotov. Cilj je da taj proces postane stalna praksa i dio radne kulture organizacije koja je krenula prema poslovnoj izvrsnosti. Put od niže ka višoj razini poslovne izvrsnosti je sve teži i zahtjevniji. Zbog toga se stalno naglašava velika uloga Benchmarkinga kao suvremenog pristupa analitičkog uspoređivanja.

Neke od metodologija za postizanje poslovne izvrsnosti, odnosno za poboljšavanje su:

- TQM – (eng.Total Quality management)
- Upravljanje poslovnim procesima – (eng. Business Process Management)
- 20. ključeva
- Metoda uravnoteženih ciljeva BSC- (eng. Balanced Scorecard)
- Metodologija teorije ograničenja
- „Lean“ proizvodnja
- „Šest sigma“
- „Lean šest sigma“
- I dr.

3.4.1 Totalno upravljanje kvalitetom

Oko pojma TQM u relevantnoj literaturi postoji nedorečenost i neodređenost. Tako se, na primjer, mogu sresti različiti pojmovi:

- **TQC** - Potpuna kontrola kvalitete (eng.Total Quality Control)
- **TQ** - Totalna kvaliteta (eng. Total Quality)
- **TQI** - Potpuno poboljšavanje kvalitete (eng. Total Quality Improvement)
- **CWQC** - Sveobuhvatna kontrola kvalitete (eng. Company Wide Quality Control)
- **CWQI** - Poboljšavanje kvalitete unutar cijele tvrtke (eng. Company Wide Quality Improvement)
- **SQM** - Strateško upravljanje kvalitetom (eng. Strategic Quality Management)

Dobrim dijelom TQM obuhvaća napore za postizanje konkurentnosti i prilagođavanje tvrtki promjenama na tržištu. Da bi to mogao ostvariti, TQM predstavlja sveobuhvatan koncept koji objedinjuje tehničke, tržišne, ekonomske, organizacijske i etičke koncepte poslovanja. Po

svom pristupu TQM je istovremeno vrhunska razina koncepta poboljšavanja kvalitete s jedne strane, i vrhunska razina koncepta menadžmenta s druge strane.

Po svojoj osnovnoj definiciji [72] TQM je menadžerski pristup u tvrtci usmjeren na kvalitetu, zasnovan na učešću svih zaposlenika, usmjeren na dugoročan uspjeh kroz zadovoljstvo kupaca i korisnika, a u korist svih zaposlenika tvrtke i šire društvene zajednice. Može se još istaknuti da je to opća metodologija koja stavlja naglasak na poboljšavanje, dok se manje bavi praktičnom organizacijom postupaka poboljšavanja proizvodnje [73].

Osnovna načela TQM-a su: zadovoljstvo kupaca, stalno poboljšavanje i timski rad. Svako načelo je implementirano odgovarajućim skupom metoda i alata [74]. Prvim načelom izražava se vjerovanje da je kupac i njegovo zadovoljstvo temelj dugoročnog uspjeha tvrtke jer ako je kupac zadovoljan pretpostavka je da će sve druge zainteresirane strane biti zadovoljne. Iz tih razloga je bitno da se svi zaposlenici na svojim radnim mjestima i procesima usmjere prema kupcu, odnosno prema ispunjenju njegovih zahtjeva i prepoznavanju potreba i očekivanja. Drugo načelo izražava vjerovanje da se u tvrtci može sve poboljšati. Iz tih razloga potrebno je sustavno pristupiti prikupljanju podataka – mjerenju, njihovoj analizi i poduzimanju mjera poboljšavanja. Treće načelo naglašava potrebu za timskim radom i smatra ga osnovnim pristupom u rješavanju svih problema. Timovi su formalne grupe koje se formiraju, educiraju, unapređuju i predstavljaju sponu između poslovodstva i ostalih zaposlenika, različitih procesa i funkcija.

Sva se načela modernog koncepta TQM-a temelje na filozofiji kvalitete najpoznatijih gurua kvalitete, i to:

- Demingov PDCA i njegovih 14 točaka kvalitete,
- Juranovih 10 koraka u kvaliteti
- Faingenbaumov TQC koncept koji promovira integrirani sustav razvoja, održavanja i poboljšavanja kvalitete
- Krozbijevih 14 točaka kvalitete

Implementacija metodologije TQM-a u realnim uvjetima se zasniva na postavci da tvrtka ne može opstati održavanjem trenutnog stanja (lat. status quo). Kako se sve oko tvrtke u bližoj i daljoj okolici mijenja, zadržavanjem trenutnog stanja tvrtka se sama osuđuje na slabljenje i postepeno odumiranje. Ova statičnost uz dobro upravljanje mogla bi opstati samo u okruženju koje se ne mijenja (takva ne postoje). Upravljanje u takvim tvrtkama je orijentirano na rješavanje problema, improvizaciji i na kratkoročne ciljeve. Takav menadžment je problemski orijentiran. On nije u mogućnosti odgovoriti na eksterne promjene, osigurati konkurentnost, rast i opstanak tvrtke. Njegov najbolji rezultat može biti u nekim monopolskim uvjetima zadovoljenje planskih potreba državnih kupaca – bez obzira na kvalitetu i proizvodnost, ne vodeći računa o ekonomičnosti poslovanja, resursima i kapitalu tvrtke.Zbog toga tvrtke moraju uspostavljati i primjenjivati procese poboljšavanja kako bi rasle u svim oblicima. Zato se i kaže da problemski orijentiran menadžment, ma koliko bio efikasan, dugoročno gledano vodi tvrtku u sigurnu propast.
Menadžment orijentiran na dugoročne ciljeve, preventivne aktivnosti, izgradnju sustava uz istovremeno upravljanje promjenama kroz kontinuirana poboljšavanja na svim razinama i procesima, naziva se sustavno orijentiran menadžment. Takav menadžment osigurava preduvjete za primjenu TQM modela.

Menadžment i liderstvo u tvrtkama su usko povezani. Lideri razvijaju kulturu kompanije. Vođe su kojima se vjeruje i u stanju su povesti za sobom i druge zaposlenike. Imaju stvarni autoritet koji su izgradili svojim znanjem, zalaganjem, odnosom prema radu i odnosom prema drugim zaposlenicima. Liderstvo najviše razine upravljanja je presudno za primjenu koncepta TQM-a u tvrtki. Prema EFQM [75] liderstvo je:

- „Raditi prave stvari“
- Orijentacija prema razvoju i promjenama za bolju budućnost tvrtke
- Poticanje „najboljeg u ljudima“
- Zahtijevano od zaposlenika (oni žele lidere)

Liderstvo nije menadžment, ali je posao menadžmenta na svim razinama. Lideri moraju otvarati nove vizije i kreirati putove prema tim vizijama. Oni vide i osjećaju rezultate i ciljeve koje drugi nisu u mogućnosti sagledati. Pored toga, rukovode timom ili grupom koju čine pojedinci. Njihova uloga se može usporediti s ulogom dobrog dirigenta glazbenog orkestra sastavljenog od vrsnih glazbenika. Bez dirigenta orkestar bi bio neusklađen i teško bi ga bilo slušati. Za TQM liderstvo znači da menadžeri svih razina podržavaju i uključuju se u proces stalnih poboljšavanja, te osiguravaju potrebne resurse.

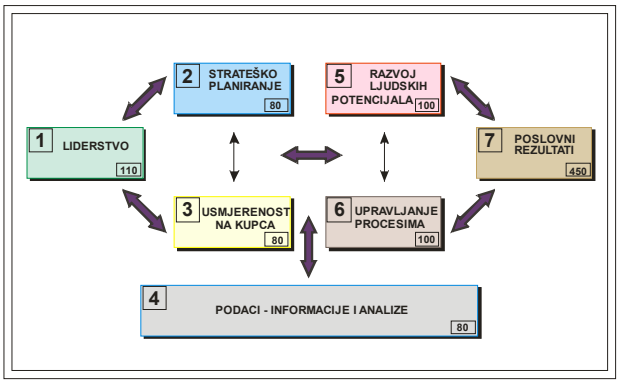
Danas je poznato nekoliko modela TQM-a, kao na primjer:

1. **Američki model TQM-a** zasnovan na kriterijima nacionalne nagrade za kvalitetu Melcolm Baldrige (MB)
2. **Europski model za TQM** kojeg je kreirala Europska fondacija za menadžment kvalitetom (EFQM) prema čijim se kriterijima dodjeljuje europska nagrada za kvalitetu (EQA- European Quality Award)
3. **Japanski model TQM-a**
4. **Ostali modeli TQM-a**

Američki model TQM-a poznat pod nazivom MB model osmišljen je još 1987. godine kao osnova za nacionalnu nagradu za kvalitetu u SAD-a [76]. Nagrada se dodjeljuje proizvodnim i uslužnim tvrtkama, kao i onima koje se bave malim biznisom, a cilj je ostvarivanje konkurentnosti američkih tvrtki.

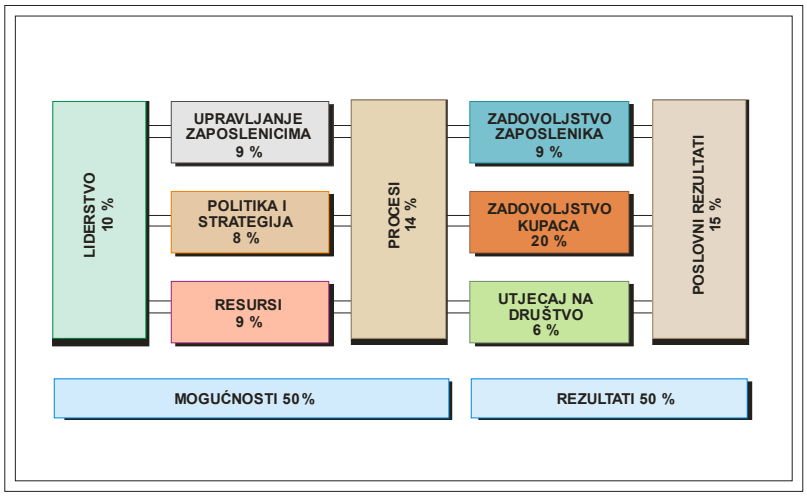
Glavne vrijednosti MB modela (slika br. 3.6) TQM-a su:

- Kvalitetu definira kupca, odnosno korisnik proizvoda ili usluga
- Liderstvo na svim razinama vođenja tvrtke
- Kontinuirano poboljšavanje i stalno učenje
- Uključivanje što većeg broja zaposlenika i njihov razvoj
- Brz odgovor na sve pritužbe i reklamacije, kao i probleme
- Razvoj kvalitete konkretnog proizvoda i primjena preventive
- Dugoročna orijentacija na budućnost
- Upravljanje tvrtkom na temelju činjenica
- Preferiranje partnerskih odnosa s dobavljačima , kooperantima i kupcima
- Društvena odgovornost tvrtke
- Rezultati su u centru zbivanja u svim procesima



Slika br. 3.6 – Kriteriji MB modela za TQM-a – poslovnu izvrsnost

Europski modele TQM-a kojeg je 1992. godine razvila EFQM služi kao osnova za dodjelu europske nagrade za kvalitetu. Prema [77] nagrada se dodjeljuje velikim, srednjim i malim tvrtkama. Model se sastoji od devet elemenata, odnosno kriterija koji imaju svoja mjerila, a prikazan je na slici br.3.7. Važno je naglasiti da je ovo model za poslovnu izvrsnost i nema obvezan oblik, već mu je namjena da pomogne tvrtkama u izradi vlastitog pristupa u postizanju izvrsnosti. Svaki od devet elemenata je kriterij koji može biti korišten za ocjenu napretka tvrtke u dostizanju poslovne izvrsnosti. „Rezultati“ određuju što je tvrtka postigla, a „mogućnosti“ pokazuju kako su rezultati ostvareni. Rezultati se smatraju „kasnim indikatorima“, jer daju informacije o ciljevima koje je tvrtka postigla. Opisuju što je tvrtka učinila za kupce, djelatnike, dioničare i javnost na način da se mjeri njihovo zadovoljstvo. Smatra se da EFQM-ov model za izvrsnost koristi više od 30.000 tvrtki. Među njima je 60% od 25 najvećih europskih poduzeća. Model je fleksibilan i mogu ga koristiti velike i male tvrtke, javni i privatni sektor.



Slika br. 3.7 – EFQM model za TQM – poslovnu izvrsnost

Kriteriji za postizanje poslovne izvrsnosti, prema EFQM modelu su :

1. Liderstvo
2. Politika i strategija
3. Upravljanje ljudskim potencijalom
4. Resursi
5. Procesi
6. Zadovoljstvo kupaca
7. Zadovoljstvo zaposlenika
8. Utjecaj na društvo
9. Poslovni rezultati

Japanski model za TQM se temelji na kriterijima Demingove nagrade za izvrsnost. Za razliku od MB i EFQM modela, japanski model nije dovoljno transparentan za samoprosudbu. Efekti japanske nagrade su identifikacija tvrtki koje imaju model za primjenu TQM-a i motiviranje drugih tvrtki.

Kriteriji za ovu nagradu su:

1. Korporacijska politika
2. Organizacija i administracija
3. Edukacija i prijenos znanja u tvrtci
4. Primjena
    - Upravljanje s dobiti

- Upravljanje troškovima
- Odnos s dobavljačima
- Upravljanje proizvodnim procesima
- Upravljanje sredstvima
- Upravljanje mjernom i nadzornom opremom
- Upravljanje ljudskim potencijalom
- Radni odnosi
- Planovi i programi edukacije
- Razvoj novih proizvoda
- Istraživanje
- Odnos s prodavačima
- Postupak rješavanja reklamacija i pritužbi
- Korištenje informacija od kupaca
- Osiguranje kvalitete
- Servis za prodane proizvode
- Odnos s kupcima

5. Rezultati
6. Budućnost tvrtke

I kod ostalih modela je slična situacija. TQM je osnova na kojoj se razvijaju i koriste modeli za poslovnu izvrsnost u preko 80 zemalja. U svijetu postoji još nekoliko modela koji su u većoj ili manjoj mjeri izvedeni iz navedena tri modela, kao što su model Australije, Novog Zelanda, Finske, Norveške, Švedske, Kanade, Južne Amerike itd.

3.4.2 Upravljanje poslovnim procesima – BPM

Pristup poslovnoj izvrsnosti (eng. Best-in-class) kroz upravljanje poslovnim procesima (eng. Business Process Management – BPM)) vodi bržem povratu investicija, podržavanju postojeće organizacijske strukture i poslovnih procesa, te prati ovisnost o postojećim korporativnim potencijalima. Ovaj pristup zasniva se na procesima, a ne modelima.

Što je novo u ovom pristupu? Organizacija poslovanja na osnovi poslovnih procesa nije nova ideja. Koncept poslovnih procesa i reinženjeringa istih poznat je od ranih 20-tih godina prošlog stoljeća, kao „Metode i analize procedura“. Takav pristup je tražio nove načine restrukturiranja radnih tijekova, odnosno poboljšavanja poslovanja kroz poboljšavanje poslovnih procesa, kako bi se riješili konkretni problemi.

S velikim osloncem na informacijske tehnologije (IT) koje su se dokazale u praksi, BPM se zasniva na procesima koji se mogu brže prilagođavati promjenama poslovanja općenito. Metodologija zagovara razvoj upravljanja poslovnim procesima od vrha prema dnu, ali ne zahtijeva izričito izradu modela čitavog poslovnog sustava. Ovaj pragmatičan pristup jedan je od ključnih razloga za uspjeh BPM-a .

BPM aplikacije osiguravaju elektronički vođene procese, a samim tim i uklanjanju poteškoća koje se javljaju u tradicionalnom pristupu. Smanjenje broja pogrešaka, skraćivanje utroška vremena i eliminacija gubitaka podataka su faktori na koje se oslanja ova metodologija. Tome svakako treba dodati i potpunu elektroničku automatizaciju dijelova procesa ili cijelih procesa.

3.4.3 Metodologija uravnoteženih ciljeva - BSC

Sustav uravnoteženih ciljeva (eng. Balanced Scorecard - BSC) je metodologija za preobrazbu organizacijskih ciljeva u vizualizirane pokazatelje postignuća. Metodologiju su

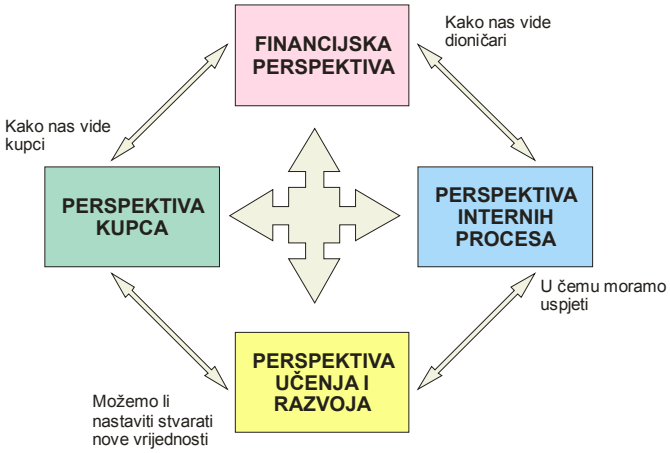
kreirali Robert T. Kaplan i David P. Norton 1992. godine, a zbog jednostavnosti i funkcionalnosti široko je prihvaćena u poslovnom svijetu. Zasniva se na ideji da se rezultati poslovanja organizacije ne mjere samo direktnim financijskim pokazateljima, već i rezultatima internih poslovnih procesa, učenja i razvoja (ljudski potencijal), te mjerenjem zadovoljstva kupaca. U metodologiji se prvo definiraju ciljevi za svaki sektor poslovanja, zatim za organizacijski dio i svakog zaposlenika, te se na kraju definira pripadajuća metrika za mjerenje ostvarenja ciljeva. Nakon definiranja ciljeva definiraju se planovi i programi za njihovu realizaciju. Temeljem toga, poduzimaju se konkretne akcije.

Suština je metodologije u tome da se strateški ciljevi na nivou sustava spuštaju na niže razine, timove, odjele ili pojedince. Ciljevi se fokusiraju na ključne segmente poslovanja i prikazuju se kao mjerljive kategorije. Pri tome se vodi računa o njihovoj objektivnosti, preciznosti i izazovnosti kod zaposlenika. Smisao metodologije nije zamjena financijskih pokazatelja s nefinancijskim, već je to njihovo dopunjavanje i integracija u cjelovit sustav.

Metodologija uravnoteženih ciljeva se zasniva na četiri perspektive (slika br. 3.12), i to:

- Financijska
- Perspektiva kupca
- Perspektiva internih poslovnih procesa
- Perspektiva učenja i razvoja

Financijska perspektiva predstavlja monetarni faktor uspjeha prema kojem se moraju mjeriti sve poduzete aktivnosti. Dugoročno, svaka planirana mjera mora rezultirati pozitivnim financijskim efektom.



Slika br. 3.8 – Četiri perspektive metodologije uravnoteženih ciljeva

Perspektiva kupca opisuje na koji način proizvodni sustav mora nastupati pred potencijalnim kupcima, da bi mogao ostvariti postavljenu viziju. Sustav bi se morao orijentirati na one segmente tržišta i kupaca u kojima ostvaruje konkurentske prednosti. Ostvarivanjem ciljeva perspektive kupca, istodobno bi morali biti ostvareni i strateški ciljevi financijske perspektive.

Perspektiva internih procesa daje odgovore na pitanje: Koje je ciljeve potrebno ostvariti u procesima unutar sustava da bi se ostvarili ciljevi financijske perspektive i perspektive kupca? Dakle, ciljevi perspektive internih procesa moraju podržavati financijske ciljeve jednako kao i ciljeve perspektive kupca. U sustavu je potrebno identificirati procese ključne

za povećanje uspješnosti poslovanja i takvi procesi moraju zauzimati posebno mjesto u sustavu mjerenja uspješnosti i kontinuiranog poboljšavanja.

Perspektiva učenja i razvitka orijentirana je prema budućnosti i mjeri strateške potencijale informacijskog sustava, ljudske potencijale, razinu motivacije i ostvarenja ciljeva. Ideje i poticaji za povećanje učinka i unapređenje procesa morali bi potjecati od zaposlenika koji sudjeluju u internim procesima i u izravnom su kontaktu s kupcima. Pretpostavka za ostvarivanje navedenog je obrazovanje i motivacija zaposlenika, poznavanje vizije sustava, odnosno dugoročnih ciljeva za ostvarivanje vizije. Perspektiva učenja i razvitka unapređuje razvitak učećeg i rastućeg proizvodnog sustava, pa samim tim postavlja najviše zahtjeva za menadžment. U ovoj perspektivi potrebno je identificirati pokazatelje vjernosti i zadovoljstva zaposlenika, zatim motivacije, fleksibilnosti, stalnog učenja i sklonosti za timski rad i orijentiranost na definirane ciljeve.

3.4.4 Metodologija teorije ograničenja

Svaka organizacija ima ograničenja koja se javljaju u mnogim oblicima. Kada proizvodni ili uslužni proces ima ograničeni resurs (npr. nedostatak količine nekog resursa kako bi se zadovoljila tržišna potražnja), tada bi se projekti poboljšanja trebali pridržavati veoma specifičnih pravila [42]. Prema Eliyahu M.Goldratt (1990) pravila su:

1. Identifikacija ograničenja sustava
2. Istraživanje identificiranih ograničenja
3. Usmjeravanje na konkretna ograničenja - rješavanje
4. Uključivanje dodatnih resursa (prema potrebi)
5. Poduzimanje preventivnih aktivnosti na sprečavanju nastanka ograničenja

I ova metodologija u svojoj primjeni koristi procesni pristup, te različite metode i alate. Orijentiranost na podatke i informacije od iznimne je važnosti.

3.4.5 20 ključeva

Metodologija pod nazivom „20 ključeva“ osigurava povećanje konkurentnosti organizacije. Riječ je o programu mjera za stalni razvoj poslovanja koje je razvio Japanac Iwao Kobayashi, a temelji se na Toyotinu proizvodnom sustavu (eng.Toyota Production System).

Metodologija je sveobuhvatna i namijenjena neprekidnom unapređenju poslovanja, gdje se uključuju uglavnom svi zaposlenici organizacije. Sadržaj metodologije prikazan je u tablici br. 3.1.

Pojedinačnom analizom svakog ključa (slika br. 3.11) može se konstatirati usmjerenost na:

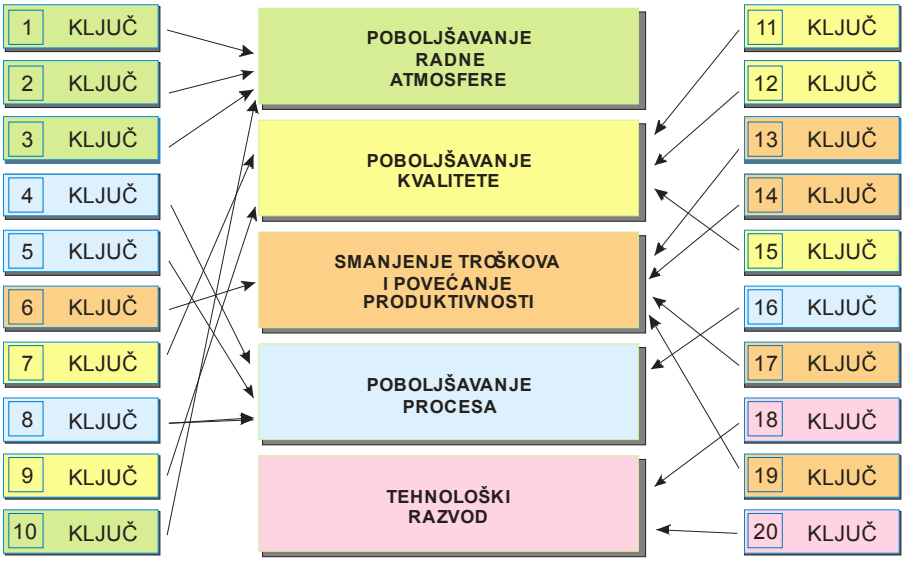
- Poboljšavanje radne atmosfere (ključ br: 1, 2, 3, 10)
- Poboljšavanje kvalitete (ključ br: 7, 9, 11, 12, 15)
- Smanjenje troškova i povećanje proizvodnosti (ključ br; 6, 13, 14, 17,19)
- Unapređenje radnih procesa i nabave (ključ br; 4, 5, 8, 16)
- Tehnološki razvoj (ključ br; 18,20)

Implementiranost svakog ključa na razini tvrtke ocjenjuje se pomoću radar dijagrama koji sadrži pet stupnjeva. Cilj je u svakom ključu dostići stupanj pet. Iskustva o primjeni ove metodologije govore da niti jedna tvrtka u svijetu nije u svih 20 ključeva dosegnula petu razinu.

Tablica br. 3.1 – Prikaz ključeva u metodologiji „20 ključeva“

Redni broj ključa	Naziv ključa
1.	Širenje i organizacija
2.	Racionalizacija sustava i usklađivanje ciljeva
3.	Aktivnosti u radnim grupama
4.	Smanjenje količina na skladištu (eng. Reducing inventory)
5.	Brza promjena/prilagodba akata u proizvodnji (eng. Quick Changeover Technology)
6.	Kaizen proizvodnja
7.	Proizvodnja bez nadgledanja (eng.Zero Monitor Manufacturing)
8.	Spajanje/vezivanje proizvodnje (eng.Coupled Manufacturing/Production)
9.	Održavanje strojeva i alata
10.	Radna disciplina
11.	Osiguranje kvalitete
12.	Razvoj dobavljača
13.	Eliminiranje gubitaka i rasipnosti (eng. waste)
14.	Ovlaštenje zaposlenika za identifikaciju i provođenje poboljšavanja
15.	Svestranost vještina i unakrsna edukacija
16.	Planiranje proizvodnje
17.	Kontrola efikasnosti
18.	Upotreba informacijske tehnologije
19.	Štednja energije i materijala
20.	Vodeća tehnologija i iskoristiva tehnologija

Metodologija u procesima implementacije nailazi na otpor u organizacijama, osobito direktno uključenih zaposlenika. Metoda je sveobuhvatna, ali teško primjenjiva u proizvodnim sustavima, jer je dugotrajna i ne vodi računa o sinergiji pojedinih ključeva.



Slika br. 3.9 – Pojedinačna usmjerenost 20. ključeva

3.4.6 „Lean“ proizvodnja (LP)

Prema [32,78] početni i najraniji oblici „Lean“ proizvodnje potječu iz Japana, odnosno točnije iz Toyote koja je ranih 60-tih godina prošlog stoljeća razvila sustav poboljšavanja proizvodnje, gdje je cilj bio uklanjanje svih suvišnih aktivnosti iz procesa, bilo da se radi o aktivnostima koje ne povećavaju vrijednost proizvoda ili o aktivnostima na proizvodima koje kupac ne želi ili nije spreman platiti. Također, prema [78] pojam „Lean“ proizvodnja dolazi iz SAD-a, odnosno rezultat je analize provedene na institutu Massachusetts Institute of Technology, koja je izvršena za američku automobilsku industriju, u cilju pronalaženja ključa uspjeha japanskih proizvođača.

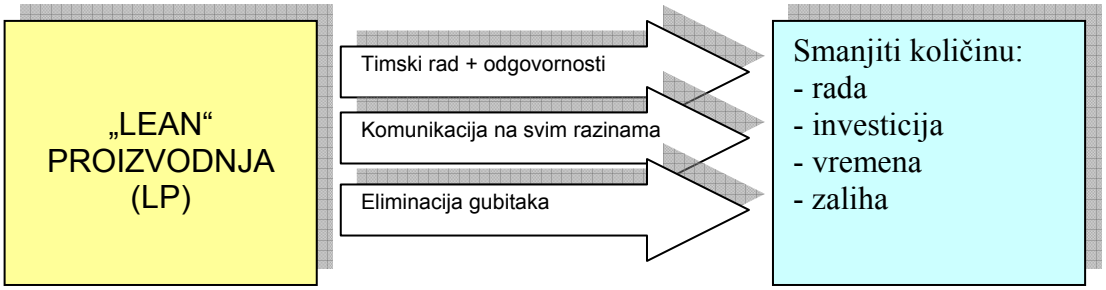
Dugo je „Lean“ proizvodnja značila tipičan oblik japanske proizvodnje, sa svim specifičnostima tog podneblja i mislilo se da se odnosi na masovnu proizvodnju i isključivo proizvodne procese. Međutim, bila je to zabluda, „Lean“ se odnosio i na procese oblikovanja i razvoja, te na ostale procese. Metodologija se zasniva na ideji da se svaki industrijski proces sastoji od „korisnih“ i „nekorisnih“ aktivnosti, da se treba usmjeriti na eliminaciju „nekorisnih“ aktivnosti, te omogućiti nesmetan tijek procesa i posvetiti pozornost zahtjevima kupaca. Koristeći „Lean“ proizvodnju smanjuju se gubici zbog nepotrebnog transporta materijala, suvišnih aktivnosti zaposlenika, čekanja na alate i materijale, pogrešaka u preradi i dr.

„Lean“ proizvodnja znači (slika br. 3.8):

- Manje rada i napora
- Manje proizvodnog prostora
- Manje investicija
- Manje vremena
- Manje alata i zaliha
- Svega manje

Uspjeh je ostvariti proizvodni sustav eliminacijom nepotrebnih aktivnosti koje **ne povećavaju vrijednost**. „Lean“ proizvodnja ima veze i s pojmom **outsourcing** (izmještanje iz proizvodnje funkcija koje nisu bitne za proizvodnju).
Metodologija je koncipirana tako da se njom planira i upravlja po etapama, neophodnim za realizaciju definiranih ciljeva proizvodnog sustava. Pri tom je potrebno osigurati:

- povezanost i kvalificiranost svih zaposlenika
- ukidanje starih, neprikladnih organizacijskih struktura



Slika br. 3.10 - Značajke „Lean“ proizvodnje

Dosljedna primjena načela „Lean“ proizvodnje dovodi u postojećim proizvodnim sustavima do:

- skraćenja ciklusa proizvodnje
- smanjenja vezivanja kapitala

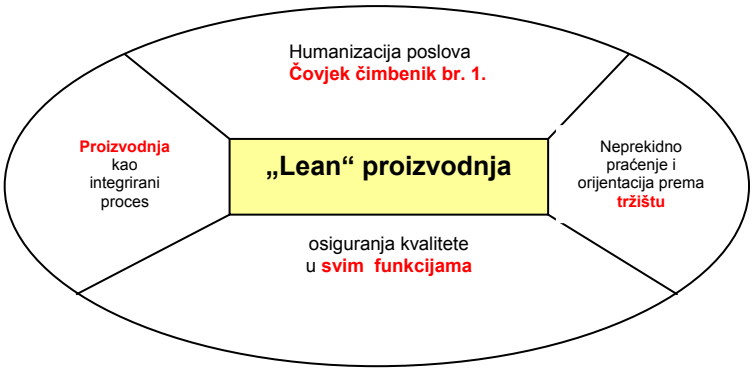
- smanjenja potrebnog broja zaposlenika u svim procesima sustava.

Tablica broj 3.2 prikazuje usporedbu „Lean“ proizvodnje i tradicionalnog pristupa.

Tablica br. 3.2 – Usporedba tradicionalnog pristupa i „Lean“ proizvodnje

Red. br.	Element usporedbe	„Lean“ proizvodnja	Tradicionalni oblik
1.	Poslovni ciljevi	Ciljevi proizlaze iz zahtjeva kupaca i poslovne strategije	Biti bolji od konkurencije
2.	Usmjerenost rukovođenja	Na preventivnom djelovanju i sprečavanju problema	Na rješavanje problema
3.	Prioriteti u poslovanju	Skraćivanje ciklusa proizvodnje, smanjivanje vezivanja kapitala i smanjivanje potrebnog broja zaposlenika u procesima	Rezultati
4.	Procedure rada u procesima	Dinamične	Statične
5.	Gledanje na zaposlenike	Najveće bogatstvo – izvor potencijala i mogućnosti organizacije	Kao trošak
6.	Strojevi i oprema	Vrlo fleksibilna	Skupa i specijalizirana
7.	Pristup rješavanju problema	„Koje je rješenje?“	„Tko je kriv?“

„Lean“ proizvodnja se može prikazati kao skup pojedinačnih cjelina, načela i mjera (slika br. 3.8), koje objedinjene daju djelotvoran oblik neprekinutog lanca u stvaranju nove vrijednosti. Njeni segmenti su prikazani na slici br. 3.9.



Slika br. 3.11 – Segmenti „„Lean““ proizvodnje

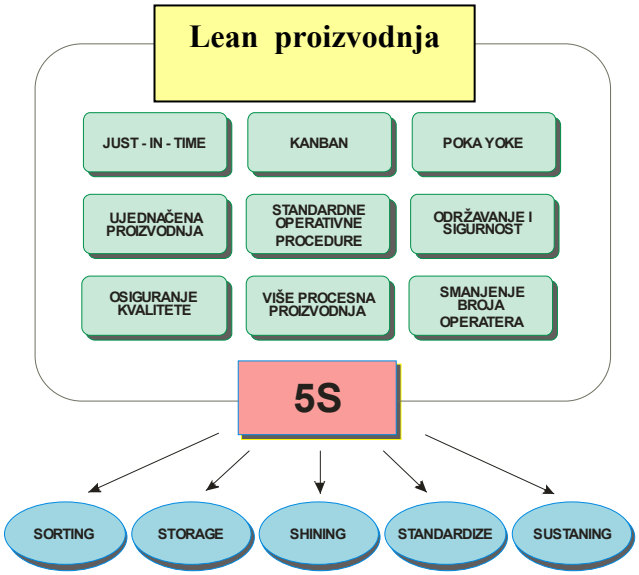
Temelji „Lean“ proizvodnje su svijest zaposlenika i primjena metode 5S (**S**eiri –organizacija, **S**eiton – urednost, **S**eiso – čistoća, **S**eiketsu – normizacija, **S**hitsuke – disciplina). Metoda 5S smatra se dijelom elementarne radne kulture, bez koje se ne može kvalitetno odvijati nijedan proces. Naziv se sastoji od prvih slova japanskih riječi koje označavaju neophodne preduvjete za dobro funkcioniranje procesa i poduzimanje mjera njihovih poboljšavanja.

Osnovne karakteristike ove metodologije mogu se prikazati kroz:

- Dosljednu primjenu principa „Pravovremeno“ (eng. Just in Time)
- Dosljednu primjenu principa „Kanbana“
- Dosljednu primjenu principa „Poka Yoke“

- Razvoj i konstrukciju prema zahtjevima obrade, montaže, recikliranja i kontrole
- Potpunu odgovornost isporučitelja za vrijeme i kvalitetu isporučene robe
- Potpuno poštivanje rokova kod svih sudionika u procesima
- Pravovremene odluke - uraditi sam ili kupiti (eng. make or buy)
- Pravilnu predodžbu o kapacitetima vlastite proizvodnje
- Pravovremene informacije s tržišta
- Proizvodnju bez zastoja
- Korištenje standardnih operativnih procedura
- Ujednačenost proizvodnje
- Višeprocesnu proizvodnju
- Racionalnost na radnim mjestima
- Primjenu vizualne kontrole i osiguranje kvalitete
- Razvoj odnosa s kupcima i dobavljačima na partnerskim principima
- Posebnu pozornost kvaliteti proizvoda i stalnom poboljšavanju
- Primjenu alata i metoda za organiziranje proizvodnje i provođenje poboljšavanja

Pojašnjenje ove metodologije možda su nabolje prikazali Womack i Jones u svojoj knjizi [78] „Lean“ Thinking. Slika br. 3.12 ilustrativno prikazuje ovu metodologiju



Slika br. 3.12 – Elementi „„Lean““ proizvodnje

3.4.7 „Šest sigma“ metodologija

Kako ostvariti što bolju kvalitetu proizvoda uz što manje troškove, pitanje je koje postavljaju sve organizacije. Jedan od mogućih načina, koji danas ima sve više pobornika je primjena 6σ metodologije.
To je poslovna metodologija, čiji je cilj skoro potpuno eliminiranje grešaka u svakom proizvodu, uslužnom i proizvodnom procesu. Prvi put je primijenjena u Motoroli s ciljem smanjenja grešaka u proizvodnji elektronskih komponenata i uređaja. Iako je originalna metodologija usmjerena na proizvodne procese, danas se primjenjuje i u procesima vezanim za marketing, nabavu, financije, servis, itd.

Danas je opće prihvaćen stav da je 6σ zapravo poslovna filozofija čiji je cilj da se kontinuiranim poboljšavanjem procesa, prvenstveno kroz smanjenje varijacija, smanje ukupni troškovi poslovanja. Uz intenzivnu primjenu „statističkih alata“ druga važna komponenta 6σ metodologije je fokusiranost na kupca, odnosno njegovo zadovoljstvo. Možda najbolja

definicija 6σ, koja se nalazi na Internet stranici „Motorola University“ definira 6σ kao kombinaciju metrike, metodologije i sustava upravljanja.

Kako je već navedeno 6σ je metodologija koja se bavi poboljšavanjem poslovnih procesa u skladu sa zahtjevima kupaca. Na osnovi zahtjeva kupca definiraju se projektni zadaci s ciljem poboljšavanja konkretnog procesa. Projekti se realiziraju kroz pet faza: definiranje, mjerenje, analiza, poboljšavanje i kontrola.

Za potpuno iskorištenje potencijala 6σ metodologije važno je osigurati potrebne resurse, povezati pojedinačne projekte sa strateškim ciljevima tvrtke, te motivirati sve zaposlenike za podršku novoj metodologiji. Potrebni resursi odnose se prvenstveno na osiguranje zaposlenika koji će biti nositelji ključnih uloga u 6σ metodologiji.

U statističkom pogledu 6σ znači 3,4 greške na milijun mogućnosti (eng. DMPO – defects per milion oportunities), gdje sigma predstavlja varijaciju u odnosu na srednju vrijednost procesa.

U poslovnom smislu 6σ se definira kao: „poslovna strategija koja se koristi za poboljšavanje poslovne profitabilnosti, eliminiranjem grešaka, smanjenjem troškova i poboljšavanjem efektivnosti i efikasnosti svih operacija tako što ispunjavaju potrebe i očekivanja kupaca“ [42].

Ključni faktori uspjeha u primjeni 6σ su:

- Uključivanje i potpuna opredijeljenost menadžmenta – kontinuirana podrška, entuzijazam i aktivno uključivanje najvišeg menadžmenta u projekte 6σ
- Kulturne promjene – 6σ predstavlja novu strategiju menadžmenta u organizacijama
- Komunikacije – Interne i eksterne komunikacije moraju biti točno definirane
- Organizaciona infrastruktura – timski rad je osnova metodologije
- Edukacija – najvažniji faktor uspješne primjene 6σ
- Veza s poslovnom strategijom – cilj projekata 6σ je poboljšavanje procesa i proizvoda s konkretnim financijskim i operativnim efektima
- Veza s kupcima – kod primjene ove metodologije sve počinje i završava zbog kupca
- Veza s ljudskim potencijalom u tvrtki – za uspjeh projekta potrebno je angažiranje svih zaposlenika koji moraju prepoznati svoj interes (nagrađivanje prema rezultatima projekata)
- Veza s dobavljačima – najbolji način za smanjenje troškova i varijacija u kvaliteti proizvoda je da se dobavljači prate i odabiru na osnovu pravilno definiranih kriterija i mjerila, a čiji proizvodi imaju kvalitetu na razini 6σ
- Primjena tehnika i alata – u svim fazama primjene ove metodologije koriste se konkretne tehnike
- Projektni pristup rješavanju problema – sve se realizira kroz projekte koji ne smiju biti komplicirani i koji traju od 3 do 6 mjeseci. Projekti 6σ imaju najviši prioritet, a biraju se na osnovu kriterija visine ušteda, zadovoljstva kupaca i poboljšanja kvalitete proizvoda. Projekti se ne određuju bez reda, već se unaprijed definiraju područja gdje su potrebna poboljšanja. Top menadžment definira strateške okvire, što znači da određuje područja u kojima su potrebna poboljšanja. Međutim, o suštini stvarnih problema u određenim procesima najviše znaju zaposlenici koji svakodnevno obavljaju poslove u procesima.

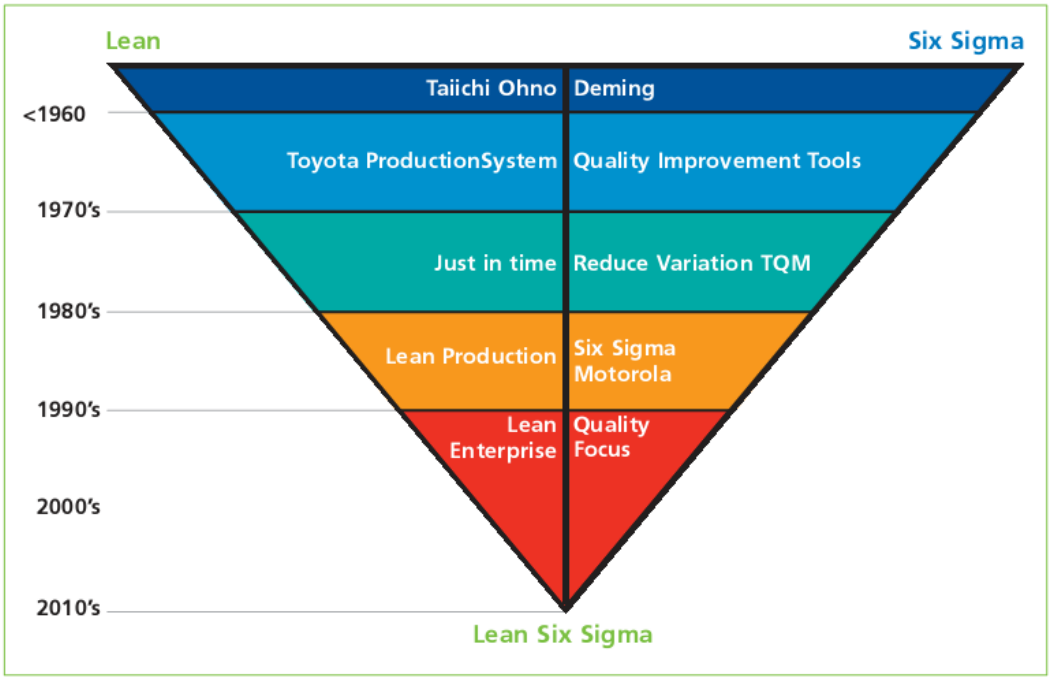
3.4.8 „Lean Six Sigma“

„Lean Six Sigma“ je metodologija koja se zadnjih godina najviše spominje u stručnoj literaturi, a odnosi se na postupke poboljšavanja integriranjem metodologije „Lean“ i 6σ.

„Lean“ je pristup koji traži poboljšanje protoka „vrijednosti“ (materijala, pozicija,poluproizvoda proizvoda, informacija) i eliminiranje gubitaka na brz način.
6σ koristi metodologiju (DMAIC) i „statističke alate“ da otkrije ključne uzroke, kako bi se razumjele i smanjile varijacije. Drugim riječima, kako bi se radilo ispravno, bez grešaka.
Kombinacija Lean i 6σ rezultira značajnom filozofijom poboljšanja, koja objedinjuje snagu alata (kako bi se riješio problem) i kreira brza transformacijska poboljšanja za smanjenje troškova. Suština je u optimalnoj kombinaciji ova dva pristupa. Kada je utvrđen optimalan tijek „vrijednosti“, „Lean“ ideja se fokusira na prepoznavanje i određivanje dodane „vrijednosti“, a zatim se koriste 6σ alati koji pomažu razumjeti i smanjiti varijacije,
Slika br. 3.13 prikazuje povijesni razvoj „Lean“ i 6σ.

„Lean“ principe je razvila Toyota kreirajući Toyota proizvodni sistem (eng. Toyota Production System). Toyota je razvila „Lean“ pedesetih godina, baziran na radu Frederick Taylor i W.Edwards Deming, dvojice industrijskih inženjera. (Opaska, Toyota ne koristi riječ „Lean“, već Toyota Production System). Evolucija „Lean“ je prikazana u tablici br.3.3.

„Lean“ je strategija usmjerena na promjene i razvoj. „Lean“ znači:“koristi manje da bi postigao više“ pomoću „određivanja vrijednosti svakog danog procesa tako da se utvrdi razlika između postupaka koji stvaraju i postupaka koji ne stvaraju dodanu vrijednost i eliminiranja gubitaka, s krajnjim ciljem da svaki postupak dodaje vrijednost u proces“ [85].



Slika br. 3.13 – Povijesni razvoj i integriranje „Lean-a“ i „Six Sigme“ u „Lean Six Sigma“ (izvor: enquiries@institute.nhs.uk)

„Lean“ se fokusira na rad, a iz definicije strategije proizlazi: fokusirati se na rad, učiti iz rada i poboljšavati. Nerazumijevanje „Lean“-a i izolirano korištenje samo alata dovodi do toga da „Lean“ postaje samo sredstvo za smanjivanje troškova.

Korijeni 6σ kao mjernog standarda datiraju od Carl Frederick Gauss-a (1777-1855) koji je uveo teoriju normalne razdiobe. Six Sigma kao mjerni standard za varijaciju proizvoda datira od 1920., kada je Walter Shewart pokazao da 3σ predstavlja točku u kojoj proces zahtijeva korekcije.

Tablica br. 3.3 - Evolucija „Lean“ pristupa (izvor: enquiries@institute.nhs.uk)

1980-90 Začetak i usmjerenje	Sredina 90-tih Preferiranje prodaje	Od sredine 90-tih do 1999 Tijek vrijednosti	2000+ Sistem vrijednosti
Strogo propisan pristup, baziran na alatima, promovira alate koje koriste Toyota i drugi	Strogo propisan, maksimalno praktičan pristup, fokusiran na kvalitetu	„Lean“ principi prikaza tijekova vrijednosti (Value stream mapping). To je koncept „Lean“ poduzeća s fokusom na kvalitetu, trošak i isporuku. Koncept „najbolji put“ još uvijek ističe „što Toyota radi?“	Mogućnost uvažavanja zahtjeva kupaca, implementacije politike, veličine, industrije, tehnologije, fokusirajući se na postizanje određenog nivoa sposobnosti i integriranosti procesa

„Lean“ i 6σ su metodologije poboljšanja bazirane na procesima. Obje su razvijene u proizvodnim okruženjima. Obje su dokazale svoju efikasnost. Trenutačni trendovi pokazuju da integriranje najboljih elemenata obje metodologije može pomoći proizvodnim organizacijama.

Koje su prednosti integriranja „Lean“ i 6σ?
Integriranje „Lean“ i 6σ predstavlja dobitnu kombinaciju. Filozofija „Lean“ promovira strategiju i kreira okruženje za poboljšanje protoka i eliminiranje gubitaka. Odabrani zaposlenici rade na kontinuiranom poboljšanju, kako bi realizirali mogućnosti za stvaranje dodane vrijednosti, koje inače ne bi bile prepoznate. 6σ pomaže kvantifikaciji problema, stvara bazu podataka na kojoj se temelje odluke, pomaže razumijevanju i smanjivanju varijacija, te identifikaciji ključnih uzroka varijacija, kako bi se pronašla održiva rješenja. Nadalje, kvantificira financijske koristi i uštede. Ovo pomaže fokusiranju napora na područja, koja nude najviše potencijala za poboljšavanje.
Kombinacija „Lean“ i 6σ nudi filozofiju i efikasne alate za rješavanje problema, kreira brzo poboljšanje koje rezultira smanjivanjem troškova. Potencijalno, ovo povećava produktivnost, poboljšava kvalitetu, smanjuje troškove, povećava brzinu, stvara sigurnije okruženje za kupce i zaposlenike.

Po čemu se razlikuju „Lean“ i 6σ ?

Iako su i „Lean“ i 6σ metodologije poboljšanja, detaljnijim istraživanjem uočavaju se suprotni aspekti ovih dvaju pristupa.
„Lean“ se često definira kao efikasan pristup, koji se fokusira na poboljšanje protoka „vrijednosti“ i smanjenje gubitaka. Međutim, „Lean“ je više od toga. „Lean“ je filozofija, ne jednostavan pristup eliminaciji gubitaka. „Lean“ je više od epizodnih Kaizen događaja (brza i stalna poboljšanja). Promovira pristup kontinuiranog poboljšanja.
„Lean“ postavlja pitanje: „Zašto ovaj proces uopće postoji? Koja je njegova vrijednost i značaj u cjelokupnom protoku vrijednosti?“

Za razliku od „Lean“, 6σ se često smatra efikasnim pristupom koji se fokusira na uklanjanje grešaka i smanjenje varijacija. Najbolje djeluje u okruženju gdje ima varijacija. 6σ starta sa „Kako možemo poboljšati ovaj proces?“, 6σ ne pita „Zašto ovaj proces uopće postoji?“.
6σ nije samo statistika, već integrira iskustvo, povijest, budućnost i podatke da bi se donijela odluka. 6σ projekti mogu trajati satima ili mjesecima. Metodologija nije namijenjena rješavanju svakog problema u određenom vremenskom razdoblju, ali djeluje tako da projekti ne traju duže nego je potrebno.

U tablici br. 3.4 je navedeno zašto „Lean“ i 6σ trebaju jedna drugu.

Tablica br. 3.4 sumira razlike i sličnosti 6σ i „Lean“ pristupa. Također ova dva pristupa slijede različite metodologije u realizaciji konkretnih problema, tablica br.3.5.

Tablica 3.4 - Zašto „Lean“ i 6σ trebaju jedna drugu

„Lean“ treba 6σ zbog:	**6σ treba „Lean“ zbog:**
„Lean“ ne opisuje eksplicitno realizaciju projekta i uloge potrebne za postizanje i održavanje rezultata	Identificira uštede. 6σ optimizira procese. („Lean“ primjenjuje sistemski pristup)
Koristi niz alata za razumijevanje problema i izvora varijacija	Povećava brzinu procesa/vrijeme obrtaja
„Lean“ ne prepoznaje učinak varijacije	Uključuje metode za brzu akciju (Kaizen)
„Lean“ nije tako jaka u mjerenju i analizi faza DMAIC-a	6σ kvaliteta se postiže brže ako „Lean“ eliminira postupke koji ne donose dodanu vrijednost

Tablica br. 3.4 – Razlike i sličnosti metodologija Lean i 6σ

Karakteristike metodologija	**Metodologija**	
	„Lean“	**6σ**
Teorija	Smanjenje gubitaka	Smanjenje varijacija
Vodič za primjenu	Identifikacija vrijednosti Identifikacija protoka vrijednosti Protočnost Privlačnost proizvoda Perfekcija	Definiranje Mjerenje Analiza Primjena Kontrola
Fokus	Protočnost	Problem
Pretpostavke	Uklanjanje gubitaka će poboljšati karakteristike. Mnogo malih poboljšanja bolje je nego analiza sistema.	Postoji problem ! Valoriziran je slikom i brojkama. Izlaz sistema se poboljšava, ako se smanjuju varijacije u svim procesima.
Primarni efekt	Smanjenje vremena protoka	Unificiranje izlaza iz procesa
Sekundarni efekti	Manje varijacija Unificiranje izlaza Manje inventara Novi sistem obračuna Mjerenje protočnosti Poboljšanje kvalitete	Manje gubitaka Brza propusnost Manje inventara Mjerenje varijacija Poboljšanje kvalitete
Kritike	Nema vrednovanja pomoću statističkih i sistemski analiza	Ne uzima se u obzir interakcija unutar sistema ! Procesi se poboljšavaju nezavisno !

Tablica br. 3.5 - Dvije metodologije slijede različite pristupe

„Lean“	**6σ**
Specificiraj vrijednost Što je tu važno s aspekta kupca ?	Definiraj Što je važno ?
Identificiraj protok vrijednosti Kakav je cjelokupan protok vrijednosti ?	Izmjeri Kako se radi ?
Protočnost Kako će materijal i informacije „teći“ kroz proces?	Analiziraj Što je pogrešno?
Privlačnost proizvoda Kako ćemo postići da proizvodi privlače kupce, a ne da ih guramo kupcima?	Poboljšaj Što je potrebno učiniti ?
Perfekcija Kako možemo optimizirati naše procese?	Kontroliraj i upravljaj Kako će se održati poboljšanja ?

4. TEMELJNA OBILJEŽJA 6σ METODOLOGIJE

4.1 Kratki opis i cilj poglavlja

U prethodnom poglavlju „Šest sigma“ se prikazuje kao metodologija poboljšavanja kvalitete proizvoda i poslovnih procesa, izrasla na temeljima statističkih alata, u posljednjih nekoliko godina široko prihvaćena i primjenjivana. U tvrtkama koje su je implementirale rezultati su impozantni. Primjena 6σ metodologije nezadrživo raste u Americi i Europi, a širi se zajedno s područjima djelovanja velikih kompanija i na ostale kontinente. Postavlja se logično pitanje: “Da li je moguća prilagodba navedene metodologije u malim proizvodnim sustavima kojima se odlikuje hrvatsko gospodarstvo?“. Tražeći odgovor na ovo pitanje potrebno se detaljnije upoznati s temeljnim obilježjima 6σ metodologije, što u konkretnom slučaju znači:

- Točno definirati pojam 6σ
- Pojasniti temeljne elemente metodologije
- Odrediti statističku definiciju 6σ metodologije
- Definirati način primjene
- Analizirati strukturu 6σ metodologije

4.2 Počela 6σ metodologije

Prije detaljnijeg opisa metodologije, dobro se podsjetiti samih početaka. Bill Smith, inženjer za pouzdanost u Motoroli, smatra se tvorcem 6σ metodologije. Ideju je uspio „prodati“ legendarnom predsjedniku Motorole Robertu Galvinu koji je tražio razloge neprekidnog poraza pred konkurencijom, koja je uspijevala proizvoditi kvalitetnije proizvode s manjim troškovima. Nekako u isto vrijeme Japanci su preuzeli jednu Motorolinu tvrtku koja je proizvodila televizore u SAD-u. U kratkom vremenu uspjeli su proizvoditi televizore s 20 puta manje grešaka nego je to bilo pod Motorolinim upravljanjem. Zadivljuje činjenica da je to postignuto istom radnom snagom, istim strojevima i tehnologijom. Uvjerenje predsjednika Galvina „ako to mogu Japanci, možemo i mi“ značilo je okrenuti se novim filozofijama i pristupima.

Sredinom 80-tih godina započela je sveobuhvatna metodologija za poboljšanje kvalitete u Motoroli. Temeljila se na metodologiji „Šest sigma“, a punu afirmaciju doživijela je 1988. godine.

Iako je uvođenje 6σ metodologije u Motoroli inicirano krizom izazvanom jakom konkurencijom, nedovoljnom kvalitetom proizvoda i usluga, te visokim troškovima, menadžment je uspio pridobiti zaposlenike i motivirati ih za primjenu metodologije. Rezultat su brojke koje je Motorola objavila:

- Povećanje dobiti od 15 milijardi dolara tijekom prvih 10 godina primjene 6σ metodologije
- U periodu od 1987. do 1997. godine prodaja je rasla po stopi od 17% godišnje, dobit 17,2%, a vrijednost dionica 16,6% godišnje
- Troškovi loše kvalitete po jedinici proizvoda smanjeni su za više od 84%
- Proizvodnost je porasla za 204% (prosječno 12,3% godišnje)

Za svoj uspjeh Motorola je 1995. godine primila prestižnu nagradu za kvalitetu (Malcolm Baldrige Quality Award). Sukladno obvezama dobitnika nagrade, prema propozicijama MBQA, tajnu svog uspjeha Motorola je podijelila s drugim američkim i svjetskim tvrtkama.

Postoje i drugi zadivljujući rezultati o primjeni 6σ metodologije. Tako je tvrtka Allied Signal (Honeywell) ukazala na efekt od 800 milijuna dolara, ostvaren u razdoblju od 1995. do 1997. godine zahvaljujući usavršavanju po 6σ metodologiji, a osim toga je za 16% smanjeno vrijeme potrebno za uvođenje novih proizvoda na tržište.

General Electric (GE) iznosi podatke da je 6σ metodologija tijekom 1997. godine tvrtci donijela prihod od 300 milijuna dolara, a u 1998. godini osigurao uštede veće od 1 milijarde dolara (mada se najavljivalo i očekivalo oko 600 milijuna dolara). O tome koliko je 6σ postala važna za GE najbolje govori izjava dugogodišnjeg izvršnog direktora čuvenog Jack Welcha: „*Ovo je najvažnija inicijativa koja je ikada pokrenuta u ovoj kompaniji. Ona će zauvijek fundamentalno promijeniti našu tvrtku*“ [12]. Jack Welch je napisao u godišnjem izvješću da je u samo 3 godine zbog 6σ kompanija uštedjela više od 2 milijarde dolara [46]. Poznata je njegova izjava u svezi primjene 6σ metodologije: „ *Mi nismo izumili Šest sigmu – mi smo je naučili. Konačan utjecaj na rezultate kompanije nije slučajnost, ni produkt tabela, već rezultat rada 276.000 ljudi koji su izvršili i dali rezultat Šest sigme našem konačnom ishodu*“.

Nakon Motorole i GE slijedile su i druge velike kompanije s primjenom metodologije, kao što su **ABB, Bombardier, Lockheed Martin, IBM, Kodak, Volvo, Nokia** i dr. Kod svih njih 6σ je stvorila impresivne brojke. Ali dostići te brojke nije lako. Treba mnogo organizacijskog truda i znanja menadžmenta.To znači imati mogućnost dati kupcu i korisniku što želi i kad poželi, te prepoznati njegove zahtjeve, potrebe i očekivanja. S druge strane, to znači osigurati zaposlenicima vrijeme za izobrazbu i rad na projektima. U narednim poglavljima vidjet će se da 6σ ima svoju strukturu, metodologiju, principe, te da njegova uspješna primjena zahtijeva mnogo preduvjeta, snažnu motivaciju i želju za uspjehom. Za ilustraciju se navode još neki primjeri uspješne primjene 6σ metodologije.

Ford Motor Company je u 2001. godini imao gubitke od 2,19 milijardi dolara, a sa 6σ metodologijom došao je do gubitaka od samo 731 milijun dolara već u 2003. godini.
Johnson Controls je počeo s inicijativom primjene 6σ metodologije u 2000. godini. Postigli su sljedeće uspjehe:

- U procesu montaže automobilskih akumulatora (tvrtka Toledo – Ohio) smanjen je broj nesukladnih proizvoda za 70%
- U operacijama montaže sklapanja kabina vozila (tvrtka Holland – Michigen) troškovi su se smanjili za 800.000 dolara godišnje
- Promjene u dizajnu i postupku projektiranja ostvarile su uštede od 1,7 milijun dolara godišnje

- Ostvarene uštede kroz poslovanje s alatima i napravama iznosile su 943.000 dolara godišnje

Radio Raytheon u telekomunikacijama je s metodologijom 6σ došao do optimizacije i ušteda od 3,3 milijuna dolara, eliminirao 2,5 milijuna gubitaka preko poboljšanja procesa, smanjio budžet za telekomunikacije za 8%.
Premier I Jet u proizvodnji dijelova za zrakoplove ostvario je također primjenom 6σ metodologije zadivljujuće rezultate, kao na primjer:

- Povećanje proizvodnosti za 51%
- Smanjenje neispravnosti i dorade za 74%
- Skraćivanje vremena čekanja za 90%
- Tvrtka unutar kompanije (Navair-Naval Air Systems Command) uštedjela je 4 milijuna dolara godišnje
- Tvrtka unutar kompanije (W.R.Grace Co) povećala je proizvodnost što je dovelo do dobiti od 80 milijuna dolara.
- Tvrtka unutar kompanije (Haker Aircraft) je primjenom metodologije povećala obrtaj novca za 27,5 milijuna dolara, ostvarila neto povećanje dobiti od 2 milijuna dolara, znatno unaprijedila odnose s kupcima, te izobrazbu svojih zaposlenika.

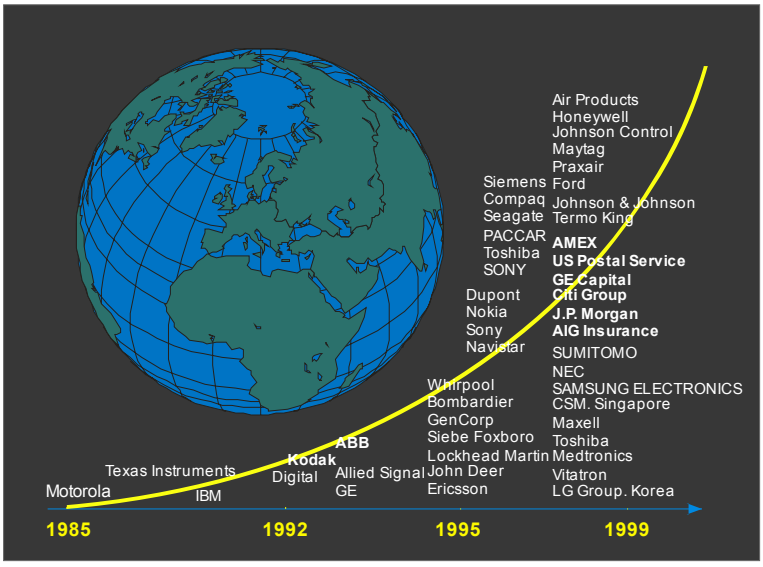
U.S. Army Special Operations Forces Demolition Kit (SOFDK) je primjenom 6σ programa smanjio troškove proizvodnje za 20%, uštedio 3,4 milijuna dolara, smanjio vremena čekanja u procesima za 73%, smanjio broj mjesta na kojima se donose odluke za 45%.

Dow Chemical Company uštedio je više od 500.000 dolara za svaki projekt u okviru lanca opskrbe. Od 1992. do 2004. godine proizvodnost zaposlenih je rasla za više od 8% godišnje.

Du Pont je primjenom 6σ metodologije od 1998. do 2002. godine ostvario povećanje dobiti za 1,6 milijardi dolara uz dodatno smanjenje utjecaja svojih značajnih aspekata okoliša.

Gradska uprava **Fort Wayne** je koristeći 6σ metodologiju u raznim odjelima i službama te projektima, postigla uštede i smanjila nepotrebne troškove za više od 3 milijuna dolara.

Slika br. 4.1 ilustrira opću tendenciju prihvaćanja i primjene 6σ metodologije.



Slika br. 4.1 – Prihvaćenost 6σ metodologije u svjetskim kompanijama [80]

Na stvaranje 6σ metodologije sigurno je ostavio traga i Deming. U svojim predavanjima i intervjuima stalno je isticao i naglašavao kako je došlo vrijeme primjene nove „religije“ u Americi u smislu kvalitete. Stalno je isticao: „Ako Japan može, zašto mi ne možemo?“. U tom kontekstu može se reći da su Amerikanci zaista uspjeli. Odgovorili su Japancima s metodologijom poboljšanja na originalan američki način. Može se kazati da je to bio definitivni povratak statistike u gospodarstvo zapadnih zemalja.

Povratak „statističkih“ tehnika u gospodarstvo Zapada definitivno je tu. S tim se slažu svi koji razumiju njihovu ulogu i značaj. Ako i ima dilema oko primjene „Šest sigma“, one se odnose samo na realizaciju „Šest sigma“. Rješenje je svakako u procesima poboljšanja kvalitete i novim strategijama poslovanja koje kvalitetu proizvoda i procesa stavljaju u prvi plan.

4.3 Što je „Šest sigma“?

„Šest sigma“ se usredotočuje na tri područja [46]:

- *Poboljšavanje zadovoljstva kupaca*
- *Smanjenje ciklusa vremena (cycle time)*
- *Smanjenje grešaka na proizvodima ili uslugama*

Poboljšavanje ova tri područja obično donosi velike uštede poduzećima, zadržavanje postojećih zadovoljnih kupaca, osvajanje novih tržišta, izgradnju ugleda poduzeća, te sigurnog i kvalitetnog proizvoda.

Važno je razumjeti da 6σ metodologija nema samo za cilj poboljšavanje kvalitete proizvoda već i povećanje profita, odnosno „bolje poslovanje“ u poduzećima. Ovakvi ciljevi zahtijevaju više od malih postupnih poboljšanja. Naime, zahtijevaju se značajna poboljšavanja i napredak u svim procesima poduzeća. U statističkom smislu, postignuti 6σ, znači da će procesi i proizvodi raditi, odnosno biti (skoro) bez poremećaja, odnosno greške.

Pravi smisao 6σ metodologije ide dalje od statistike. 6σ je potpuna posvećenost menadžmenta filozofiji savršenstva, fokusiranje na kupca, poboljšavanje procesa i korištenje mjerenja umjesto osjećaja. Metodologija treba prilagoditi sve procese i cijelo poduzeće zahtjevima, potrebama i očekivanjima kupaca, odnosno korisnika proizvoda, kako bi sve zainteresirane strane imale koristi (kupci, dioničari, djelatnici, investitori, društvena zajednica i dr.)

Nakon ovih konstatacija može se postaviti logičko pitanje. Što čini 6σ drugačijom od drugih metodologija kvalitete? Odgovor proizlazi iz područja djelovanja metodologije. Može se reći da tri karakteristike razlikuju 6σ od drugih metodologija kvalitete, i to:

1. 6σ *se fokusira na kupca*. To znači, skoro opsjednutost idejom da su kupčevi zahtjevi, potrebe i očekivanja primarni u svim procesima i situacijama, što daje snagu pothvatu poboljšavanja. Cilj je oduševiti kupca proizvodom, ali i nakon ispunjenja tog cilja ne smije se stati. Izreka Willa Rogersa kaže: „*Iako si na dobrom putu, netko će te pregaziti ako stojiš na mjestu.“.*

2. *Discipliniran i strukturiran pristup u korištenju statističkih alata i tehnika*. Osnova 6σ metodologije koja je razlikuje od drugih metodologija je mjerljivost.

Rješavanje problema, odnosno projekta nezamislivo je i nemoguće bez stvarne primjene statistike.

3. 6σ *osigurava brz povrat investicije.* Ova konstatacija se potvrđuje na primjerima kompanija navedenih u prethodnoj točci.

4. 6σ *mijenja način rada menadžmenta.* Svi se u poduzeću uče novom načinu razmišljanja, planiranju i izvršavanju kako bi ostvarili definirane ciljeve.

Proučavajući pojam i definiciju 6σ metodologije nailazi se na različita tumačenja i interpretacije, zavisno od konteksta u kojem se upotrebljava. Tako se o 6σ metodologiji govori kao o:

a) upravljačkoj filozofiji u organizacijama,
b) statističkoj metodologiji,
c) procesu i
d) postupcima poboljšavanja.

a) 6σ kao upravljačka filozofija

To je pristup orijentiran prema kupcima i korisnicima proizvoda (eng. customer based approach) koji zastupa činjenicu da nesukladnosti i reklamacije na proizvodima stvaraju visoke troškove i probleme. Minimalni troškovi proizvodnje i stvaranje visoke dodatne vrijednosti najbolji su i najkonkurentniji načini za ostvarivanje dobrih poslovnih rezultata. 6σ otkriva i eliminira troškove koji ne koriste kupcima, troškove rasipanja. To potvrđuju sljedeće teze:

- 6σ metodologija je unapređenje poslovanja zasnovano na pronalaženju i eliminaciji grešaka i uzroka pojave grešaka ili defekata u procesima, usmjeravajući pozornost na izlazne parametre bitne kupcima (korisnicima) ili tvrtci.
- Temeljna svrha 6σ metodologije je zadovoljstvo kupca - korisnika uz neprestano poboljšavanje kvalitete.

b) 6σ kao statistička metodologija

To je pristup koji 6σ metodologiju definira kao isključivo statističku metodologiju. Uglavnom sve definicije se orijentiraju na to da 6σ metodologija osigurava manje od 3,4 greške na milijun mogućnosti. To potvrđuje sljedeće teze:

- S tehničkog gledišta snaga 6σ metodologije ogleda se u vidu varijacija procesa, odnosno u broju defekata na milijun mogućnosti (Tadikamala 1994).
- 6σ je metoda za osiguranje kvalitete koja uz pomoć statističkog mjerenja postiže 3,4 defektna proizvoda na milijun mogućnosti – stvarna eliminacija grešaka (Murphy, 1998.).
- Omogućuje samo 3,4 greške na milijun mogućnosti, što je toliko blizu perfekciji. Pri tom greška može biti bilo što, od greške na proizvodu do greške na računu kupcu (Paul, 1999.).
- To je metodologija koja smanjuje mogućnost defekata s razine 3 sigma ili 66.800 grešaka na milijun na razinu 6 sigma, odnosno na 4 greške na milijun mogućnosti (Bolze, 1998, GE Harris Corporation).
- 6σ metodologija je metodološki strukturirana primjena statističkih i drugih metoda i tehnika za poboljšavanje procesa i postizanje boljih rezultata brže i jeftinije od konkurencije

c) 6σ kao proces

Ovaj pristup se usmjerava na implementaciju 6σ metodologije. Kaže da implementiranje „Šest sigma“ upravljačke filozofije i dostizanje razine od 3,4 ppm (pert per milion) grešaka ili manje predstavlja svojevrstan proces. Prema ovom pristupu 6σ metodologija treba biti definirana, mjerena, analizirana, poboljšavana i kontrolirana. To potvrđuju sljedeće teze:

- 6σ je formalno metodologija za mjerenje, analiziranje, poboljšavanje i kontroliranje procesa (Bolze, 1998, GE Harris Corporation).
- To je poslovna strategija čiji je cilj skoro potpuna eliminacija nesukladnosti (grešaka) u svakom proizvodu, uslužnom i transakcijskom procesu.

d) 6σ kao postupak poboljšavanja

6σ metodologija temelji se na filozofiji postizanja razine izvrsnosti poslovnih procesa (proizvodnih, administrativnih, logističkih, razvojnih ili drugih) radi otklanjanja grešaka u poslovnim procesima, obavljanja poslovnih procesa uz što manji broj poremećaja i poboljšanog funkcioniranja poslovnih procesa sa svrhom povećanja sposobnosti.

Teško se prikloniti samo jednom od navedena četiri pristupa definiranju pojma 6σ, zato jer je 6σ metodologija istovremeno, sve gore navedeno. Upravljačka je funkcija koja proizvođačima govori što kupci od njih očekuju u pogledu kvalitete proizvoda. Djeluje kao metodologija koja se upotrebljava za promjene procesa i kulture organizacije, te tako omogućuje ostvarivanje dobiti i dodane vrijednosti. Za poboljšavanje 6σ metodologija koristi sve najbolje iz postojećeg upravljanja kvalitetom (Total Quality Management), zajedno sa statističkom kontrolom i mjerenjem procesa (Statistical process Control and Measurement), snažno orijentiran na korisnika ili kupca (Customer Focus).

U ovom se radu pod pojmom 6σ podrazumijeva metodologija usmjerena na eliminaciju nesukladnosti primjenom različitih „alata“, projektno organizirana i usmjerena na kontinuirano poboljšavanje procesa i proizvoda s ciljem povećanja zadovoljstva korisnika i smanjenje troškova, utemeljena na osnovanim podacima.

Iako je originalna pozornost 6σ metodologije usmjerena na proizvodne procese, danas se primjenjuje i u procesima marketinga, nabave, projektiranja, financija, informatike, servisiranja, itd.

Alati i tehnike koji se koriste u 6σ metodologiji nisu novi, ali nova su dva ključna aspekta koji razlikuju 6σ od bilo koje druge metodologije poboljšanja kvalitete. Jedan aspekt je usmjerenost na krajnji rezultat iskazan u novcu, a drugi je discipliniran i strukturiran pristup u korištenju „statističkih“ alata i tehnika.

Tvorci 6σ metodologije uključili su grčki simbol σ (sigma) u ime njihovog plana postizanja visoko kvalitetnih procesa, proizvoda i usluga. Ali što je 6σ? Gledano sa statističkog stajališta može se vrlo jednostavno definirati. Ako se zna da je σ (sigma) standardno odstupanje - mjera rasipanja, te uz pretpostavku da je promatrani proces raspodijeljen po tzv. normalnoj raspodjeli, 6σ je najuže povezana sa zahtjevom za sposobnošću procesa. U tom kontekstu metodologija „Šest sigma“ slijedi Taguchi-jevu filozofiju: “Troškovi se mogu smanjiti smanjenjem rasipanja. Kada je to postignuto i kvaliteta će se automatski poboljšati.“.

4.4 Statistička obilježja 6σ metodologije

4.4.1 Varijacije u procesima

Na svijetu nema, nije bilo, niti će biti dva živa bića, koja su apsolutno identična – bilo da se radi o biljkama, životinjama ili čovjeku. Svaka jedinka je jedinstvena u vremenu, prostoru, vrsti, trajanju i postojanju. Razlike nastaju zbog ogromnog niza različitih utjecaja koji svakog trenutka djeluju na svaku jedinku - od nastanka do prestanka postojanja, kako vrste tako i pojedinaca. Postojeće jedinke se i izdvajaju od okruženja zbog skupa svih postojećih razlika, koje imaju jedinstveno ime, ***varijacije***.

Varijacije su jednako prisutne i u svim elementima ljudskog života, rada i postojanja: procesima, komunikacijama, sportu, znanosti, tehnologiji, i dr.

Osnovni razlog nastanka varijacija je rezultat svih mogućih utjecaja, aktivnosti i konflikata u procesima nastanka i postojanja cjelokupnog živog i neživog svijeta, svjesnih i nesvjesnih aktivnosti (slika br. 4.2).

Varijacije mogu djelovati na proizvod ili proces na dva osnovna načina:

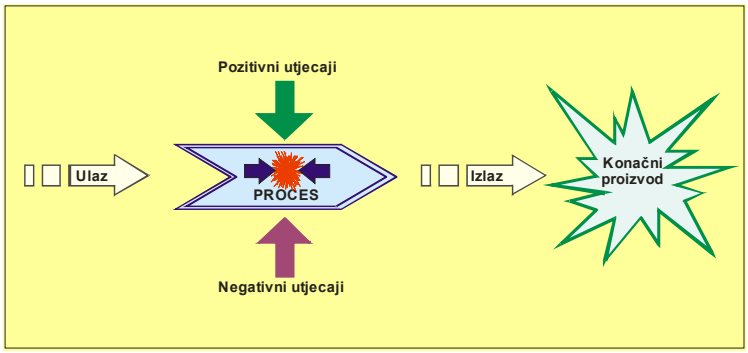
- pozitivno (u smislu njihove svrhe i cilja postojanja) i
- negativno (protivno svim željama i zahtjevima)

U najvećem broju slučajeva (kad je u pitanju svjesna proizvodna ili uslužna djelatnost) varijacije su krajnje nepoželjne i opasne.

Prema nastanku, veličini i obliku krajnjih varijacija, one mogu biti rezultat:

- nekontroliranih i nepoznatih utjecaja i okruženja i
- svjesnih, planiranih i kontroliranih djelatnosti

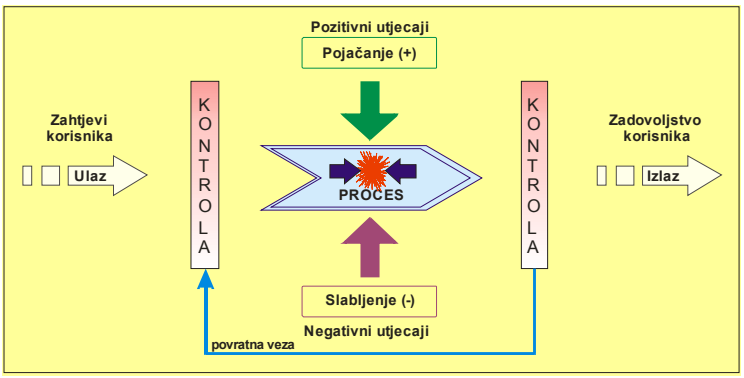
Ako se utjecaji ne znaju, ne kontroliraju, ne prate i ako im se ne zna prioritet, konačan proizvod, usluga ili proces su apsolutne nepoznanice. Tada su rezultati, po pravilu, krajnje neočekivani i nepoželjni. Tipičan primjer varijacija pokazuju, na primjer, vatra i voda. Za njih se kaže da su dobre sluge, ali loši gospodari. Kakav će biti krajnji rezultat zavisi isključivo od onoga koji se njima služi i upravlja.



Slika br. 4.2 – Razlozi nastajanja varijacija u procesima

Osnovno pitanje kod varijacija u procesima je: Trebaju li se negativni oblici varijacija poboljšavati i otklanjati tek kada se pojave ili je neophodno razmišljati o ponašanju i parametrima željene varijacije prije njenog nastanka? Jedini ispravan odgovor je: Postupanje kod predviđanja, planiranja i realizacije nastanka proizvoda ili procesa mora se zasnivati na sustavnom i preventivnom pristupu. Sve ostalo je vrlo skupa igra na sreću. Iz tog razloga je potrebno stalno djelovanje na procesima (slika br. 4.3) u cilju upravljanja varijacijama, i to u svim fazama, ali glavni dio se odnosi na pripremne i početne aktivnosti. Poznato je iz prakse da se svaka pogrešna djelatnost s vremenom multiplicira! Stoga su rane faze od temeljnog

interesa. Pored toga, vrlo važno je znati da su varijacije na konačnom proizvodu ili procesu uvijek rezultat varijacija nastalih u procesu njihove realizacije – od ideje do isporuke i daljnjih aktivnosti.



Slika br. 4.3 – Djelovanje u procesu u cilju upravljanja varijacijama

Nepoznavanje jednog ili više utjecaja na proces uvijek generira varijacije kojima se ne zna uzrok. U takvim slučajevima (osobito negativnih) uzrok varijacijama se pripisuje „pojavi duhova“ ili neobjašnjivim „fantomskim greškama“. Tu se treba sjetiti stare grčke poslovice, koja kaže: „Nema neizlječivih bolesti, ali ima bolesti o kojima liječnici pojma nemaju!“.

Može postojati više vrsta utjecaja na proces, ali neke od osnovnih podjela govore o sljedećim oblicima utjecaja: stalni, periodični, jednokratni, slabi, jaki, poznati, nepoznati, itd.
Za onoga tko želi upravljati procesom poznavanje utjecaja na proces predstavlja pola obavljenog posla – potpuno analogno medicinskoj maksimi kako pogođena dijagnoza sama po sebi predstavlja pola liječenja. Upravljati procesom znači:

- prepoznavanje procesa realizacije,
- poznavanje parametara procesa (ili barem osnovnih),
- mjerenje svih relevantnih parametara,
- poznavanje ponašanja procesa pod utjecajem parametara,
- poznavanje posljedica utjecaja upravljanja,
- predviđanje varijacija,
- minimizacija „duhova i fantomskih grešaka“,
- mjerenje, analize i poboljšavanje.

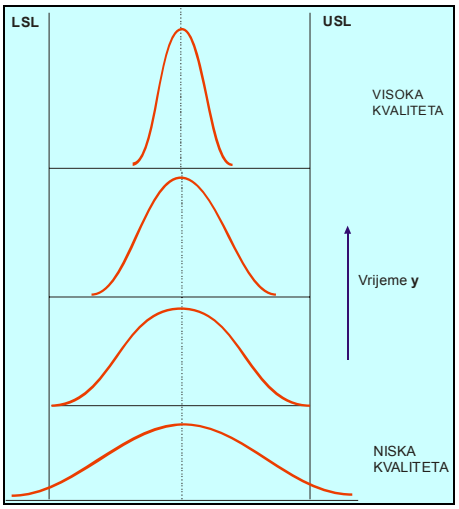
Osnovni zadatak kod optimalizacije i upravljanja procesima, kad su u pitanju varijacije je provesti takvu analizu, sintezu i poboljšavanja koja će varijacije svesti na najmanju moguću mjeru u optimalnom vremenu i uz maksimalnu dobit.

4.4.2 Standardno odstupanje σ – mjera varijacije

Grčko slovo **σ** koristi se kao oznaka standardnog odstupanja, koje se definira kao statistička mjera varijabilnosti, odnosno odstupanja od srednje vrijednosti (najčešće aritmetičke sredine). Standardno odstupanje je uz aritmetičku sredinu osnovni pokazatelj funkcioniranja nekog procesa. Aritmetičkom sredinom promatra se centriranost određenog procesa, dok standardno odstupanje ukazuje na njegovo rasipanje. Pojam „standard deviation“ prvi je uveo Karl Pearson (1857.-1936.) 1893. godine, iako je ideja bila starija stotinjak godina.

Kako je **σ** u statistici **mjera rasipanja** može se reći da je **σ** i **mjera kvalitete,** jer je rasipanje isključivo problem kvalitete, što je ujedno i jedini problem kvalitete proizvoda-usluga. Isključivo prema veličini rasipanja određuje se kvaliteta proizvoda – usluga u užem smislu.

Poboljšanje kvalitete manifestira se smanjenim rasipanjem (slika br. 4.4). Suština je pronaći uzroke rasipanja i poduzeti aktivnosti za smanjenje rasipanja. Uzroke je moguće pronaći jedino mjerenjem koje ima smisla samo ako rezultira poduzimanjem mjera poboljšanja. Kaže se da je mjerenje temelj na kojem se gradi i poboljšava kvaliteta, što je osobito važno u tehničkom području.



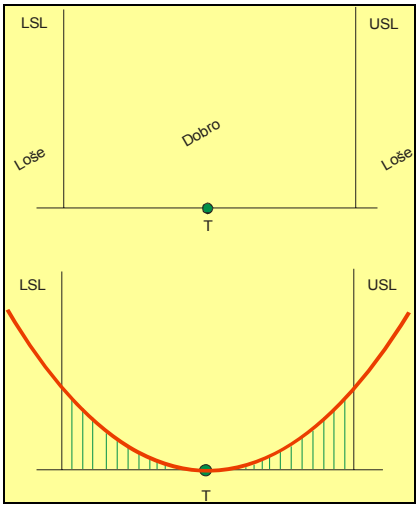
Slika br. 4.4 - Manje rasipanje – viša kvaliteta

4.4.3 Veza rasipanja i funkcije gubitaka

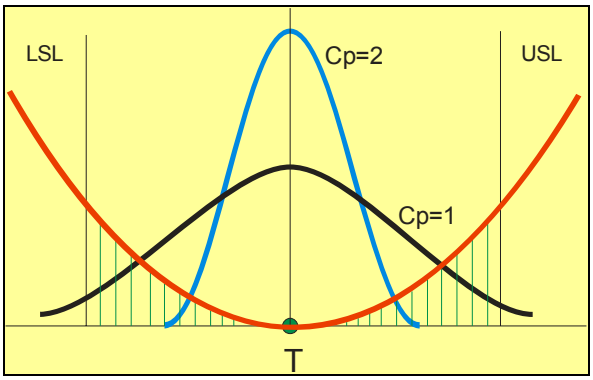
Funkciju gubitaka i rasipanje povezao je Taguchi u svojoj suvremenoj teoriji gubitaka. Današnja je proizvodnja sukladna filozofiji Dr. Taguchija, odnosno teoriji gubitaka. Visina troškova u velikoj mjeri ovisi o radnim postupcima u realizaciji procesa. U proizvodnim procesima do sada se uvijek planiralo da dimenzije oblika i druge veličine budu unutar definiranih granica tolerancije. Ako su ostvarene veličine unutar granica tolerancije rezultati procesa su dobri, a ako su izvan granica tolerancije, rezultati procesa su loši (slika br.4.8). Međutim, Taguchi u svojoj teoriji gubitaka kaže da je ovaj klasični pristup pogrešan. Analizirajući moguće gubitke zbog loše kvalitete konstatirao je nužnost promjene tradicionalnog shvaćanja i klasičnog pristupa planiranju izrade, jer troškovi loše kvalitete ne nastaju samo izvan granica tolerancije, već i u slučaju kad su veličine u blizini granica tolerancije (slika br. 4.5). Praktično, gubitaka nema samo ako se radi točno na mjeru, a to je točka T na slici br. 4.6.

Suvremeni inženjerski pristup problemima proizvodnje, koji zastupa Dr. Taguchi, zasniva se na izradi proizvoda u što užim granicama tolerancije, koje dovode mjerenu veličinu proizvoda točno u sredinu tolerancije. Takvo shvaćanje opravdavaju: smanjeni troškovi loše kvalitete, bolje iskorištenje obradnih sustava i povećanje pouzdanosti rezultata procesa.

Postavlja se logično pitanje: Kako biti u području malih gubitaka? Odgovor opet leži u rasipanju. Ako su rasipanja velika onda su i gubici veliki i obrnuto. Znači, potrebno je smanjiti rasipanje kako bi smanjili gubitke (slika br. 4.6).



Slika br. 4.5 – Taguchijeva funkcija gubitaka

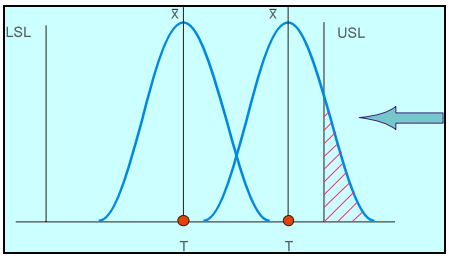


Slika br. 4.6 – Funkcija gubitaka i rasipanja

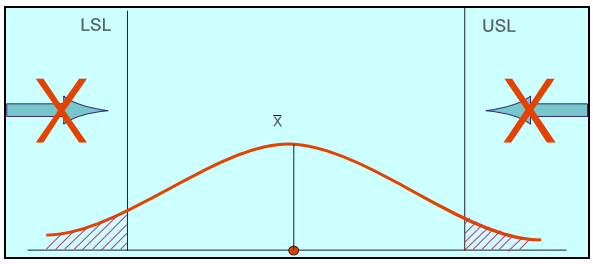
4.4.4 Sigma (σ) kao mjera sposobnosti procesa

Za sigmu **(σ)** se kaže da je i **mjera sposobnosti procesa.** Ako se npr. prati rasipanje promjera neke osovine moguće je očekivati raspodjelu u granicama zahtjeva U - L. Slika br. 4.7 pokazuje da je promatrani proces izašao izvan zadanih granica i otišao u desno. U ovom slučaju se javlja škart, mada se nije očekivao i nije ga trebalo biti. To govori da proces nije bio nadziran. Da se proces nadzirao moglo se zaustaviti njegovo „šetanje“.

Vanjskim zahvatom (promjena alata na stroju, podešavanje stroja, promjena režima rada ili dr.) rasipanje se može vratiti u definirane granice. Znači, vanjskim zahvatom moguće je „šetati“ lijevo – desno, ali s rasipanjem nije moguće ništa napraviti, pa se kaže da je kvaliteta u rasipanju. Ako se radi o slučaju kao na slici br. 4.8, nije moguće vanjsko djelovanje. Treba tražiti uzroke rasipanja i poduzimati korektivne aktivnosti. Znači, treba imati takvu kvalitetu gdje će rasipanje biti manje od širine zahtjeva.



Slika br. 4.7 – Loše nadziranje procesa -proces je sposoban



Slika br. 4.8 – Loša kvaliteta – proces nije sposoban

4.5. Sposobnost procesa

Ocjena sposobnosti procesa je tehnika za analizu varijacija otkrivenih u nekom konkretnom procesu. Ustvari, ova tehnika mjeri potencijal izvršenja procesa kad je proces statistički kontroliran. Kako se normalne varijacije procesa mogu opisati jednostavnom razdiobom, običnom normalnom, sposobnost procesa može se procijeniti pomoću karakteristika ove razdiobe. Sposobnost procesa se izražava postotkom dobrih proizvoda koji su u granicama dozvoljenih odstupanja. Ako granice rasipanja izađu izvan dozvoljenih granica, odnosno tolerancije, proces se smatra nesposobnim.

Ocjena sposobnosti procesa usko je vezana uz zadanu toleranciju ili dopuštena odstupanja. Slika br. 4.9 prikazuje slučaj sposobnog procesa (koji zadovoljava postavljene granice odstupanja) i nesposobnog procesa (koji je izvan granica).

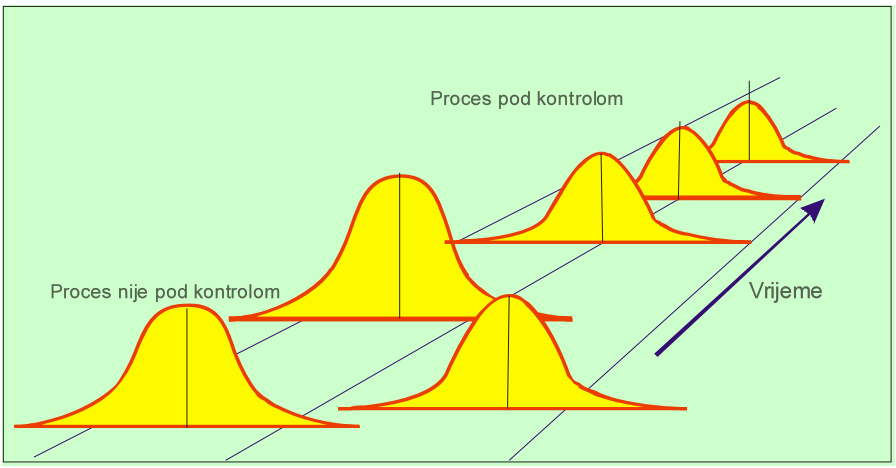
Kroz prethodna razmatranja može se zaključiti da je metodologija „Šest sigma“ metodologija poboljšavanja kvalitete koja govori u kojim se granicama proces mora nalaziti. U ovom slučaju procesi se opisuju normalnom razdiobom, jer na njih utječe niz nezavisnih slučajnih faktora. Cilj je dovesti te faktore u stanje statističke kontrole (u stanje „pod kontrolom“), odnosno u stanje u kojem su iz procesa odstranjeni značajni uzroci odstupanja.
Među mnogobrojnim tehnikama statističke kontrole kvalitete, koje su u stanju osigurati održavanje i povećanje razine kvalitete različitih proizvoda, sve veći značaj u posljednje vrijeme dobiva korištenje analize sposobnosti procesa (eng. process capability). Ocjena sposobnosti procesa (preko indeksa sposobnosti) prvo je primijenjena u Japanu početkom osamdesetih godina i brzo se raširila po cijelom svijetu. U Zapadnoj Europi i SAD-u s ocjenom sposobnosti procesa počelo se nakon članka doktora Sullivana (direktor Američkog instituta isporučitelja) objavljenog u časopisu „Quality Progress“ 1984. i 1985. godine, te rada Kanea iz 1986. godine objavljenog u istom časopisu, gdje su sustavno izloženi pokazatelji sposobnosti procesa. Koncepcija sposobnosti procesa omogućila je kvantificirano predviđanje primjerenosti procesa kao glavnog elementa planiranja kvalitete.

Sposobnost procesa je mjera stupnja učinkovitosti (performanse) procesa, a odnosi se na sposobnost procesa da stvara izlaze koji odgovaraju specifikacijama ili zahtjevima. Omogućava menadžerima da izmjere koliko prihvatljivih proizvoda neki proces proizvodi. Rezultat mogu biti odluke o davanju prioriteta pri poboljšavanju procesa. Definirajući sposobnost procesa J.M.Juran u [56] kaže: „Sposobnost procesa je mjerena, svojstvena varijacija proizvoda, nastala u procesu“.

Ocjena sposobnosti procesa odgovara na pitanje da li proces treba poboljšati. Ako je odgovor potvrdan, postavlja se pitanje za koliko ga treba poboljšati. Drugim riječima, ova se analiza svodi na razmatranje uzroka varijabilnosti procesa, budući da se u svakom procesu pojavljuje određeni stupanj varijabilnosti iz slučajnih ili posebnih uzroka. Ocjenom sposobnosti procesa mjeri se učinkovitost i efikasnost procesa u slučaju nepostojanja posebnih uzroka varijacija, dakle u slučaju kada je proces u stanju statističke kontrole. Kad je proces pod kontrolom biti će manja vjerojatnost da promatrani parametri procesa izađu izvan okvira kontrolnih granica. Zašto? Zato što će na proces, u principu, biti moguće djelovati već u trenutku kada se pojave naznake da bi mogao izaći izvan kontrole, odnosno izvan specificiranih kontrolnih granica. Također, treba osigurati ne samo da je proces pod kontrolom, već i da je ispravno centriran u odnosu na definiranu i praćenu karakteristiku proizvoda ili nekog njegovog parametra.

Prije analiziranja sposobnosti procesa potrebno je proces dovesti u stanje statističke kontrole i osigurati da je normalno distribuiran. Prema Breyfogle [44] postoje tri statistička instrumenta za utvrđivanje da li je proces pod kontrolom i da li su njegovi izlazi normalno distribuirani, a to su:

- kontrolne karte
- histogrami i
- matematička analiza distribucije



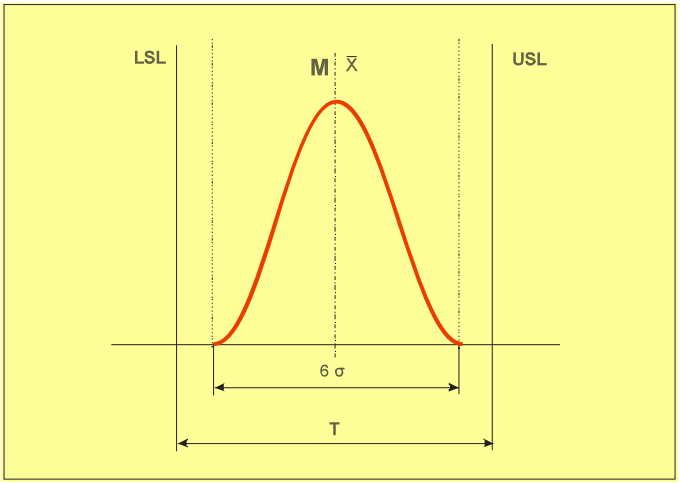
Slika br. 4.9 – Dovođenje procesa u stanje statističke kontrole

Prije ocjene sposobnosti procesa potrebno je izabrati kritični parametar ili promjenjivu veličinu koja će se kontrolirati. To je veličina koja se mora uklopiti u zadane tolerancije, npr. dimenzija neke pozicije ili bilo koja druga veličina. U složenijim slučajevima ocjene sposobnosti procesa, kritični parametri mogu biti rezultat nekoliko procesa. U takvim slučajevima ponekad je neophodno napraviti analizu sposobnosti svakog od tih procesa. Analize početnih procesa se najčešće pokazuju korisnije, nego analize kasnijih procesa, iz prethodno pojašnjenih razloga.

Kad se odabere kritični parametar, može se pristupiti prikupljanju rezultata mjerenja. Kritični parametar treba biti mjeren što preciznijim mjerilom s klasom točnosti većom od veličine tolerancije. U suprotnom, proces mjerenja će biti uzrok pojave varijacija na konkretnom parametru. Najbolje je prikupljati što veći broj podataka tijekom dužeg vremenskog perioda. Tako se s većom pouzdanošću dobiva ocjena sposobnosti procesa, jer se zasniva na velikom uzorku.

4.5.1 Pokazatelji sposobnosti procesa

Za razumijevanje indeksa sposobnosti potrebno je opisati osnovne termine, o čemu govori slika br. 4.10.



Slika br. 4.10 – Osnovni parametri pri definiranju indeksa sposobnosti procesa

Na slici br. 4.10 oznake imaju sljedeće značenje:

- **USL** (eng. Upper Specificatiopn Limit) – gornja granica tolerancije
- **LSL** (eng. Lower Specification Limit) – donja granica tolerancije
- **T** (eng. Tolerance) – tolerancija je udaljenost između granica dozvoljenog odstupanja (8σ) T = USL – LSL (4.12)
- **M –** sredina tolerancijskog polja ; M = T / 2 (4.13)
  M je jednaka $\bar{x}$ samo kod simetrične razdiobe prema tolerancijskom polju.
- **NP** –normalan proces (6 σ)
- **σ** – standardna odstupanje
- $\bar{x}$ - aritmetička sredina

Indeks sposobnosti procesa su koristan alat kada se vrši statistička analiza podataka dobivenih mjerenjem. Za njihovo izračunavanje potrebno je imati toleranciju ili dozvoljene granice odstupanja. Indeks sposobnosti procesa „uzimaju“ informacije koje postoje u histogramu i svode ih na samo jedan broj, koji izražava jedan aspekt sposobnosti procesa. Činjenica da su indeksi sposobnosti procesa pojedinačni brojevi predstavlja i prednost i nedostatak. Prednost se sastoji u tome što je najlakše uspoređivati jedan broj, a nedostatak što je jedan broj donekle ograničenog dometa.

Sposoban proces je onaj proces koji može proizvoditi jedinice (dijelove) unutar zahtijevanih granica (granica specifikacija).

Sposobnost procesa se procjenjuje računanjem tzv. indeksa sposobnosti procesa. Računanje i pravilna interpretacija indeksa sposobnosti procesa temelji se na slijedećim pretpostavkama:

- raspodjela podataka se može aproksimirati normalnom raspodjelom;
- proces koji se razmatra je stabilan i bez značajnih uzroka varijacija (proces je „pod kontrolom“);
- pouzdana procjena sposobnosti procesa može se donijeti samo temeljem praćenja procesa primjenom odgovarajuće kontrolne karte i nakon dovođenja procesa u stanje statističke kontrole (stanje „pod kontrolom“).

Ukoliko proces nije „pod kontrolom“ računanje indeksa sposobnosti je puka formalnost i zavaravanje! Otklanjanjem značajnih uzroka varijacija u procesu i dovođenjem sredine procesa u okoliš ciljane vrijednosti ima smisla procjenjivati njegovu sposobnost.

Važno je naglasiti da je proces sposoban ako je raspon zahtijeva veći ili jednak od raspona procesa. Raspon zahtjeva (tolerancijsko područje) T je područje između gornje (USL) i donje granice zahtjeva (LSL). Pored toga važno je naglasiti da raspon procesa podrazumijeva područje unutar ± σ standardna odstupanja (6 x σ) u odnosu na sredinu procesa (99,73% površine ispod krivulje normalne raspodjele kojom se aproksimira proces).

Temeljni uvjet sposobnosti procesa je:

$$T \geq 6 \cdot \sigma$$

Uvažavajući vrijeme odvijanja procesa procjenjivanje sposobnosti (pripadajući indeksi) može pripadati jednoj od slijedeće tri kategorije:

1. Sposobnost procesa u dužem vremenskom razdoblju (Long-Term Process Capability);
2. Preliminarna sposobnost procesa (preliminary process Capability):
3. Sposobnost u kratkom vremenskom razdoblju (Short-Term Capability).

4.5.1.1 Sposobnosti procesa u dužem vremenskom razdoblju (Long-Term Process Capability)

Indeksi sposobnosti procesa računaju se nakon odvijanja procesa tijekom razložno dugog vremenskog razdoblja u kojem su se mogli pojaviti svi mogući utjecaji varijacija procesa. Preporuka je 20 proizvodnih dana (tvrtka Ford). Indeksi su slijedeći:

a) Potencijalna sposobnost C_p

Ovaj se indeks računa kao odnos tolerancije prema 6σ :

$$C_p = \frac{T}{6\hat{\sigma}} = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \tag{4.14}$$

Drugim riječima, vrijednost C_p pokazuje koliko je puta širina tolerantnog polja veća od stvarne širine odgovarajuće raspodjele. Pri ovome korištenje 6σ intervala kao etalona podrazumijeva implicitno usvajanje pretpostavke o normalnoj raspodjeli konkretnog parametra.

Standardno odstupanje se procjenjuje analizom odgovarajuće kontrolne karte, odnosno iz izraza:

$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$ (u slučaju primjene $\bar{x} - R$ kontrolne karte) ili

$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{C_2}$ (u slučaju primjene $\bar{x} - s$ kontrolne karte).

Ovako procijenjeno standardno odstupanje naziva se „standardno odstupanje iz uzorka“ ili „unutrašnje standardno odstupanje“ (within subgroups or internal standard deviation).

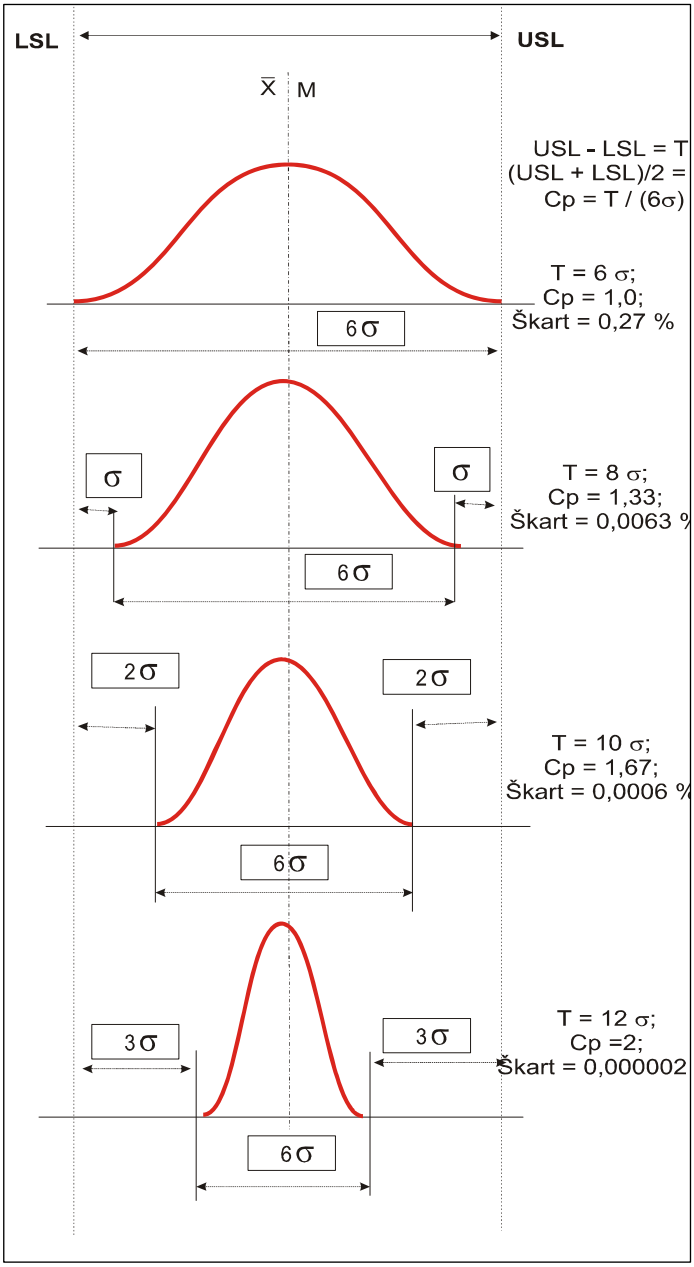
Vrijednost ovog indeksa neposredno pokazuje je li proces može biti sposoban. Što je iznos indeksa veći to je rasipanje procesa manje. Njegove vrijednosti se kreću od blizu nule do vrlo velikih pozitivnih brojeva. Što je vrijednost indeksa veća, to je manje rasipanje procesa. Teorijski je proces sposoban ako je $C_p \geq 1$. Sve dok je srednja vrijednost rezultata mjerenja jednaka centralnoj točki tolerancije može se komentirati i povezati C_p i preciznost procesa, tablica br. 4.1. Nedostatak ovog indeksa je u tome što zanemaruje sredinu procesa, te se u slučaju loše centriranosti procesa može doći do pogrešnog zaključka.

Tablica br. 4.1 – Vrijednost C_p i sposobnost procesa

C_p vrijednost	Sposobnost procesa
> 1,33	Proces može biti sposoban
1,0 do 1,33	Moguća sposobnost je upitna i proces treba i dalje nadzirati
< 1,00	Vrlo upitna mogućnost sposobnost procesa

Na slici broj 4.11 prikazana je ilustracija povezanosti širine raspodjele nekog parametra procesa s vrijednošću C_p i postotkom izlaska dobrih proizvoda. Na taj način, jedan od prvih i polaznih zadataka uvođenja faktora sposobnosti procesa (FSP) sastoji se u karakterizaciji procesa prema postotku škarta pomoću jednog jednostavnog broja. Različite tvrtke usvajaju za svoje procese različite kritične vrijednosti C_p. Mnogi japanski proizvođači orijentiraju se na

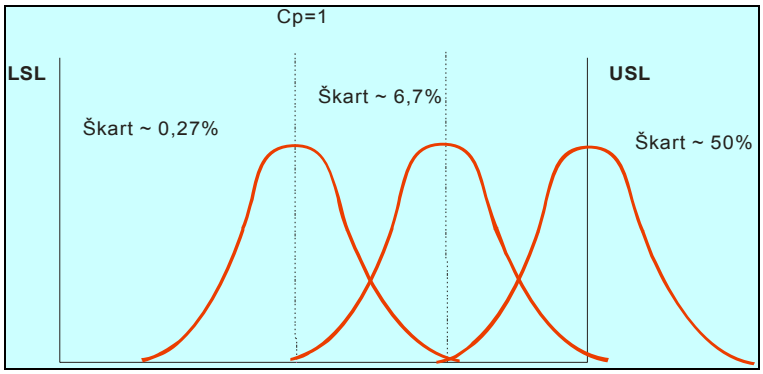
vrijednosti C_p = 1,33, što odgovara takvoj situaciji kada interval ±3σ zauzima 75% od polja dozvoljenog odstupanja. Ovu vrijednost za C_p koristi i kompanija „Ford“ kao etalon, dok se u tvrtkama „Reno“ kao kritična vrijednost C_p koristi 1. Neke kompanije ovu vrijednost podižu na 1,67, odnosno na $C_p \geq 2$.



Slika br. 4.11 – Primjeri varijabilnosti procesa s kriterijima za indeks C_p

Ipak, praktično odmah nakon početka korištenja C_p za različite potrebe u sferi kontrole kvalitete postalo je jasno da se sve ne može obuhvatiti jednim faktorom. Radi se o tome što vrijednost C_p odražava samo odnos između stvarne širine raspodjele i širine dozvoljenog odstupanja a ni na koji način nije povezana s položajem centra raspodjele u okviru polja dozvoljenog odstupanja. Međutim, kao što se lako uočava na slici br. 4.12, postotak grešaka pri jednoj istoj vrijednosti C_p može se mijenjati u najširim granicama. Drugim riječima, C_p može poslužiti kao karakteristika potencijalnih mogućnosti konkretnog procesa u slučaju njihovog točnog podešavanja na sredinu polja dozvoljenog odstupanja (u uvjetima

normalnosti). Zato su pored C_p potrebni i drugi pokazatelji, pri čemu oni moraju biti osjetljivi na poziciju razdiobe u okviru polja dozvoljenog odstupanja.

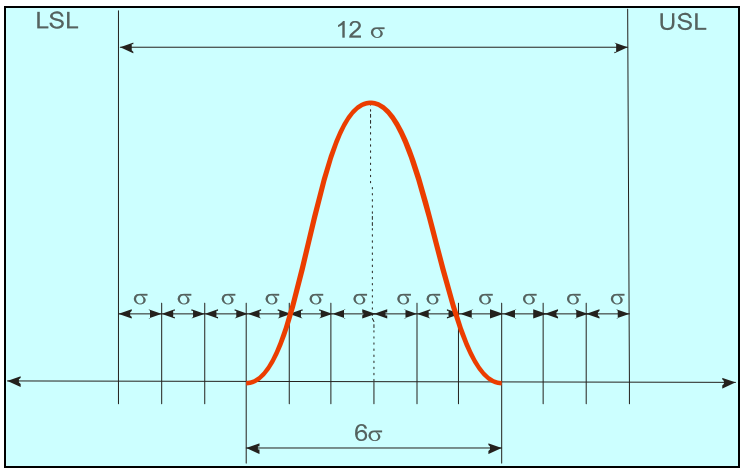


Slika br. 4.12 – Postotak grešaka pri istoj vrijednosti C_p može se mijenjati

Za ova razmatranja važno je povezati indeks sposobnosti procesa s teorijom „Šest sigma“. Kod „Šest sigma“ teorije vrijednost indeksa C_p = 2:

$$C_p = \frac{(USL-LSL)}{6\sigma} = \frac{12\sigma}{6\sigma} = 2$$

Slika br. 4.13 upravo pokazuje ovu vrijednost, odnosno osnovu teorije „Šest sigma“.



Slika br. 4.13 – Teorija „Šest sigma“ i vrijednost C_p = 2

b) Omjer sposobnosti C_r

Za ocjenu sposobnosti procesa koristiti se recipročna vrijednost indeksa C_p :

$$C_r = \frac{6\sigma}{T} = \frac{6\sigma}{USL - LSL} \tag{4.15}$$

Ako se iznos ovog indeksa prikaže u postocima (C_r x 100%) dobiva se postotak tolerancijskog područja koji je „iskorišten“ rasponom procesa.

Za sposoban proces iznos indeksa C_r treba biti manji od 1.

c) Donja i gornja potencijalna sposobnost C_{pL} i C_{pU} (Lower and Upper potential capability)

Iznosi indeksa **C_{pL} i C_{pU}** računaju se korištenjem slijedećih izraza:

C_{pL} = (sredina procesa – L) / 3 x $\hat{\sigma}$

C_{pU} = (U – sredina procesa) / 3 x $\hat{\sigma}$

Sredina procesa je središnja linija primijenjene kontrolne karte. U slučaju računanja statističkih parametara iz svih podataka sredina procesa odgovara aritmetičkoj sredini tih podataka.

Indeksi C_p i C_r ne pokazuju kako je smješten proces u odnosu na granice specifikacija. To se može utvrditi usporedbom iznosa indeksa C_{pL} i C_{pU} :

- identični iznosi ukazuju na potpunu centriranost procesa (iznosi indeksa jednaki su iznosu indeksa C_p);
- iznos manji od 1 ukazuje na pojavu nesukladnosti;
- proces je pomaknut prema granici specifikacije manjeg iznosa indeksa.

Ovi indeksi se računaju u slučaju procjenjivanja sposobnosti procesa kada je dan jednostrani zahtjev na proces (samo jedna granica specifikacije).

d) Faktor korekcije necentriranosti k

Iznos indeksa C_p može se korigirati zbog necentriranosti računanjem faktora korekcije necentriranosti k:

k = abs (D-sredina procesa) / (1/2 x (USL – LSL))

gdje je D ciljana vrijednost procesa, odnosno:

D = (USL + LSL) / 2

e) Demonstrirana izvrsnost - C_{pk} (Demonstrated excellence)

Vidjelo se da indeks C_p mjeri potencijalnu sposobnost, pretpostavljajući da je prosjek procesa jednak srednjoj točci granica tolerancije i da se odvija pod statističkom kontrolom. Kako prosjek nije često u srednjoj točci, korisno je imati indeks sposobnosti koji odražava varijaciju i položaj prosjeka procesa. Takav indeks je C_{pk}. Faktor C_{pk} iskazuje točnost procesa na osnovu najlošije slike podataka.

Negativna vrijednost C_{pk} ukazuje da je srednja vrijednost izvan granica tolerancije. Ako je C_{pk} = 0 onda je srednja vrijednost jednaka jednoj od granica tolerancije. C_{pk} između 0 i 1,0 znači da proces (6σ) izlazi izvan granica tolerancije. C_{pk} od 1,0 znači da jedan kraj procesa (6σ) pada na granicu tolerancije. C_{pk} iznad 1,0 znači da proces ulazi potpuno unutar granica tolerancije. Što je veća vrijednost C_{pk} to će biti manja količina proizvoda koji su izvan dozvoljenih granica.

Veza između indeksa C_p i C_{pk} matematički se prikazuje kao;

$$C_{pk} = C_p(1-k) \tag{4.20}$$

gdje k predstavlja vrijednost koja označava koliko je proces odmaknut od centra, a matematički se izražava kao;

$$k = \frac{\left|M - \bar{x}\right|}{(USL - LSL)/2} \tag{4.21}$$

gdje je:

$$M = \frac{USL + LSL}{2} \quad ; \quad \text{tako da je } 0 < k < 1$$

Ako je proces idealno centriran tada je k jednak nuli i $C_{pk} = C_p$. Pomicanjem procesa od ciljane vrijednosti (sredine područja tolerancija) k se povećava a C_{pk} postaje manji od C_p.

Ako se vrijednost C_{pk} povećava, to zahtijeva promjenu u prosjeku procesa, procesnom standardnom odstupanju ili objema vrijednostima. Za neke procese, može biti lakše povećati vrijednost C_{pk} mijenjanjem prosječne vrijednosti (pomoću jednostavnog prilagođavanja procesnom cilju), nego smanjivanjem standardnog odstupanja (istraživanjem mnogih uzroka varijacija). Histogram procesa treba uvijek kritički analizirati kako bi se naglasio i prosjek i raspon procesa. Treba biti oprezan, te imati na umu da vrijednosti C_{pk} (tako i C_p) se izračunavaju za procese s normalnom razdiobom, ali svi procesi ne ponašaju se po zakonu normalne razdiobe. Bez poznavanja razdiobe kojom se može opisati proces, upotreba C_{pk} vrijednosti može nepravilno utjecati na procjenu i dovesti do loših poslovnih odluka.
Sadašnji standardi za indekse sposobnosti procesa su:

$$C_p > 1{,}33 \quad \text{i} \quad C_{pk} > 1{,}33$$

Ova vrijednost nije izabrana slučajno. Procesi su vrlo rijetko statični i ova vrijednost omogućuje male pomake procesa. Npr. ako se vrijednost C_{pk} mijenja s vrijednosti 1,0 na vrijednost 0,67 (pomak od jedne standardne devijacije), opis procesa se promijeni s 0,27 % škarta na 4,55 % škarta. Također, stvarni procesi obično pridonose povećanju škarta pa visoki indeksi sposobnosti procesa osiguravaju prihvatljivost do kraja linije C_{pk}

4.5.1.2 Preliminarna sposobnost procesa (Preliminary Process Capability)

Preliminarno procjenjivanje sposobnosti procesa provodi se na početku odvijanja procesa ili nakon relativno kratkog praćenja procesa. Preporuka je da se razmatra uzorak od najmanje 100 jedinica ili kontrolna karta s najmanje 20 uzoraka.

U nazivlju indeksa se umjesto termina sposobnosti (Capability) koristi termin značajka (Performance). U tom smislu se indeksi označavaju kao P_p, P_{pL}, P_{pL}, P_{pk}, a računaju se na isti način kao C_p, C_{pL}, C_{pU}, C_{pk}.

Zahtjevi na najmanje iznose indeksa P_p i P_{pk} su stroži nego za iznose indeksa C_p i C_{pk} (npr. ako je zahtjev za $C_p \geq 1{,}33$ tada je ekvivalentni zahtjev za $P_p \geq 1{,}67$).

U SPC softverima za računanje ovih indeksa koristi se ukupno standardno odstupanje.

Ukupno standardno odstupanje računa se iz izraza:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

4.5.1.3 Sposobnost u kratkom vremenskom razdoblju (short – term capability)

Za analizu sposobnosti procesa u kratkom vremenskom razdoblju često se koristi termin „analiza sposobnosti stroja“ (machine capability Analysis).

Primjenjuje se, u pravilu, prilikom pred-preuzimanja ili preuzimanja stroja. Preporučuje se provođenje analize na uzorku od najmanje 50 jedinica. Temeljni interes je informacija o rasipanju podataka oko ciljane vrijednosti D.

a) Potencijalna sposobnost stroja C_{pm}

C_{pm} se računa korištenjem alternativne procjene standardnog odstupanja koja sadrži efekt slučajne necentriranosti (rasipanja oko ciljane vrijednosti), odnosno:

$$C_m = \frac{T}{6\sigma'} = \frac{USL - LSL}{6\sigma'} \tag{4.23}$$

gdje je:

$$\sigma' = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i - D)^2}{n-1}} \tag{4.24}$$

Pored ovdje opisanih pokazatelja sposobnosti procesa, treba navesti da postoji još nekoliko pokazatelja uspješnosti procesa, koji se ovdje neće razmatrati iz razloga što nisu našli široku primjenu u industriji.

4.5.1.4 Razlozi za primjenu indeksa sposobnosti procesa

Sve veća primjena indeksa sposobnosti procesa u vodećim poduzećima u svijetu može se pojasniti na sljedeći način:

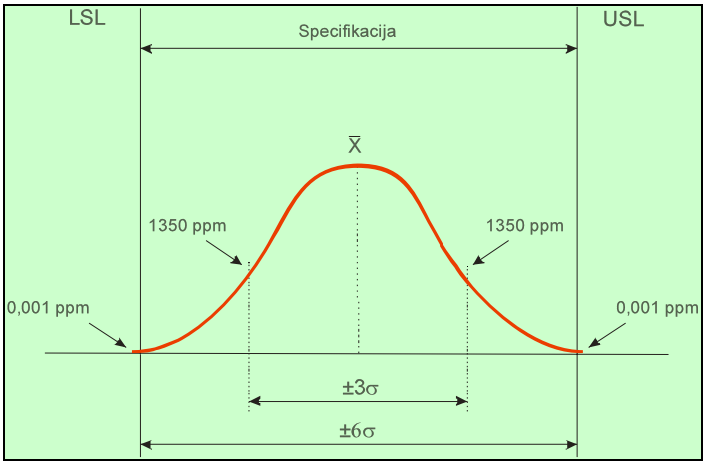
1. Razvoj suvremenog pristupa upravljanju kvalitetom sve više u prvi plan stavlja probleme varijabilnosti konkretnih vrijednosti, tj. odstupanja parametara proizvoda od zadanih vrijednosti. U suvremenom svijetu ovo je glavni uvjet konkurentne sposobnosti, a pokazatelji sposobnosti procesa služe kao prikladna mjera varijabilnosti procesa.
2. Inzistiranje na certifikaciji i atestiranju proizvoda zahtijeva postojanje kvantitativnih karakteristika deklarirane kvalitete. Za tu namjenu indeksi sposobnosti procesa su najjednostavniji i najjeftiniji.

3. Indeksi sposobnosti procesa su prikladni za suvremeni audit procesa, tj. za periodičku provjeru usklađenosti nekog procesa s definiranim zahtjevima.
4. Provjera sredstava u eksploataciji, njihovo podešavanje, kontrola, održavanje i dr. zahtijeva jednostavne kvantitativne pokazatelje stabilnosti karakteristika kroz određeni vremenski period, za što su također veoma prikladni indeksi sposobnosti procesa.
5. Indeksi sposobnosti procesa prikladni su za praćenje, izbor i ocjenu dobavljača, a pomoću njih se mogu postavljati zahtjevi dobavljačima i tako stimulirati njihov razvoj.
6. Istu ulogu mogu imati indeksi sposobnosti procesa pri interakciji s korisnicima i kupcima. Danas je sve teže prodati proizvode za koje se ne znaju indeksi sposobnosti procesa proizvodnje.
7. Indeksi sposobnosti procesa su odlično sredstvo za kontrolu stanja tehnoloških procesa i prikladna mjera za njihovo poboljšavanje.
8. Možda je jedna od najvažnijih osobina indeksa sposobnosti procesa što omogućuju svim učesnicima u procesima (od dobavljača do kupaca, od djelatnika do menadžera) da o problemima kvalitete govore istim jezikom, što predstavlja jedan od neophodnih uvjeta dostizanja suvremene kvalitete proizvoda.

Svakako, kod indeksa sposobnosti procesa postoje i nedostaci. Navode se dva osnovna. To je prije svega, jednostavno usklađivanje sa zahtjevima prema određenoj vrijednosti indeksa, jednostavnom izmjenom vrijednosti USL i LSL u tehničkoj dokumentaciji, bez poduzimanja aktivnosti u realnoj proizvodnji. Proizvoljno određivanje i korigiranje tolerancije je najveći problem primjene ovih indeksa. Tolerancija se izračunava, odnosno određuje na osnovu σ. Tolerancija se mijenja samo ako se u procesima mijenjaju parametri (npr. broj ljudi, novi stroj, i dr), jer se smanjuje σ i što automatski utječe na smanjenje tolerancije. Postoji mogućnost da se ne primijete ozbiljni nedostaci proizvoda, oslanjajući se na visoke vrijednosti indeksa sposobnosti procesa u slučaju nepotpunog razumijevanja dozvoljenih odstupanja, na kojima se zasniva njihova točna primjena.

4.5.2 kσ razina kvalitete

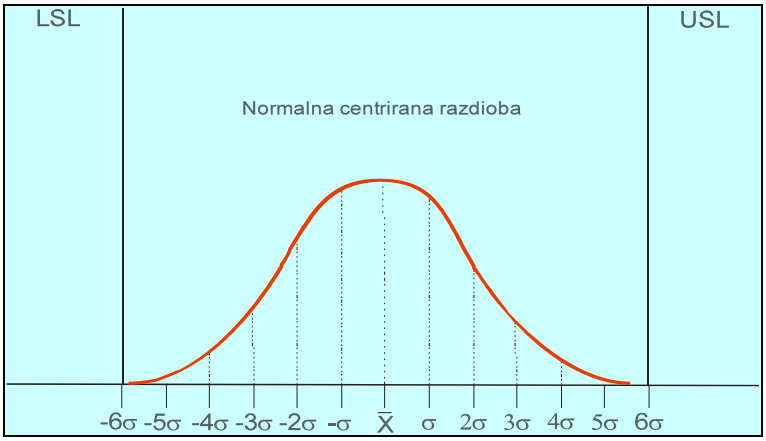
Šest sigma (6σ) je smještena uvijek u područje relativno malih gubitaka ($C_p = 2$) u odnosu na konvencionalnu (napuštenu) strategiju „Three sigma“, kod koje gubici mogu biti značajni ($C_p = 1$), iako je proces smješten unutar granica dopuštenih odstupanja. S tehničkog gledišta 6σ se najbolje razumije ukoliko se zahtjev kupca (u tehnici je, u pravilu, iskazan granicama dopuštenih odstupanja) poistovjeti s intervalom širine 12 σ. Slika broj 4.14 ilustrira temeljni metrički koncept 6σ metodologije kada proces stvara izlaze koji su unutar granica specifikacije.



Slika br. 4.14 – Normalna razdioba i temeljni metrički koncept 6σ metodologije

Slika broj 4.15 prikazuje broj dijelova na ukupno milijun, koji će biti van granica specifikacija, odnosno postotak sukladnih izlaza na različitim razinama varijabilnosti, u slučaju centriranog procesa sa sposobnošću od C_p=2 .

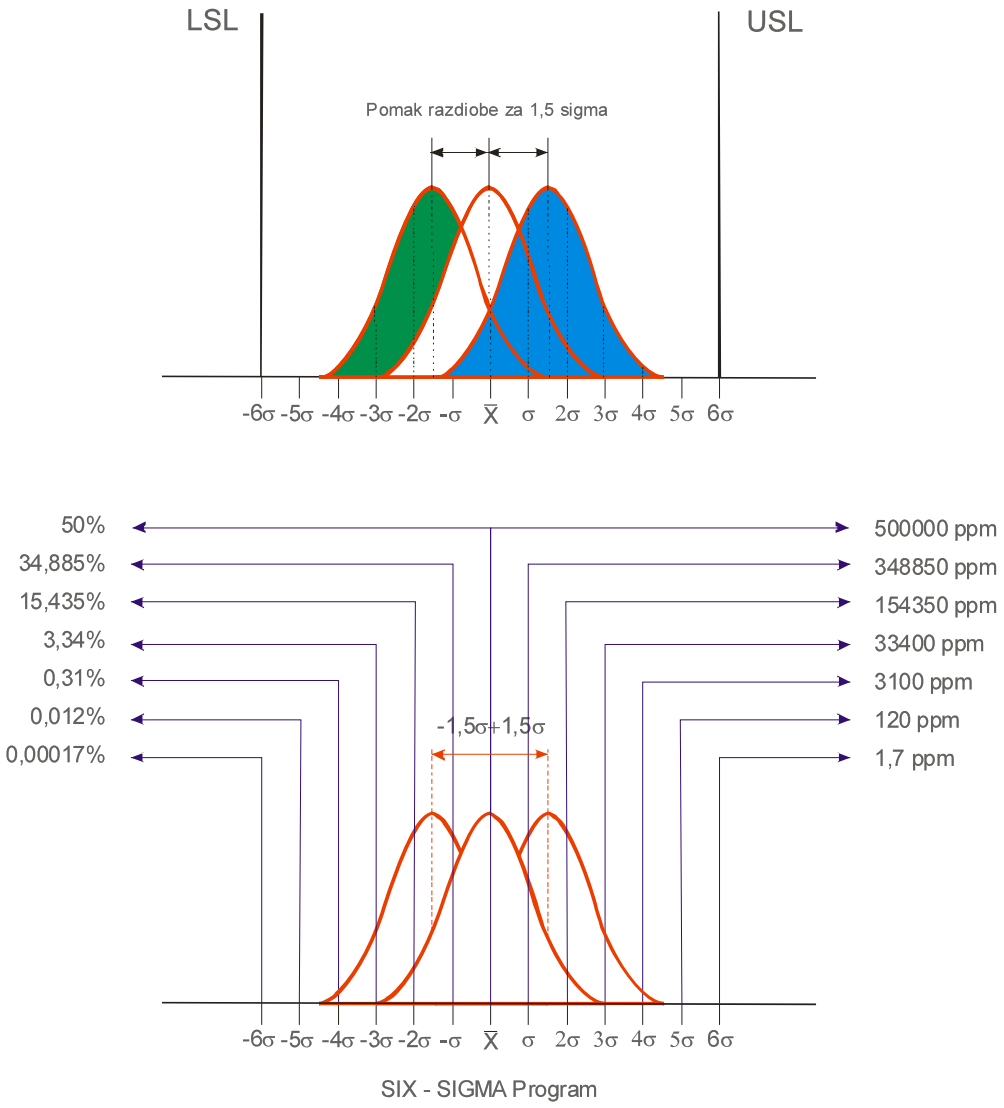
Najčešća statistička definicija 6σ metodologije glasi: 6σ, znači 99,9996% uspješnosti. Ova razina uspješnosti (savršenstva) je ekvivalentna pojavi 3,4 greške na milijun mogućnosti (eng. DPMO – defects per milliun oportunities). Greška može biti bilo što, od greške na proizvodu do pogrešnog podatka ili računa kupcu.



Granice (raspon) specifikacije:	U granicama %	Izvan granica ppm
± 1 sigma	68.27	317.300,00
± 2 sigma	95.45	45.500,00
± 3 sigma	99.73	2.700,00
± 4 sigma	99.9937	63,00
± 5 sigma	99.999943	0,57
± 6 sigma	99.9999998	0,002

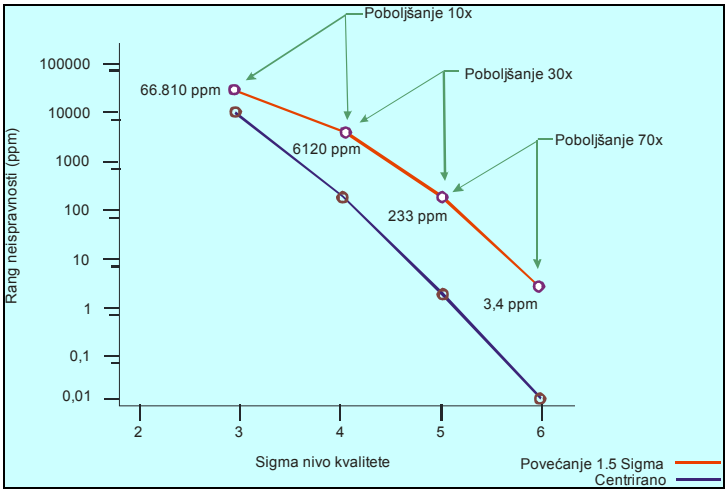
Slika br. 4.15 -Centrirani proces s potencijalnom sposobnošću C_p = 2

Kako je već prije navedeno, osnovnu ideju metodologije 6σ čini ocjena odstupanja stvarnih pokazatelja procesa od krivulje normalne raspodjele. Kad se pokazatelji procesa nalaze u određenim granicama odstupanja, kvaliteta procesa je visoka. Jedinica odstupanja, u statističkom smislu je „sigma“. Uočljivi efekti se postižu pri odstupanju ne većem od 4,5 sigma. Cilj poduzeća je implementirati i održavati sve procese tako da svi parametri svakog procesa imaju vrijednost indeksa preciznosti C_p = 2 ili veću. Na slici broj 4.16 tom uvjetu odgovara centralna krivulja. Pri ispunjenju ovog uvjeta u procesima, javljaju se manje od 3,4 greške na milijun proizvoda. Vrijednost C_p = 2 sama po sebi ukazuje na razinu grešaka od 2 promila (2 greške na milijardu proizvoda), što se razlikuje od 3,4 greške na milijun proizvoda. Razlika se pojašnjava činjenicom da u granicama 6σ dolazi po pomicanja centra raspodjele za ±1,5 σ u jednu ili drugu stranu. Veličina 1,5 σ je rezultat prirodne nestabilnosti procesa. Znajući to, *Motorolini* su stručnjaci na samom početku postavili cilj da razina rasipanja procesa i pri nekontroliranom položaju centra rasipanja, osigura vrijednost indeksa C_{pk} minimalno 1,5. Prema stručnjacima tvrtke *GE (General Electric)* osnovna ideja sadržana je u činjenici da su *„ …. korisnici proizvoda osjetljivi na rasipanje, a ne na srednju vrijednost …“.*



Slika br. 4.16 – Učinak pomaka procesa od 1,5σ koji rezultira s 3,4 ppm

Slika br. 4.17 prikazuje odnos stope nesukladnosti i Sigma razine kvalitete za centriran i 1.5σ podignut proces, zajedno s kvantifikacijom za iznos poboljšanja potrebnog da bi se promijenio Sigma nivo kvalitete.



Slika br. 4.17 – Stopa nesukladnosti i σ razina kvalitete

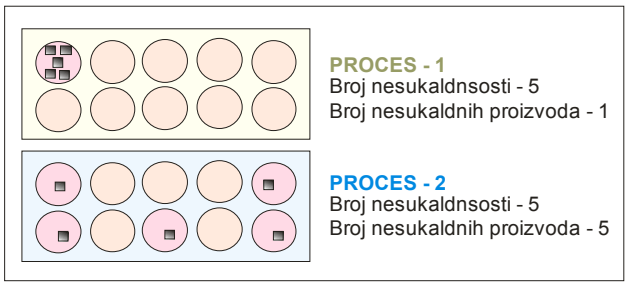
Učinak pomaka procesa od 1,5σ za različite širine zahtjeva (USL-LSL) iskazane standardnim odstupanjima σ naveden je u tablici br. 4.2.

Tablica br. 4.2 – Učinak pomaka od 1,5σ na broj nesukladnosti (ppm)

Granice (raspon), specifikacije, širina zahtjeva (ULS-LSL)	Normalna razdioba		Pomak od 1,5σ	
	U granicama (%)	Izvan granica (ppm)	Sukladnih (%)	Nesukladnih (ppm)
±1σ	68,27	317.300,00	30,23	697.700
±2σ	95,45	45.500,00	69,13	308.700
±3σ	99,73	2.700,00	93,32	66.810
±4σ	99,9937	63,00	99,3790	6.210
±5σ	99,999943	0,57	99,97670	233
±6σ	99,9999998	0,002	99,999660	3,4

Naglasak u 6σ metodologiji nije toliko na broju pogrešaka na milijun mogućnosti (slika br. 4.18), koliko na postupku sustavnog smanjenja rasipanja procesa. Dva procesa, prikazana na slici br. 4.45, imaju različit izlaz, jedan 90 % i drugi 50 % dobrih (sukladnih) proizvoda. Ako svaki proizvod ima po 10 kritičnih karakteristika utjecajnih na kvalitetu, u odnosu na mogućnosti pojave pogrešaka (100 mogućnosti), oba procesa su identična s izlazom od 95%. Zbog toga se u 6σ metodologiji, govori o mogućnostima, a ne proizvodima.

Filozofija 6σ metodologije zasnovana na principima smanjenja rasipanja procesa može se sagledati iz podataka [50] navedenih u tablici br.4.3.



Slika br. 4.18 – Izlaz sukladnih proizvoda na osnovu broja pogrešaka u dva različita procesa

Metodologija 6σ usko je povezana i s financijskim rezultatima procesa, odnosno tvrtki. Prema tim rezultatima [42] tvrtke se razvrstavaju na:

- Svjetske klase (WCM)
- Srednje klase i
- Nekonkurentne

Tablica br. 4.3 – Komparativni podaci za procese s 4σ i 6 σ

Područje djelatnosti	Rezultati procesa s 4σ	Rezultati procesa s 6σ
300.000 poslanih pisama	3.000 izgubljenih	1 izgubljeno pismo
500.000 uključivanja računala	4.100 nepravilnih	2 nepravilna
1 tjedan tv-programa (po kanalu)	1,68 h bez tv -signala	1,8 sekunde bez tv-signala
10.000.000 osiguranika	100.000 grešaka na policama osiguranja	34 greške na policama osiguranja

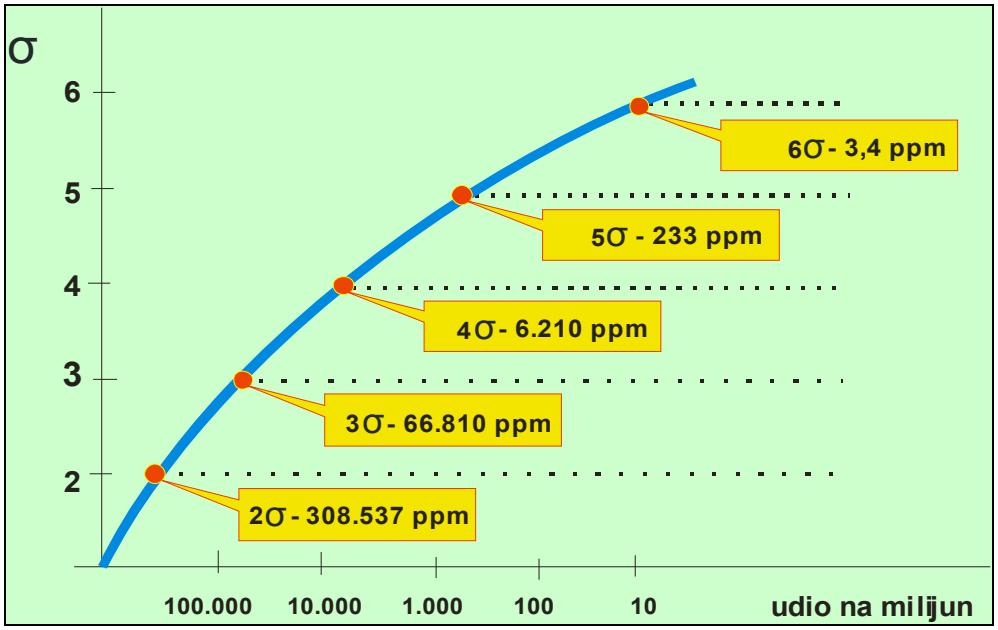
Utjecaj sposobnosti procesa na konkurentnu sposobnost tvrtki prikazuje tablica br.4.4 i slika br. 4.19. Smatra se da :

- Prosječna kompanija posluje na (3 do 4) σ razini
- WCM (svjetska klasa proizvodnje) kompanije posluju na (5 do 6) σ razini
- Zrakoplovne kompanije posluju na razini većoj od 6σ razine

Ako bi u prosjeku bila jedna pogreška na sklopu od 40 dijelova i 4 procesna koraka, praktikanti bi mogli smatrati da je sklop na četvrtoj razini Sigma kvalitete, jer bi sa slike 4.31 očitali broj pogrešaka u ppm približno jednak $(1/160)(1 \times 10^6) \approx 6210$.

Tablica br. 4.4 – Utjecaj sposobnosti procesa na konkurentnu sposobnost tvrtke

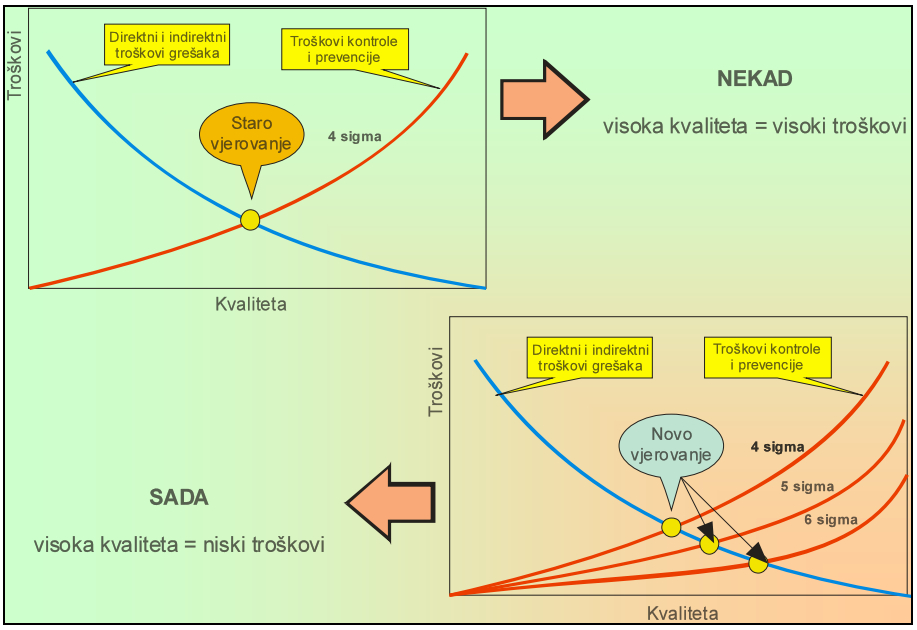
Granice odstupanja	Broj grešaka na milijun	Cijena niske kvalitete	Nivo konkurentnosti
±6σ	3,4	< 10 % OP	Svjetska klasa (WCM)
±5 σ	233	10 – 15 % OP	
±4 σ	6210	16 – 20 % OP	Srednja klasa
±3 σ	66810	21 – 30 % OP	
±2 σ	308537	31 – 40 % OP	Nekonkurentni
±1 σ	690000		
Napomena : **OP** – opseg prodaje			



Slika br. 4.19 – Implikacije 6σ razine kvalitete

Važno je još jednom naglasiti, da bi proces bio na 6σ prihvatljivoj razini sukladnosti, C_p indeks treba iznositi 2, a C_{pk} indeks 1,5. U tom slučaju proces na svom izlazu stvara 99,999660% sukladnih izlaza.

Jedna od kvalitetnih karakteristika 6σ metodologije koja je razlikuje od drugih metodologija su znatno manji troškovi, odnosno velike uštede. Vremenom se promijenilo „klasično“ gledanje na kvalitetu i takozvanu optimalnu kvalitetu (slika br. 4.20). Danas se smatra da povišenje razine kvalitete na 4, 5 ili 6σ zapravo znači višu razinu kvalitete, ali ne i više troškove. Postavlja se pitanje što je optimalna kvalitete. Teoretski odgovor je vrlo kompliciran. Međutim, jednostavno i s velikom sigurnošću može se reći da je optimalna kvaliteta ona kvaliteta koju kupac – korisnik prihvaća.



Slika br. 4.20 – Novo gledanje na kvalitetu

4.6 Struktura 6σ metodologije

Struktura 6σ metodologije promatra se kroz:

1. Modele DMAIC i DMADV za realizaciju projekta iz područja 6σ metodologije
2. Ulogu menadžera i zaposlenika u 6σ metodologiji
3. Način upravljanja realizacijom 6σ metodologije

4.6.1 Model DMAIC (i DMADV)

Metodlogija 6σ koristi dva različita modela: model za rješavanje projekata u procesima koji funkcioniraju (DMAIC) i model koji se koristi kod projektiranja novih procesa i kreiranja novih proizvoda ili usluga (DMADV), prema prikazanoj shemi na slici br. 4.21.

DMAIC metodologija sastoji se od sljedećih pet koraka:

- Definiranje (eng. ***D**efine*) cilja poboljšavanja procesa s obzirom na zahtjeve i strategiju organizacije
- Mjerenje (eng. ***M**easure*) trenutnog stanja procesa i prikupljanje podataka za buduću usporedbu
- Analiziranje (eng. ***A**nalyze*) s ciljem provjere odnosa i uzroka pojedinih faktora
- Poboljšanje (eng. ***I**mprove*) ili optimiranje procesa na temelju analiza
- Kontrola (eng. ***C**ontrol*) i upravljanje prilikom primjene novog rješenja s ciljem sprečavanja pojave neželjenih nesukladnosti

DMADV model po svojoj koncepciji sličan je DMAIC modelu. Sastoji se također od pet koraka, s razlikom što je naglasak na novom dizajnu i simulacijama, te provjeri (verifikaciji i validaciji) i postavljanju pilot testa vezanom za primjenu novog rješenja.

Šest sigma upotrebljavana na dizajnu proizvoda i procesa kreirala je mnoštvo alternativa DMADV-u. Neki primjeri:

- **DCCDI** (Define, Customer, Concept, Design and Implement)
- **DCDOV** (Define, Customer, Design, Optimize, Verify)
- **DMADOV** (Define, Measure, Analyze, Design, Optimize and Verify)
- **DMEDI** (Define, Measure, Explore, Develop and Implement)
- **IDOV** (Identify, Design, Optimize and Validate)
- **I2DOV** Invent, Innovate, Develop, Optimize and Validate)

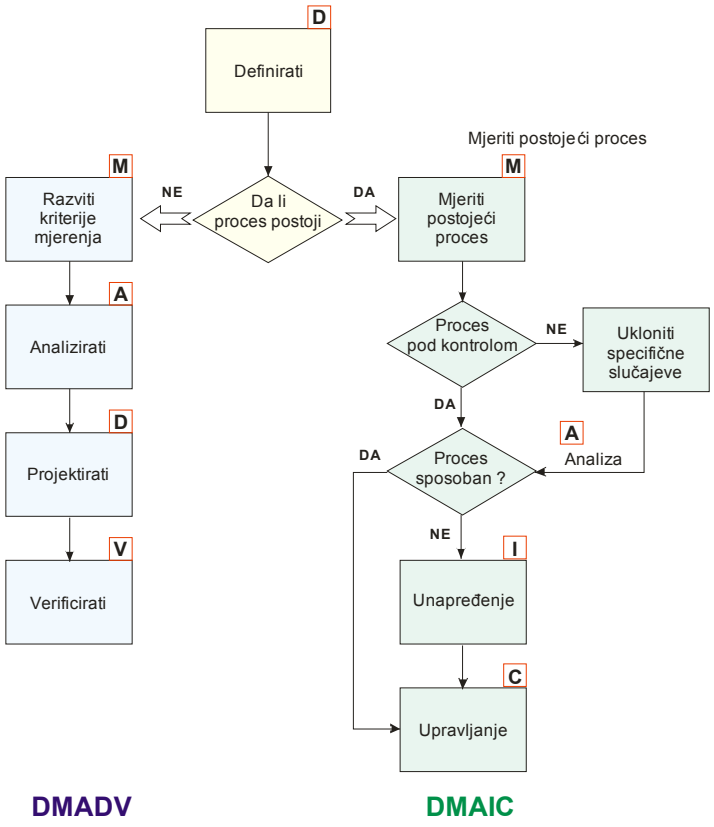
U poslovnim sustavima postoje mnogi „programi ili modeli poboljšavanja“. Zajedničko im je da su zasnovani na Demingovom principu **PDCA**, **planiraj – učini – provjeri – uradi.** To je ustvari Shewhartov ciklus poboljšanja poznat pod nazivom **PDCA** ciklus kontinuiranog poboljšanja kvalitete. Edvard Deming je toliko popularizirao i propagirao **Shewhartov ciklus,** da se danas širom svijeta uglavnom govori o **„Demingovom PDCA ciklusu“.** Naziv **PDCA** označava četiri osnovne faze ovog ciklusa (eng. **P**-Plan, **D**-Do, **C**-Check, **A**-Act). Ciklus je prikazan na slici br. 4.22.

Faze u procesu PDCA imaju sljedeće značenje:

- **PLANIRAJ** – Nakon detaljne snimke postojećeg stanja potrebno je prikupiti podatke i informacije radi identifikacije problema. Pristupa se izradi plana unapređenja s

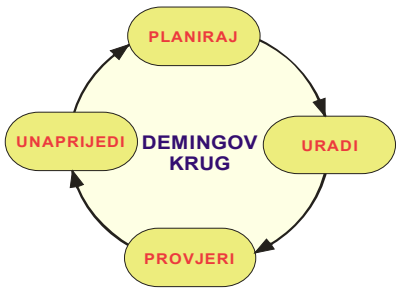
precizno navedenim aktivnostima, rokovima, nositeljima aktivnosti, te kriterijima i mjerilima za ocjenjivanje učinkovitosti realiziranog plana.

- **UČINI** – Znači provođenje plana u praksi. Aktivnosti se mogu provesti na proizvodu, procesu, dokumentaciji ili kompletnom sustavu. Cilj je implementacija svih planiranih aktivnosti u praksi uz optimalno korištenje resursa.
- **PROVJERI** - Nakon implementacije i provedbe plana vrši se provjera koliko ostvareni rezultati odgovaraju planiranim ciljevima. Provjera se vrši na osnovu kriterija i mjerila utvrđenih u fazi planiranja.
- **DJELUJ** - Ako su rezultati nakon verifikacije i validacije uspješni, potrebno je standardizirati novu metodu ili postupak rada, te o tome upoznati sve ljude na koje se metoda ili postupak odnose. Upoznavanje mora biti organizirano kroz priznate postupka edukacije i usavršavanja. Valjano rješenje treba primijeniti i na drugim mjestima gdje je moguća njegova primjena.



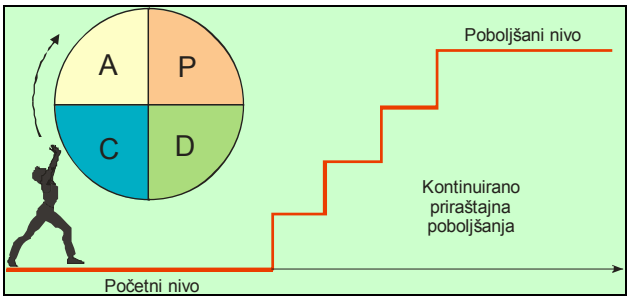
Slika br. 4.21 – DMAIC i DMADV modeli u 6σ metodologiji

Ako međutim, nakon provjere rezultati nisu zadovoljavajući, potrebno je analizirati i po mogućnosti revidirati plan unapređenja ili od tog plana, odnosno projekta, odustati.



Slika br. 4.22 – PDCA model poboljšavanja

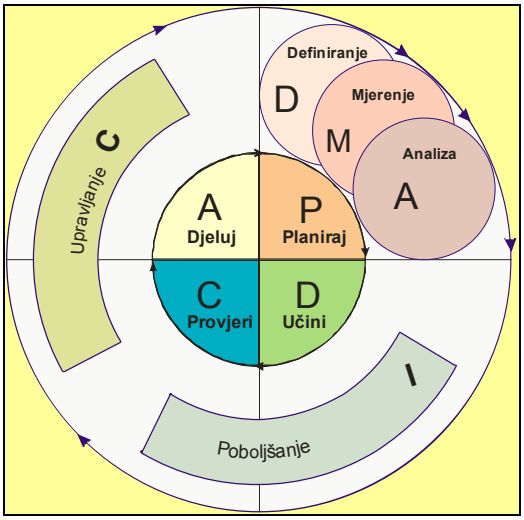
Za analizu podataka u **PDCA** ciklusu najčešće se koriste: Pareto analiza, analiza uzroka i posljedica, dijagramske metode, histogrami i kontrolne karte.



Slika br. 4.23 – PDCA ciklus na realizaciji kontinuiranog poboljšavanja

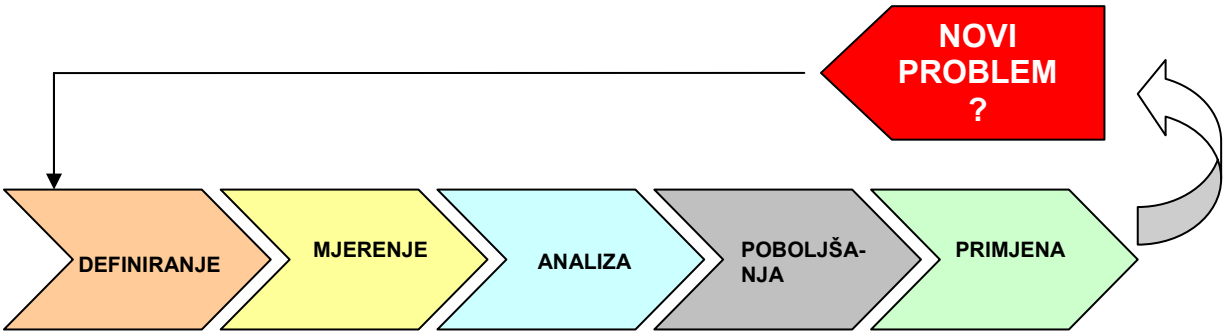
Demingov krug pruža mogućnost sustavnog pristupa realizaciji kontinuiranog poboljšanja (slika br.4.23). Ova tehnika ne osigurava samo mala i postupna poboljšanja, već se uspješno primjenjuje i u velikim projektima i radikalnim promjenama u različitim organizacijama. Primjena **PDCA** ciklusa pokazala se korisnom, kako za elementarni pristup kontroliranju i ispitivanju u skladu s definiranim normama, tako i za upravljanje kvalitetom.

U suštini 6σ metodologije su modificirani PDCA principi poboljšavanja poznati pod nazivom DMAIC (DMADV). Veza PDCA i DMAIC metodologije vidi se na slici br. 4.24.



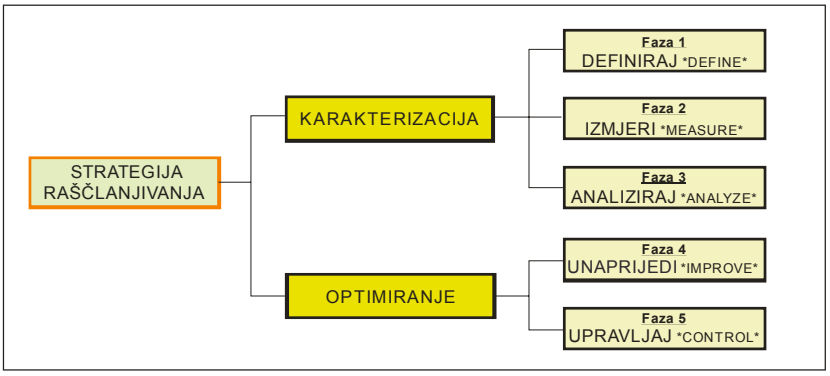
Slika br. 4.24 – Veza PDCA i DMAIC modela poboljšavanja

Slika br. 4.25 prikazuje pet faza metodologije DMAIC:



Slika br. 4.25 – DMAIC metodologija poboljšavanja

Model DMAIC u metodologiji 6σ je i metodologija za rješavanje problema [79], slika broj 4.26.



Slika br. 4.26 – DMAIC metodologija rješavanja problema

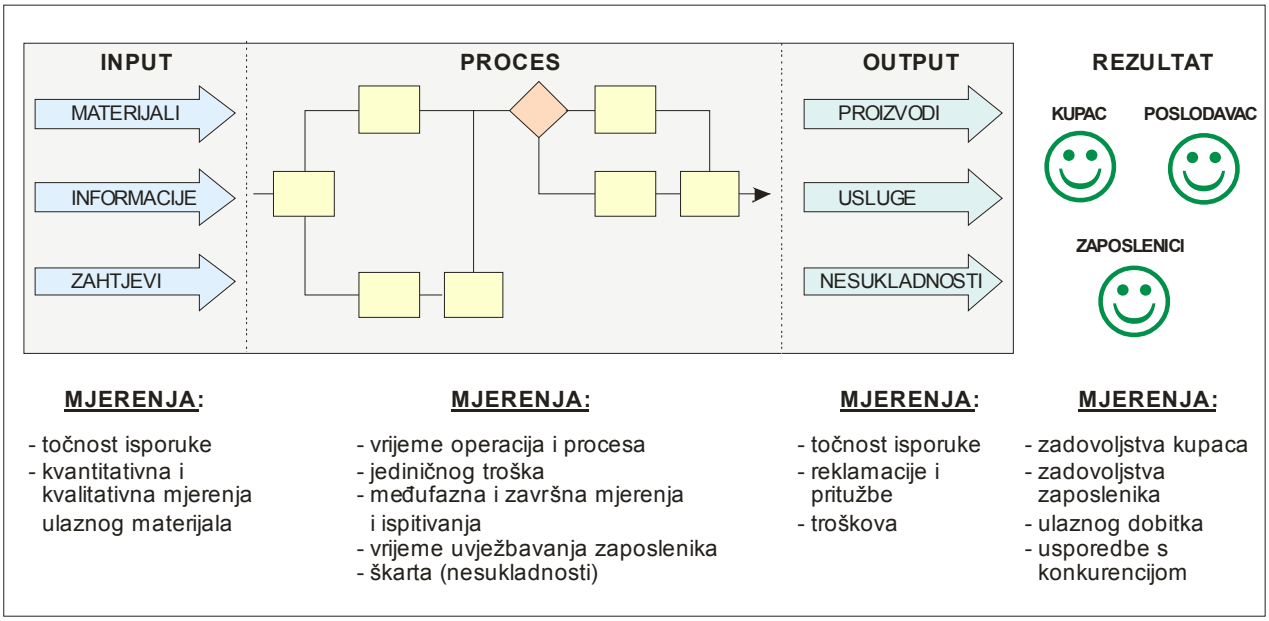
D - definiranje: Faza u kojoj se radni tim snalazi o problemu (koji je projekt, zašto ga rješavaju, tko je kupac, kako se trenutno radi u procesu, što se očekuje od projekta, trajanje projekta i sl.). Radni tim provodi aktivnosti kao što su:

- Analiza razloga za pokretanje projekta
- Utvrđivanje pretpostavki i ograničenja
- Definiranje granica za projekt
- Utvrđivanje ciljeva poboljšavanja uvažavajući poslovne ciljeve i potrebe (očekivanja) kupaca
- Definiranje ključnih karakteristika kvalitete (eng. CTQ – Critical to Quality)
- Povezivanje kritičnih parametara koji dolaze od kupca s kritičnim parametrima procesa, najčešće u tabličnom prikazu (eng.CTC-CTQ – „Kritičnost kupcu – kritičnost za kvalitetu)
- Izrada SIPOC prikaza (Tim prikazuje proces u globalnom planu kroz nekoliko najvećih aktivnosti, potrebnim ulaznim parametrima i rezultatima. Taj grafički prikaz zove se SIPOC – eng. supplier-input-process-customer).
- Izrada plana projekta (eng. work-breakdown structure), kad će svaka faza (D, M, A, I, i C) biti dovršena.

M – mjerenje postojećeg stanja: Tim prepoznaje ključne unutrašnje procese koji utječu na CTQ, te planira i provodi prikupljanje podataka. U početnom stadiju utvrđuje se trenutna „sigma“ razina. Mjerenje se provodi za parametre procesa izabranog u prvoj fazi, a prikazuje se najčešće grafički. Time svaki proces postaje kvantificiran i korištenjem sofisticiranih metoda statistike može se analizirati. Mjerenje se može provoditi na ulazu i izlazu iz procesa, u samom procesu, te kod kupaca što prikazuje slika br. 4.27.

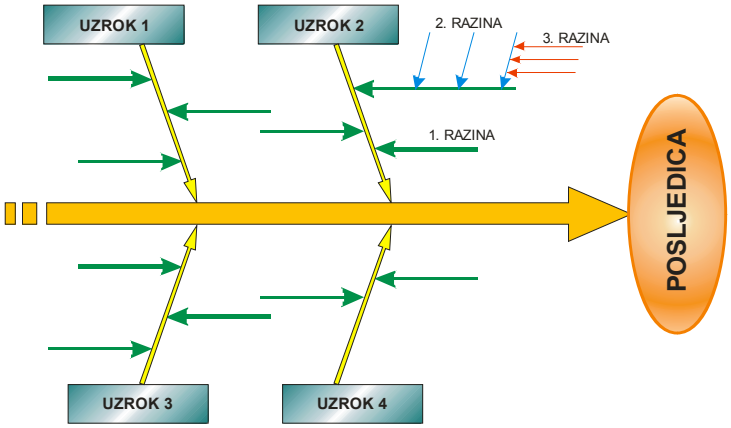
A – analiza sustava: Tim otkriva uzroke varijacija procesa i prepoznaje (izdvaja) ključne varijable (izvore varijacija). Utvrđuju se razlike između trenutne i ciljane „sigma“ razine. Faza analize je zapravo postupak traženja uzroka nesukladnosti (grešaka). Detaljno se "mapira" sam proces, označavaju točke nesukladnosti i traži uzrok. To se provodi korištenjem raznih tehnika analize uzroka (Ishikawa dijagram, FMEA, i dr.). Kad su uzroci prepoznati i potvrđeni provjerom, kreće se u traženje rješenja. Rješenje problema generira se u fazi analize (eng. Analyze), a primjenjuje u fazi unapređenja (eng. Improve).

Kad su glavni uzroci očiti, tim vrlo brzo prelazi na slijedeću fazu. Međutim, kad su uzroci „sakriveni“ u više faktora i kad su veze među njima teško prepoznatljive, ova faza može potrajati.



Slika br. 4.27 – Mjesta mjerenja u DMAIC metodologiji

Uobičajeni faktori koji se istražuju u ovoj fazi su: čovjek, stroj, metode rada, materijal, mjerila i okoliš, poznati pod nazivom **5M+E** (eng. **M**an, **M**achine, **M**ethod, **M**aterijal, **M**easure + **E**nvironmental), kako je prikazano na slici br. 4.28. Ne smiju se zaboraviti veze među faktorima i reflektiranje tih veza na posljedicu.



Slika br. 4.28 – Analiza faktora i posljedica

<u>I – poboljšanje sustava:</u> Tim potvrđuje ključne varijable i određuje mjeru njihovog utjecaja na kvalitetu. Kreativnim pristupom tim mijenja proces s ciljem da se radi brže, bolje i jeftinije. U ovoj fazi provode se korektivne akcije u procesu, izdaje nova dokumentacija, vrše promjene u informatičkom sustavu, provodi edukacija, mijenja oprema, mijenjaju se postupci nadzora, izdaju se nove radne instrukcije i procedure itd. Ovo je kritična faza, jer se u njoj počinje nazirati konačni oblik novog, poboljšanog procesa.
Tim koji rješava projekt često se sreće s problemom izbora optimalne varijante rješenja, što zahtijeva primjenu simulacijskih tehnika (kod složenijih projekata), te primjenu analitike uz adekvatne kriterije (troškovi i zadovoljstvo kupca). Ponekad šampion ili cijeli upravni odbor mora odobriti „zadnje rješenje“.
Provedba aktivnosti u ovoj fazi nije „samo učini“ (eng. just do it). Rješenja se moraju pozorno pripremiti i primjenjivati uz testiranje. Zaposlenici su često osjetljivi na promjene i teško ih

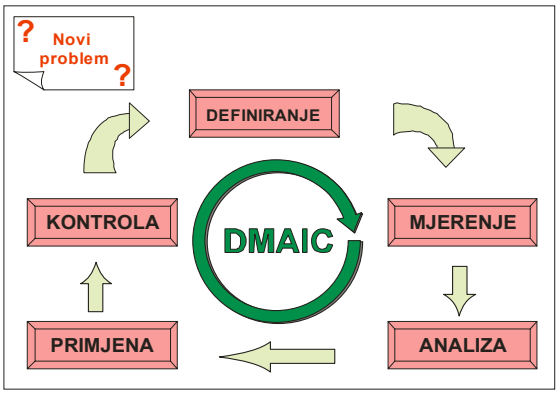
prihvaćaju. Zbog toga tim mora novo rješenje „prodati“ zaposlenicima i poslodavcima, čija je potpora ključna.

C – kontroliranje novog sustava: Zadnja faza u DMAIC metodologiji je faza nadzora (eng. control), odnosno upravljanja. Bitno je da izmijenjeno stanje postane novi standard, te da se osigura kontinuirano upravljanje po novom sustavu. To omogućuje sustav korektivnih i preventivnih akcija u slučaju ponovljenih nesukladnosti (grešaka). Konačni izvještaj znači i kraj rada na projektu, kada se računaju uštede, odnosno sistematiziraju sve promjene napravljene na procesu.

Tim DMAIC u ovoj fazi mora:

- Razviti proces nadzora kako bi se efikasno pratila primjena rješenja
- Izraditi plan otklanjanja problema koji se mogu javiti tijekom primjene
- Odrediti odgovornost zaposlenika koji će koristiti rješenje projekta na svojim radnim mjestima
- Osigurati menadžmentu tvrtke praćenje glavnih promjena i informacije o posljedicama (Y) i ulaganjima (X)

Poslije zadnje faze DMAIC kreće novi proces i rad tima na novim projektima i problemima što je prikazano slikom br. 4.29.



Slika br. 4.29 – Korištenje DMAIC u 6σ projektima

4.6.2 Uloge menadžera i zaposlenika u 6σ metodologiji

4.6.2.1 Opis funkcija u 6σ metodologiji

Jedno od presudnih obilježja „Šest sigme“ je stvaranje nužne kadrovske infrastrukture. Slika broj 4.30 prikazuje tipičnu strukturu za „Šest sigma“ projekte gdje je ključni zadatak pravilno definirati odgovornosti, ovlasti i kompetencije.

Šest sigma projekti zahtijevaju raznolikost vještina, od tehničke analize, statistike, informatike pa sve do razvoja i implementacije rješenja. Šest sigma timovi uključuju pojedince iz raznih odjela i funkcija jedne organizacije. Ove timove također karakterizira i postojanje stroge hijerarhije uloga, kao i kodnih imena pod kojima članovi tima funkcioniraju.

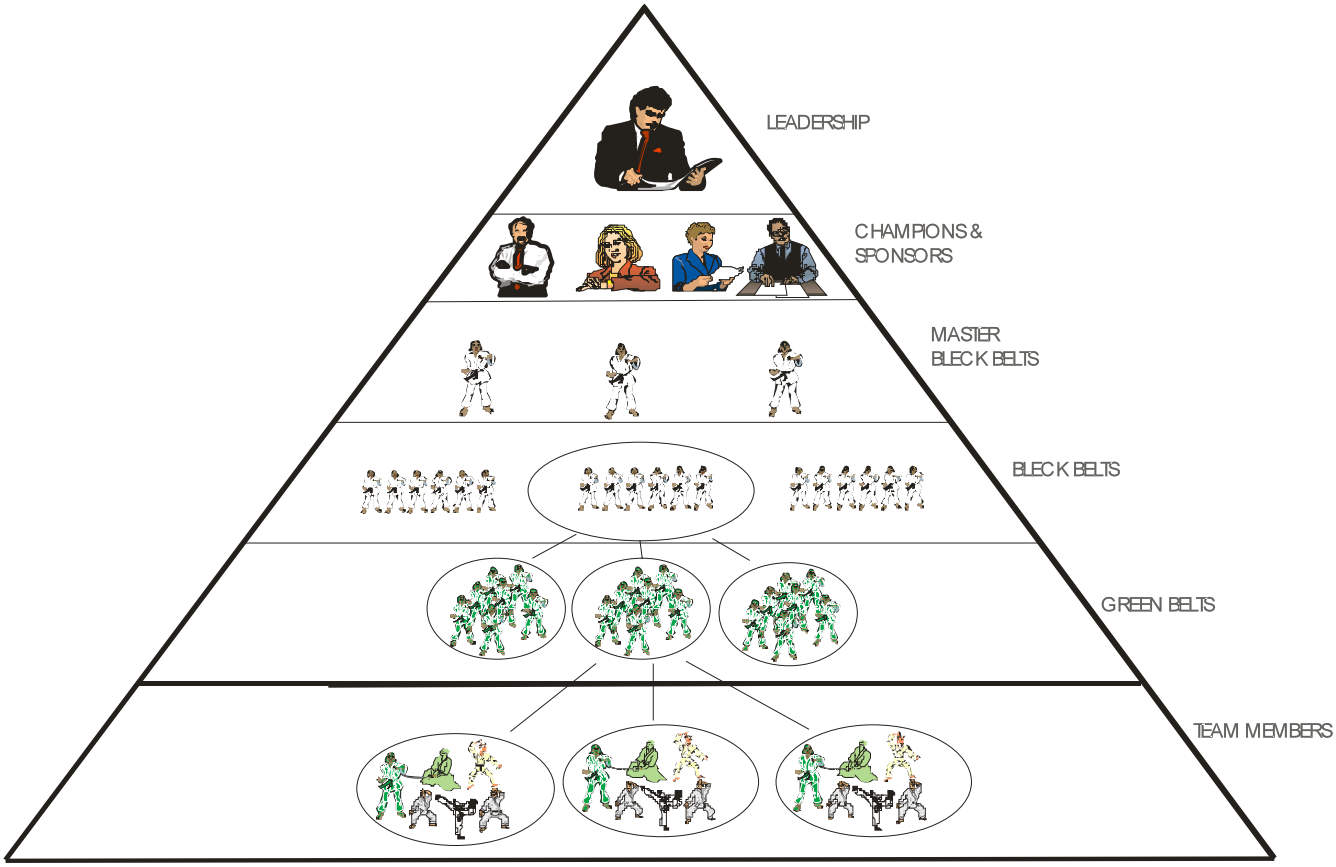
Svaka je pozicija (funkcija) u strukturi je važna, ali pojedinačno sama po sebi nedovoljna za dostizanje ciljeva koje organizacija očekuje od metodologije Šest sigma. Svaka funkcija zahtijeva odgovarajuće školovanje, a nazivi su preuzeti iz istočnjačkih borilačkih vještina. Sami nazivi nisu toliko važni i mogu biti promijenjeni u skladu s konkretnim uvjetima, bitne su funkcije i stupanj osposobljenosti.

Neke funkcije npr. „crni pojas“ i „majstorski crni pojas“ podložne su certificiranju koje je uvjetovano uspješnim završetkom školovanja prema posebnom programu, izvođenjem određenog broja značajnih projekata i polaganjem pismenog i usmenog ispita.

Ključne su funkcije u metodologiji Šest sigma sljedeće:

Glavni menadžer (Leadership)

U najvećem broju slučajeva to je najodgovornija osoba u organizaciji, a često puta tim sastavljen od nekoliko članova. Bez obzira o kojoj se strukturi glavne uprave radi, odlučujuće je da svi članovi uprave budu opredijeljeni i angažirani u metodologiji Šest sigma.



Slika br. 4.30 – Tipična struktura za 6σ projekt

Uloga članova uprave je:

- Definiranje ciljeva
- Izdvajanje specifičnih projekata i raspoloživih izvora
- Uspostavljanje infrastrukture u organizaciji i otklanjanje organizacijskih prepreka na putu uspjeha
- Davanje podrške projektima
- Periodični pregled napretka raznih projekata, te iznošenje novih ideja i davanje pomoći
- Povremeno preuzimanje uloge „pokrovitelja“ projekta i angažiranje u svim kritičnim trenucima
- Školovanje i osposobljavanje u mjeri potrebnoj za podršku i razvoj rada svih ostalih funkcija u infrastrukturi metodologije Šest sigma

Glavno rukovodstvo organizacije mora biti jedinstveno u primjeni metodologije Šest sigma. U protivnom, unosit će kaos i konfuziju u sve napore, te umanjivati motivaciju onih koji nastoje

da metodologija uspije, što će rezultirati velikim razočarenjem svih zaposlenika i slabim rezultatima.

Prvak i pokrovitelj (eng. Champion & Sponsor)

„Prvak i pokrovitelj“ je menadžer vrhovne razine koji promovira i vodi uspostavu Šest sigma metodologije u najvažnijim područjima poslovanja. To je najčešće jedan od članova uprave, koji se u nekim aspektima može usporediti s pozicijom predstavnika uprave (prema ISO 9001:2000, točka 5.5.2).
Šest sigma timovi koji realiziraju projekte poboljšanja trebaju imati slobodu donošenja odluka, ali im koji put treba i uputa vodstva organizacije. Tu osjetljivu ulogu nadgledanja projekata preuzimaju pokrovitelji ili prvaci. U velikim organizacijama Šampionima se dodjeljuju projekti po „full-time“ principu.

Pokrovitelji razumiju filozofiju kao i alate Šest sigme, te imaju sljedeće odgovornosti:

- Definiranje i usklađivanje ciljeva procesa s poslovnim prioritetima i politikama
- Odabiranje projekata za Šest sigmu
- Pribavljanje sredstava za realizaciju projekata
- Koordinacija i rješavanje eventualnih problema pri implementaciji 6σ
- Vođenje i odobravanje promjena i bitnih zaokreta u projektima
- Odabiranje kandidata za BB (Black Belts) trening
- Odabiranje članova tima i njihovo predstavljanje vodstvu organizacije
- Koordinacija rada između različitih timova
- Nadgledanje rada timova na konkretnim projektima
- Izvješćivanje uprave organizacije o rezultatima svih projekata i promoviranje 6σ metodologije

Majstorski crni pojas (eng. Master black belt)

Titula „Majstorski crni pojas“ podrazumijeva pojedinca iz visoke razine tehničko – tehnološke i organizacijske domene s najvišim stupnjem tehničkih i menadžerskih vještina u metodologiji Šest sigma. Djeluje kao savjetnik koji podjednako vlada tehničkim i strateškim vještinama.
U praksi se ova funkcija često zove i „Glavni crni pojas“ ili „Učitelj crnih pojaseva“, a obavlja je zaposlenik koji na Šest sigma projektima radi puno radno vrijeme. Odgovoran je za strategiju, mentorstvo, razvoj i rezultate projekta. U pravilu nije član projektnog tima, ali ga savjetuje i usmjerava pri rješavanju problema. Zadužen je za tehničko vođenje 6σ metodologije.

„Majstorski crni pojas“ mora raspolagati svim znanjima kao i crni pojas, a u teoretskom dijelu treba vladati matematičko – statističkim metodama koje se koriste u 6σ metodologiji. Vodi izobrazbu i trening crnih pojaseva.

Crni pojas (eng. Black belt)

„Crni pojas“ osposobljen je za formiranje, usmjeravanje i vođenje višefunkcionalnih timova za rješavanje problema i poboljšanje procesa. To je osoba izuzeta s drugih dužnosti, angažirana puno radno vrijeme, a plaća se iz projekata koje vodi i realizira.

„Crni pojas“ mora razumjeti sve pojedinosti Šest sigma metodologije, teoriju, strategiju, taktiku i alate Šest sigme. Tehničke podatke konvertira u jezik koji razumiju „Prvaci“ (eng. Champions). U pravilu je vođa tima, te nakon završetka projekta zajedno s odgovornima za

analizirani proces, radi na implementaciji rješenja. Pored tehničkih, mora posjedovati liderske i komunikacijske vještine.

Školovanje za „Crni pojas“ i certificiranje je rigorozno i zahtjevno, a rezultira uspješnim korištenjem alata i samostalnom provedbom cjelokupnih analiza vezanih za Šest sigma projekte.

Zeleni pojas (eng. Green belt)

„Zeleni pojas“ je zaposlenik educiran za primjenu Šest sigma metodologije, koji dio radnog vremena provodi u radu na Šest sigma projektima ili vođenju projektnih timova. Za razliku od crnih pojaseva, zeleni pojasevi većinu radnog vremena provode na svojim radnim mjestima (oko 80%).
Mnoge organizacije, od kojih je najpoznatiji *General Electric*, zahtijevaju od rukovoditelja na svim razinama da budu osposobljeni barem za „Zeleni pojas“. Velik broj zelenih pojaseva jedan je od odlučujućih faktora uspjeha Šest sigme.

Narančasti, žuti, bijeli…. pojasevi

Svi ostali u infrastrukturi Šest sigme, koji nisu prvaci, majstorski crni pojas, crni pojas ili zeleni pojas postaju narančasti, žuti ili bijeli pojasevi. Prostor ne dopušta navođenje detaljnih razlika među njima. Dovoljno je reći da vrsta pojasa ovise o trajanju i sadržaju formalne edukacije, te o aktivnoj ulozi u aktivnostima Šest sigma. Najčešće su to zaposlenici iz raznih funkcijskih odjela koji potpomažu ostvarivanje pojedinih projekata aktivnim radom u timovima. Prikupljaju podatke, provode jednostavnije analize podataka, te pomažu zelenim i crnim pojasevima.

U idealnoj situaciji, svi se zaposlenici educiraju na minimalnoj razini i dobivaju odgovarajući pojas. Upoznajući osnove metodologije Šest sigma, postaju svjesni svoje uloge u realizaciji programa, što smanjuje protivljenje i otpor.

4.6.2.2 Edukacija i trening funkcija u 6σ metodologiji

Poslovna izvrsnost u svojoj osnovi sadrži promjenu mišljenja svih zaposlenika s ciljem stvaranja novog stila i kulture organizacije. Izobrazba je temelj za sve promjene u ljudskom ponašanju. Suvremene organizacije sve više resursa izdvajaju na izobrazbu svojih zaposlenika. Uprave shvaćaju da je izobrazba i usavršavanje zaposlenika jedan od najefikasnijih načina ostvarivanja konkurentske prednosti, temeljna pretpostavka ulaska u tržišnu utakmicu i nadmetanja s konkurencijom za naklonost i povjerenje potrošača. Investicije u izobrazbu zaposlenika postaju ključni pokazatelji razumijevanja onog što se događa u suvremenom (globalnom) poslovanju i konkurenciji. Znanje postaje prednost u poslovnom svijetu, temeljni kapital i ključna poluga razvoja. Prema [88] američke tvrtke na izobrazbu troše oko 2.600 dolara po zaposleniku na godinu, a japanske čak oko 6.500 dolara. Podaci govore da se nastavlja trend ulaganja u izobrazbu. Tako su npr. u 1993. godini kompanije u SAD-u uložile u izobrazbu zaposlenih 48 milijardi dolara, a godinu dana prije samo 32 milijarde dolara [88]. Suvremene organizacije redovito ulažu između 3 i 5% svoga prihoda na izobrazbu zaposlenih. U slučaju reorganizacije, promjene strategije ili druge veće promjene u organizaciji ulaganja su znatno veća. Pravilo ponašanja razvijenih organizacija postaje da svaki zaposlenik treba godišnje provesti određeno vrijeme u „učionici“. Kod nekih je to nekoliko dana, a negdje više tjedana. Što su usluge koje organizacije pružaju sofisticiranije, s više ugrađenog znanja, to je obvezno vrijeme provedeno na izobrazbi duže. Na primjer, zaposlenik u poznatoj svjetskoj tvrtci Arthur Anderson, koja pruža financijske i računovodstvene usluge i konzalting, provede godišnje prosječno 3,5 tjedna u „učionici“. Praksa u Motoroli je da godišnje svaki zaposlenik najmanje 5% radnog

vremena posveti izobrazbi, inženjeri minimalno 10% kako bi ostali na razini novodiplomiranih inženjera, a menadžeri 20% kako bi se spriječilo zastarijevanje postojećeg znanja. U tvrtci General Electric se od menadžera zahtijeva da 50% svog vremena posvete problemima razvoja i izobrazbi, držeći da bi to mogla biti najkritičnija sastavnica menadžerskog posla [88].

Izobrazba postaje najvažnija investicija u vlastitu budućnost i razvoj, a suvremene organizacije postaju mjesta stalnog učenja, obrazovanja i razvoja. One moćnije osnivaju svoje akademije, centre za izobrazbu, sveučilišta, te provode različite seminare i slične oblike izobrazbe, ali ostvaruju i tijesnu suradnju s obrazovnim institucijama izvan organizacije. Na taj način organizacije kreiraju nova znanja, koja „ugrađuju“ u nove tehnologije i proizvode. Te aktivnosti određuju tvrtku kao organizaciju „koja kreira znanja“, čiji je jedini i temeljni posao stalna inovacija u poslovanju. Takve organizacije shvaćaju da su učenje i novo znanje ključ uspjeha, a izobrazba krucijalna za buduće bogatstvo. Danas se ove organizacije zovu „učeće organizacije“ čija je karakteristika stalno učenje zaposlenih i primjena stečenog znanja u poboljšanju kvalitete ili smanjenju troškova poslovanja.

U „učećoj organizaciji“ svaki je zaposlenik uključen u identificiranje i rješavanje problema, omogućujući organizaciji da kontinuirano eksperimentira, mijenja, poboljšava i povećava svoje kapacitete, da raste, uči, povećava zadovoljstvo svojih kupaca i ostvaruje svrhu poslovanja. Druga bitna karakteristika „učećih organizacija“ je širenje znanja kaskadnim sustavom (eng. cascade system) u kojem se znanja na najbrži, često neformalan način šire kroz cijelu organizaciju od vrha do dna. Na primjer, spoznaje o zadovoljstvu kupaca uprava neposredno prenosi odgovornim menadžerima, oni dalje svojim podređenima i tako se znanje širi do dna organizacije. U tom sustavu vodstvo i menadžeri sve više postaju inicijatori, prenositelji, osobe odgovorne za širenje znanja i podizanje ukupne razine vještina i znanja svih zaposlenika u organizaciji.

Jedno od temeljnih načela suvremenog menadžmenta i poslovanja „učećih organizacija“ je uključivanje što većeg broja zaposlenika u procese poboljšavanja. Veće uključivanje zaposlenika znači i veću odgovornost i ovlast koja zahtijeva višu razinu sposobnosti. U tom smislu organizacija mora izobrazbi svih zaposlenika posvetiti određenu pozornost, a naročito zaposlenicima koji će biti direktno uključeni u 6σ timove. Ciljevi izobrazbe za 6σ su:

- Podizanje vještine timskog rada i suradnje
- Poboljšanje odnosa s potrošačima
- Mijenjanje stavova
- Efikasnije upravljanje vremenom
- Povećanje sigurnosti rada
- Povećanje sposobnosti rješavanja problema
- Ovladavanje specifičnim metodama, alatima i radnim postupcima
- Podizanje kreativnosti i kreativnog pristupa
- Snižavanje troškova rada
- Podizanje kvalitete proizvoda
- Povećanje sposobnosti upravljanja rizicima itd.

U Samsungu SDI 1999. godine započela je intenzivna izobrazba za 6σ. U toj godini trening je obavilo: 1.228 „Green Belt“, 30 „Black Belt“, 9 „Master Black Belt“. Međutim, u 2000. godini situacija je bila još bolja: 62 Šampiona, 44 „Master Black Belt“, 192 „Black Belt“, 1.385 „Green Belt“ i „White Belt“ od svih zaposlenih (ukupno 7.818) je bilo educirano. To znači da je 2.8% od svih zaposlenih bilo je „Black Belt“, i 33.4% od svih zaposlenih bilo je „Green Belt“, što je relativno visoki postotak. Tako je u Samsungu SDI „Black Belt“ s punim radnim vremenom glavni je oslonac menadžmenta 6σ metodologije. Kada „Black Belt“ završi s „Black Belt“ tečajevima, postaje „imenovani Black Belt“. Nakon što završi dva „Black Belt“

projekta, postaje „certificirani Black Belt“ ili „Black Belt s punim radnim vremenom“, ovisno o stanju u njegovoj radnoj skupini. Ako „Black Belt“ postane „Black Belt s punim radnim vremenom“, pretpostavlja se da na projektu provodi cijelo radno vrijeme s nekoliko „Green Belt“-a, a mandat mu obično traje godinu dana. Nakon isteka godine dana, njegovi rezultati se ocjenjuju. Ako je uspio održati standarde, može biti „Black Belt s punim radnim vremenom“ još jednu godinu, u protivnom trebao bi biti „certificirani Black Belt“ ili „imenovani Black Belt“.

Trajanje i sadržaj edukacija za crne pojaseve, zelene pojaseve, tečajeve za šampione, vodeće menadžere i dr. nisu usklađeni, te u narednom razdoblju treba očekivati njihovu standardizaciju. Tako npr. crni pojasevi, pokretači 6σ poboljšanja pohađaju tečajeve u trajanju od 3-4 tjedna, na koje se nastavljaju ispiti, te drugi oblici kontinuiranog školovanja, poput konferencija, simpozija, i sl. Prema Institute of Industrial Engineering, USA, (jesen 2003. i proljeće 2004.) provedena je izobrazba u trajanju:

- Six Sigma – Concepts (1 dan)
- Six Sigma – Green Belt (3 dana)
- Six Sigma – Black Belt (3 tjedna)
- Design of Experiments (5 dana)

Zajedničko svim seminarima je izobrazba iz područja metoda, tehnika i alata (statističkih i menadžerskih) koje se koriste u projektima 6 sigma. Seminari su podijeljeni u module tako da se mogu kontinuirano pratiti i prilagođavati potrebama korisnika.

Pored ovih edukacija, članovi 6 sigma timova imaju i treninge na kojima se podučavaju kako primijeniti alate, metode i tehnike u konkretnim problemima. Koncepcija i sadržaj treninga slična je tečajevima za izobrazbu, ali s kraćim vremenom trajanja. Trening je obvezan za sve funkcije u 6 sigma timovima. Prilikom sastavljanja planova i programa za provedbu treninga treba obratiti pažnju na sljedeće:

- Najbolje se znanja usvajaju praktičnim primjerima u stvarnim procesima;
- Treninge treba učiniti zanimljivim, te kontinuirano ponavljati osnovnu ideju 6σ
- Voditi računa o tome kojem pojasu je trening namijenjen;
- Sadržaj koncipirati po principu „od jednostavnog ka složenijem“;
- Koristiti raznolike metode pri obučavanju;
- Ponavljati primjenu metoda i alata toliko puta dok se ne postigne željeni rezultat;
- Kontinuirano naglašavati važnost motivacije i važnost vodećeg menadžmenta.

Prema [42] tipična organizacija s približno 1000 zaposlenih treba imati:

- Majstora crni pojas : 1
- Crni pojas : 10
- Godišnje projekata : 50 do 70 (5 do 7 projekata/crnom pojasu)
- Moguće uštede: 9 do 15 milijuna USD dolara.

4.6.3 Način upravljanja realizacijom 6σ metodologije

Upravljanje 6σ metodologijom u bilo kojoj organizaciji u smislu veličine, djelatnosti, strukture, tehnološkog razvoja i dr. mora biti po principu odozgo prema dolje (**top down**), a nikako u suprotnom smjeru. To znači da je za uspjeh 6σ najodgovornija uprava organizacije od koje sve kreće.

Osnovni alat upravljanja 6σ metodologijom je interna komunikacija u organizaciji. Učinkovito upravljanje provodi se kroz:

- Upravljanje komunikacijama
- Upravljanje promjenama
- Upravljanje rizicima

4.7 Kratki pregled nekih od alata koji se koriste u 6σ metodologiji

U tablici br. 4.5 prikazani su alati koji se mogu koristiti u pojedinim fazama 6σ metodologije.

Tablica br. 4.5 – Pregled nekih od alata koji se mogu koristiti u 6σ metodologiji

R. br.	ALAT	Selekcija projekata	DMAIC				
			D	M	A	I	C
1.	Metoda pondera	x					
2.	Period povrata	x					
3.	Prosječna stopa povrata	x					
4.	Neto sadašnja vrijednost **(Net Present Value – NPV)**	x					
5.	Interna stopa povrata **(Internal Rate of Return- IRR)**	x					
6.	Pareto priroritetni indeks (PPI)	x					
7.	Projektni zadatak – povelja **(Project Charter)**		x				
8.	**SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)**		x				
9.	**RTY (Rolled throughput Yield)**		x				
10.	Glas kupca **(Voice of Customer – VOC)**		x				
11.	Dijagram sličnosti **(Affinity Diagram)**		x		x		
12.	**Kano Model**		x				
13.	**CtQ (Critical to Quality)**		x				
14.	**CoPQ (Cost of Poor Quality**)		x				
15.	**Stakeholder Analysis**		x				
16.	Benchmarking			x	x		
17.	Plan prikupljanja podataka **(Data Collection Plan)**			x			
18.	Kontrolni listovi **(Data Collection Forms)**			x	x		
19.	Kontrolne karte **(Control Charts)**			x	x		x
20.	Prikaz učestalosti **(Frequency Plots)**			x	x		
21.	R&R analiza **(Gage R&R)**			x			
22.	Pareto dijagram			x	x		
23.	Matrice prioriteta **(Prioritization Matrix)**			x			
24.	Analiza načina i utjecaja pogreške **(Failure Modes and Effect Analysis-FMEA)**			x		x	
25.	Sposobnost procesa **(Process Capability)**			x			
26.	Uzorkovanje **(Sampling)**			x	x	x	x
27.	Grupiranje podataka **(Stratification)**			x			
28.	Vremenski dijagram **(Time Series Plots)**			x			
29.	„Oluja mozgova“ **(Brainstorming)**				x	x	
30.	Uzročno–posljedični dijagram **(Cause and Effects Diagrams)**				x		
31.	Planiranje pokusa **(Design of Experiments)**				x	x	
32.	Dijagram toka **(Flow Diagrams)**		x		x	x	x
33.	Testovi hipoteza **(Hypothesis Tests)**				x	x	
34.	Regresijska analiza **(Regression Analysis)**				x		
35.	Dijagram „raspršenosti“				x		
36.	Planiranje pokusa				x		
37.	Alati za planiranje		x			x	
38.	Analiza nepristrane osobe				x	x	
39.	Poka yoke					x	x
40.	Simulacija				x		
41.	Karta kontrole kvalitete procesa (Quality Control Process Chart)						x
42.	Standardizacija						x

5. OPIS ISTRAŽIVANJA

5.1 Kratki opis i cilj poglavlja

Pregledom raspoložive domaće literature s područja menadžmenta, upravljanja kvalitetom i poslovne izvrsnosti nije pronađeno niti jedno istraživanje o primjeni 6σ metodologije u malim organizacijama RH. Prazninu će pokušati popuniti ovo istraživanje izvedeno na hrvatskim poduzećima koja su uspostavila sustav upravljanja kvalitetom prema zahtjevima međunarodne norme ISO 9001 i koja imaju solidnu osnovu da krenu prema poslovnoj izvrsnosti 6σ programom.

Konkretno, u poglavlju se traži odgovor na pitanja:

- Koje su značajke i specifičnosti malih organizacija u odnosu na velike?
- Kakva je informiranost u hrvatskim organizacijama po pitanju primjene 6σ programa?
- Da li se različiti tipovi organizacija razlikuju po svom odnosu prema 6σ programu?
- Koji su razlozi nekorištenja 6σ programa u sustavu upravljanja kvalitetom i procesima poboljšavanja?
- Kad se može očekivati „masovnija“ primjena 6σ programa?
- Kakva su iskustva u primjeni 6σ programa u organizacijama drugih država koje su tretirane kao male ili srednje veličine?

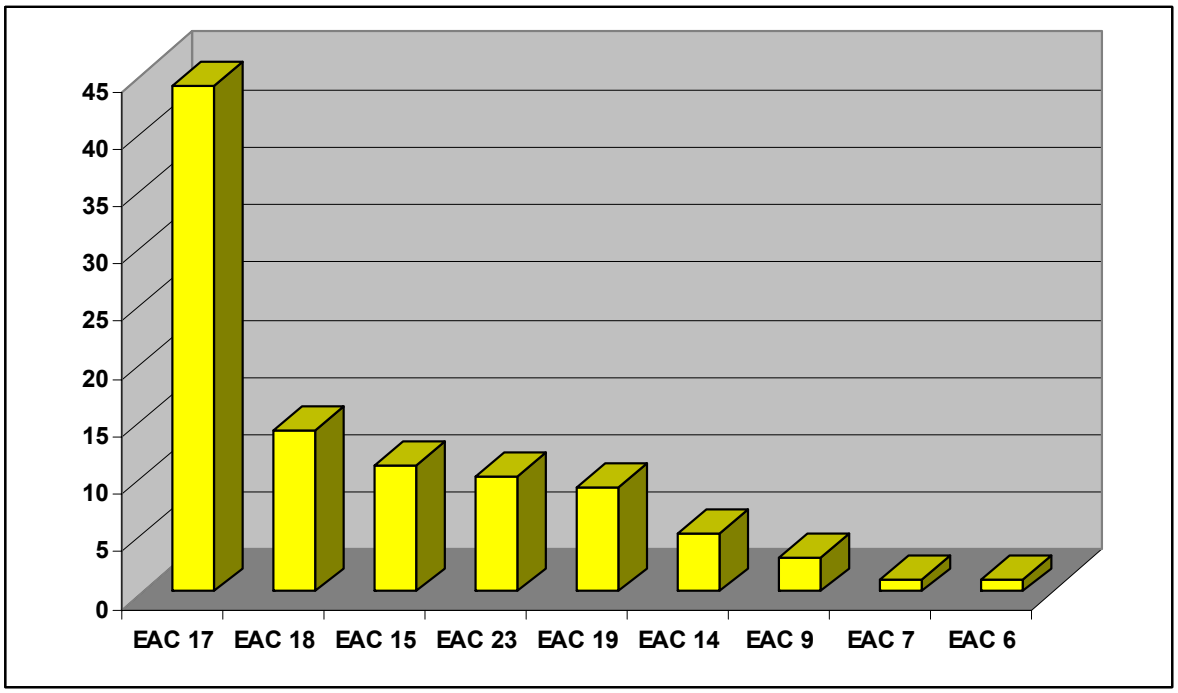
5.2. Populacija za istraživanje

5.2.1 Izbor i opis uzorka za istraživanje

Promatranu populaciju predstavlja oko 1700 organizacija, koja su prema podacima Hrvatskog društva za kvalitetu pri kraju 2007. godine imale usklađen sustav upravljanja kvalitetom sa zahtjevima norme ISO 9001. Određivanje veličine uzorka iznimno je važno, jer ako uzorak nije odgovarajući, postoji vjerojatnost da ciljevi istraživanja ne budu u potpunosti ostvareni. Ako je uzorak premali, dobiveni rezultati mogu biti nedovoljno točni. Ako je uzorak prevelik, istraživanje se može opteretiti nepotrebnim troškovima, a trebat će i više vremena za prikupljanje podataka.
Uzorak se sastoji od 98 organizacija, što iznosi 5,76% promatrane populacije. Po obliku i karakteristikama može se svrstati u kvotni, odnosno namjerni uzorak, što znači da je autor ovog rada izabrao ispitanike na osnovu spoznaja o populaciji. Uzorak je „nestatistički“, zasnovan na prosudbi istraživača. Obuhvaća ispitanike do kojih se u trenutku istraživanja „moglo doći“ i koji su po odluci istraživača kompetentni za davanje traženih odgovora. Jedan od kriterija pri odabiru uzorka bio je i poznavanje djelatnosti, s težištem na strojarskoj i sličnoj proizvodnji, kao i poznavanje članova uprave od strane autora. Djelatnosti ispitanika (organizacija) su različite i razvrstane prema međunarodnoj klasifikaciji (European Acreditation Classification), kako je prikazano u tablici br. 5.1.

Popis organizacija obuhvaćenih istraživanjem prikazuje tablica br. 5.2. Iz tablice je vidljivo da najveći broj organizacija pripada metalnoj industriji (Proizvodi od metala EAC 17, Strojevi i oprema EAC 18, Proizvodi od nemetala EAC 15, Ostala proizvodnja EAC 23), što čini 81% ukupno promatranih organizacija. Pored ovih organizacija, istraživanjem je obuhvaćeno i 19% organizacija koje se bave proizvodima od plastike, drveta, te električnim i optičkim proizvodima.

Struktura svih promatranih organizacija prema grani djelatnosti prikazana je na slici br. 5.1. Istraživanje je osobno proveo autor prema unaprijed pripremljenom upitniku, a sugovornici u organizacijama bili su članovi uprave ili predstavnici uprave za kvalitetu.



Slika br. 5.1 – Struktura promatranih organizacija u uzorku prema EAC klasifikaciji

U tablici br. 5.3 prikazane su organizacije obuhvaćene istraživanjem prema veličini, odnosno broju zaposlenika u trenutku ispitivanja. Vidljivo je da većina organizacija (96%) pripada kategoriji malih i srednjih organizacija (tablica br. 5.4 – Prema zakonu o računovodstvu RH, NN 146/2005).

Prema podacima Ministarstva gospodarstva (tablica br.5.5), rada i poduzetništva za 2005. godinu malo i srednje poduzetništvo predstavlja:

- 99% registriranih poslovnih subjekata
- 55% ukupno zaposlenih u Republici Hrvatskoj
- 44% ukupnog BDP-a
- 60% izvoza Republike Hrvatske

Tablica br. 5.1 – Klasifikacija djelatnosti prema EAC

Kod	EAC klasifikacija djelatnosti	Kod	EAC klasifikacija djelatnosti
01	Poljoprivreda, ribarstvo	21	Zrakoplovna industrija
02	Rudarstvo	22	Transportni uređaji
03	Proizvodnja hrane, pića i duhana	23	Ostala proizvodnja
04	Tekstilna industrija	24	Recikliranje
05	Kožna industrija	25	Opskrba električnom energijom
06	Drvna industrija	26	Opskrba plinom
07	Industrija papira	27	Opskrba vodom
08	Izdavačka djelatnost	28	Konstrukcija
09	Tiskarska industrija	29	Trgovina
10	Proizvodnja ugljena i prerada nafte	30	Hoteli i restorani
11	Nuklearna industrija	31	Transport i komunikacije
12	Kemijska industrija	32	Financije
13	Farmaceutska industrija	33	Informacijske tehnologije
14	Gumeni i plastični proizvodi	34	Inženjering
15	Proizvodi od nemetala	35	Ostale usluge
16	Industrija betona, cementa i sl.	36	Administracija
17	Proizvodi od metala	37	Obrazovanje
18	Strojevi i oprema	38	Zdravstvo
19	Električna i optička oprema	39	Ostale socijalne usluge
20	Brodogradnja		

Tablica br. 5.2 – Pregled organizacija obuhvaćenih istraživanjem

Red. br.	Područje djelatnosti EAC	Broj organizacija	Red. br.	Područje djelatnosti EAC	Broj organizacija
1.	Poljoprivreda, ribarstvo	-	21.	Zrakoplovna industrija	-
2.	Rudarstvo	-	22.	Transportni uređaji	-
3.	Proizvodnja hrane, pića i duhana	-	23.	Ostala proizvodnja	10
4.	Tekstilna industrija	-	24.	Recikliranje	-
5.	Kožna industrija	-	25.	Opskrba električnom energijom	-
6.	Drvna industrija	1	26.	Opskrba plinom	-
7.	Industrija papira	1	27.	Opskrba vodom	-
8.	Izdavačka djelatnost	-	28.	Konstrukcija	-
9.	Tiskarska industrija	3	29.	Trgovina	-
10.	Proizvodnja ugljena i prerada nafte	-	30.	Hoteli i restorani	-
11.	Nuklearna industrija	-	31.	Transport i komunikacije	-
12.	Kemijska industrija	-	32.	Financije	-
13.	Farmaceutska industrija	-	33.	Informacijske tehnologije	-
14.	Gumeni i plastični proizvodi	5	34.	Inženjering	-
15.	Proizvodi od nemetala	11	35.	Ostale usluge	-
16.	Industrija betona, cementa i sl.	-	36.	Administracija	-
17.	Proizvodi od metala	44	37.	Obrazovanje	-
18.	Strojevi i oprema	14	38.	Zdravstvo	-
19.	Električna i optička oprema	9	39.	Ostale socijalne usluge	-
20.	Brodogradnja	-			

Tablica br. 5.3 – Veličine organizacija u istraživanju

KATEGORIJA ORGANIZACIJE	VELIČINA (broj zaposlenika)	BROJ ORGANIZACIJA
S_1	< 50	40
S_2	51 - 100	32
S_3	101 - 250	22
S_4	251 - 500	4

Tablica br. 5.4 – Klasifikacija veličine organizacija

KRITERIJ	STATUS ORGANIZACIJE			
	Mala	Srednja		Velika
	Ako ne prelazi dva od tri kriterija	Ako prelazi dva od tri kriterija	Ako nikad ne prelazi dva kriterija	Ako prelazi dva od tri kriterija
Ukupna aktiva	27.000.000	27.000.000	108.000.000	108.000.000
Ukupni prihod	54.000.000	54.000.000	216.000.000	216.000.000
Broj zaposlenika	50	50	250	250
Napomena: Podaci su izraženi u kunama, prema Zakonu o računovodstvu u RH, NN 146/2005				

Tablica br. 5.5 – Pregled broja gospodarskih subjekata i broja zaposlenih u RH

Veličina organizacije	Pregled broja gospodarskih subjekata i broja zaposlenih u RH					
	2003.		2004.		2005. (procjena)	
	Broj gospodarskih subjekata	Broj zaposlenih	Broj gospodarskih subjekata	Broj zaposlenih	Broj gospodarskih subjekata	Broj zaposlenih
Velika	889	375.081	962	386.980	1.041	399.247
Srednja	2.597	158.971	2.692	156.407	2.791	156.420
Mala	64.598	262.844	65.327	268.389	66.065	274.052
Zadruge	903	4.750	1.081	5.533	1.292	5.649
Obrti	100.061	138.582	103.517	144.811	105.393	150.943
UKUPNO	**169.048**	**940.228**	**173.579**	**962.120**	**176.582**	**986.311**

Izvor podataka: FINA, HGK

Značaj malih organizacija u gospodarstvu i drugih država je očigledan. Početkom 2000. godine vladina agencija Velike Britanije u svojem je izvješću pokazala da je 99,8% poslovnih sustava diljem Velike Britanije klasificirano kao mali i srednji poslovni sustavi, koji broje oko 56% ukupno zaposlenih u državi [15]. Prema U.S. Census Bureau statistics, 98% organizacija u SAD-u ima po 20-tak zaposlenika. Ako se tome doda da više od 30% sveukupne prodaje u SAD-u ostvaruju organizacije s manje od 100 zaposlenika, a uzimajući u obzir gore navedene podatke o malim i srednjim organizacijama kod nas i u Europi, potvrđuje se ekonomska opravdanost istraživanja mogućnosti primjene 6σ programa u malim organizacijama.

Osim po veličini, organizacije uzete u promatrani uzorak klasificirane su prema obliku vlasništva (tablica br. 5.6).

Tablica br. 5.6 - Oblik vlasništva u promatranom uzorku

Struktura vlasništva organizacije	❑ državno	-
	❑ dioničko društvo	24
	❑ s ograničenom odgovornošću	57
	❑ privatno vlasništvo	17

5.2.2 Karakteristike malih organizacija

Prednosti malih organizacija u odnosu na velike su:

- Potreban manji temeljni kapital,
- Podugovaranje poslova,
- Direktna povezanost menadžera s kupcima,
- Brzo donošenje i brza realizacija odluka,
- Bolja kontrola i nadzor nad procesima,
- Lakše prilagođavanje promjenama (zbog fleksibilnosti proizvodnog programa),
- Visok stupanj učinkovitosti omogućava kooperaciju s velikim organizacijama,
- Kraće linije komunikacije, svi komuniciraju sa svima,
- Bolja informiranost zaposlenih, zbog manjeg broja informacijskih tokova i smanjene mogućnosti gubitka ili pogrešne informacije,
- Jedan zaposlenik zadužen za veći broj aktivnosti, odnosno procesa (vrlo često svi rade sve),
- Potenciran individualni stručni rad, što je dobar preduvjet inovacijama,
- Lojalnost zaposlenika organizaciji,
- Fokusiranje na trening.

Nedostaci malih organizacija u odnosu na velike su:

- Ograničeni financijski resursi,
- Ograničene investicije,
- Fokusiranje na operativne poslove prije planiranja,
- Nedostatak strateškog planiranja,
- Odlučivanje u cilju kratkoročne profitabilnosti,
- Ograničeni ljudski resursi, što je posebno uočljivo kada je potrebno izdvojiti čovjeka, ili tim za izgradnju sustava upravljanja kvalitetom ili edukaciju,
- Nedostatak interne izobrazbe,
- Oskudna dokumentacija, rijetko definirana u pisanom obliku, vođenje zapisa samo gdje je neophodno ili zahtijevano zakonom,
- Nizak stupanj standardizacije.

Pored navedenog, specifičnosti malih organizacija u procesu poboljšavanja sustava upravljanja kvalitetom odnose se na:

a) Opseg i preciznost dokumentacije sustava kvalitete,
b) Upravljanje dokumentacijom,

c) Ulogu predstavnika uprave za kvalitetu,
d) Provedbu internih prosudbi,
e) Postupke poboljšavanja sustava kvalitete.

a) Specifičnosti vezane za opseg i preciznost dokumentacije sustava kvalitete

Opseg i detaljnost dokumentacije sustava upravljanja kvalitetom ovisi o metodama koje se koriste, potrebnim vještinama, kvalifikaciji zaposlenika, izobrazbi koja se provodi, te opsegu nadzora i kontrole nad procesima. Opsežna dokumentacija i detaljno formaliziranje ne daje obvezno bolju kvalitetu proizvoda i bolju kontrolu nad procesima. Gdje je prava mjera? U radu „Help for SME!s“ autor kaže: „Sve u svemu, za male i srednje organizacije ISO 9001:2000 možda neće biti takva glavobolja kao što se očekivalo.“. Pored priručnika o kvaliteti, norma zahtijeva samo 6 dokumentiranih postupaka, i to:

1. Upravljanje dokumentima
2. Upravljanje zapisima
3. Upravljanje nesukladnim proizvodima
4. Interna prosudba
5. Korektivne aktivnosti i
6. Preventivne aktivnosti.

U svim drugim slučajevima, vodstvo organizacije mora odlučiti da li su potrebni i drugi dokumentirani postupci za realizaciju procesa u organizaciji. Ovo rješenje čini se dosta elegantno i lako ostvarljivo. Međutim, u malim organizacijama teško je osigurati reguliranost procesa primjenom adekvatnih normativnih akata, tehničke regulative, tehnološke i ugovorne dokumentacije. Zato je potrebno odgovarajućim dokumentima regulirati procese i aktivnosti u svim situacijama gdje bi nedostatak dokumentacije mogao izazvati greške u radu.

b) Specifičnosti vezane za upravljanje dokumentacijom

Ovo je tipično preuveličan zahtjev sustava upravljanja kvalitetom kad su u pitanju male organizacije. Formiranje velikog broja kopija i vođenje lista distribucije predstavlja za male organizacije nepotrebnu administraciju, gubljenje vremena i nepotrebni trošak. Potreban broj primjeraka dokumenta određuje se tako da se osigura raspoloživost i dostupnost dokumenta onome tko po njemu treba raditi. Ako se svi djelatnici nalaze u istoj prostoriji, svakako je dostatan jedan primjerak dokumenta. Ako su zaposlenicima dostupna računala, kontrola dokumenata se može osigurati pomoću odgovarajućeg programa, bez upotrebe „papirnatih“ verzija dokumenata.

Vodeći računa o tome da sustav upravljanja kvalitetom zahtijeva da dokumentacija bude pod kontrolom, treba izabrati najjednostavniji i najpraktičniji način da se važeće verzije i izdanja dokumenata stave korisnicima na raspolaganje. Ovaj princip vrijedi, kako za interne, tako i za eksterne dokumente.

c) Specifičnosti vezane za ulogu predstavnika uprave za kvalitetu,

Naravno, kada broj zaposlenih i organizacija poslova dozvoljavaju, najbolje je delegirati nadležnosti, kako za sustav upravljanja kvalitetom tako i za sve ostale poslove. Ključna uloga za održavanje i poduzimanje mjera poboljšavanja u sustavu kvalitete je na predstavniku uprave za kvalitetu. Zato najviša uprava treba odrediti predstavnika uprave dajući mu ovlaštenja da rukovodi sustavom upravljanja kvalitetom, prati, vrednuje i koordinira njegovo funkcioniranje. Predstavnik uprave treba izvještavati najvišu upravu, komunicirati s

korisnicima i ostalim zainteresiranim stranama po pitanjima koja se odnose na kvalitetu i sustav upravljanja kvalitetom. Zbog nedostatka zaposlenika često ulogu predstavnika za kvalitetu preuzima najodgovornija osoba u organizacije (vrlo često u malim organizacijama – obrtima).

d) Specifičnosti vezane za provedbu internih prosudbi

Sustav upravljanja kvalitetom zahtijeva da interni prosuditelji budu osposobljeni i nezavisni od aktivnosti koje prosuđuju. Ovo predstavlja poseban problem malim organizacijama. IQA smjernica [93] za male organizacije daje nekoliko preporuka o načinu organizacije internih prosudbi:

1. Tamo gdje je moguće, treba organizirati da administrativno osoblje vrši provjeru u proizvodnom dijelu organizacije i obrnuto. Time se omogućava nezavisnost, ali se također razvija i razumijevanje za probleme drugih struka u organizaciji.

2. Kod veoma malih organizacija (tri i manje zaposlenika) može se ostvariti kombinacija internih prosudbi i ocjene sustava kvalitete od strane uprave. To bi se provodilo temeljitim pregledom kompletne dokumentacije i zapisa, a na osnovu rezultata pregleda izvršile bi se analize i provele odgovarajuće mjere. Moraju postojati dokazi da su obuhvaćeni svi elementi i aspekti sustava upravljanja kvalitetom, kao i da su nalazi pregleda i rezultati analize objektivni (utvrđeni na osnovu činjenica).

e) Specifičnosti vezane za postupke poboljšavanja sustava kvalitete

Kao i u velikim sustavima potrebno je razmotriti povratne informacije i podatke iz funkcioniranja sustava kvalitete radi poduzimanja određenih aktivnosti. Rukovodstvo mora prikupljati i analizirati podatke o funkcioniranju sustava kvalitete (rješavanje nesukladnosti, reklamacije kupaca, reklamacije prema dobavljačima, korektivne i preventivne mjere, interne prosudbe, realizacija ciljeva i planova, itd), kako bi se mogle sagledati mogućnosti za poboljšavanje. Poboljšanja su nekad jednostavna, brza i lako primjenljiva da je čudno kako se prije nisu primijetila i realizirala. Ponekad zahtijevaju vrijeme i resurse koji su u malim organizacijama ograničeni.

Korištenje statistike, alata i metoda kod malih organizacija (i velikih) je definitivno najkritičnija točka u procesu poboljšavanja i razvoja. Iz tih razloga se u ovom radu i provodi istraživanje vezano uz korištenje statistike i alata u sustavu kvalitete.

Osim primjene statistike i alata, u malim organizacijama je problem izmjeriti i utvrditi rezultate postignute primjenom sustava upravljanja kvalitetom u određenom vremenskom periodu. Da bi se to realiziralo potrebno je: definirati parametre kojima se mjeri poboljšanje; definirati metodologiju za mjerenje i obradu podataka; redovno prikupljati podatke koji se formuliraju usporedivim veličinama. Uvijek je potrebno postaviti prema definiranim parametrima ciljeve poboljšanja, kako bi se postignuto poboljšanje moglo uspoređivati sa željenim.

Pored navedenih specifičnosti malih organizacija postavlja se pitanje zašto toliko malih organizacija „propada“. Najnovija istraživanja [92] potvrđuju glavne razloge koji na to utječu:

- Nedostatak iskustva,
- Nedovoljna tehnička znanja (znanja o tehnologijama),
- Slabo istraživanje tržišta,
- Slabo mjerenje zadovoljstva kupaca,
- Nesposobnost vođenja administrativnih poslova,

- Neujednačenost tijeka poslovanja,
- Nepripremljena predviđanja financijskog tijeka,
- Podcjenjivanje tržišta,
- Slabe analize poslovanja,
- Donošenje odluka na temelju osjećaja,
- Preoptimistične procjene potražnje na tržištu,
- Nemogućnost dobivanja kredita i dr.

Za uspješno poslovanje male organizacije potrebno je:

- Proizvod ili usluga koji odgovaraju postojećem tržištu,
- Postojanje marketinških i organizacijskih sposobnosti vodstva,
- Raspolaganje odgovarajućim resursima kao što su kapital, prostor, oprema i ljudi,
- Predanost i sposobnost vodstva.

Nakon razmatranja specifičnosti malih organizacija postavlja se pitanje: Što male organizacije mogu očekivati od procesa poboljšavanja u sustavu kvalitete?

1. Smanjenje troškova poslovanja – sasvim sigurno. Male organizacije su ustrojene na način koji minimizira troškove poslovanja na koje se brzo i lako može utjecati. Koliko god bile dobro ustrojene uvijek postoji prostor za poboljšanje poslovanja koje se na neki način odražava na troškove poslovanja. Prilike za smanjenje troškova treba prepoznati, vrednovati, te pokrenuti projekte za njihovu realizaciju.

2. Povećanje ukupne efikasnosti – vjerojatno. Većina malih organizacija je ustrojena na način koji je vrlo efikasan u smislu iskorištenja vremena i prostora. Zaposleni su uglavnom univerzalno osposobljeni i rade više poslova. Linije komunikacija su direktne. Informacije se prenose brzo. Međutim, prostora za skraćivanje vremena realizacije poslova uvijek ima i poboljšanja trebaju biti prepoznata.

3. Očuvanje znanja – da. Dobro postavljen i razvijen sustav kvalitete omogućava da su pravila odvijanja procesa i obavljanja poslovnih aktivnosti raspoloživa svima. To je višestruko korisno. Prije svega zbog česte fluktuacije zaposlenih. Sustav zapisa i dokumentiranih postupaka u procesima omogućava novim zaposlenicima da relativno brzo ovladaju svojim poslovima.

4. Povećanje zadovoljstva kupaca – sasvim sigurno. Poboljšanja koja nisu usmjerena prema kupcima uvijek su upitna. Bez obzira na svoju veličinu i specifičnosti poslovanja male organizacije moraju voditi brigu o zadovoljstvu svojih kupaca te provoditi periodične ocjene tog zadovoljstva. Nakon ocjena moraju se poduzimati mjere poboljšavanja.

5. Bolje upravljanje – da. Činjenica je da se u malim organizacijama dokumentiraju (zapisuju) samo parametri poslovanja koji se zakonom zahtijevaju i koji su neophodni za operativno funkcioniranje. Rukovodstvo rijetko ima na raspolaganju objektivno i transparentno prikazane parametre poslovanja potrebne za donošenje odluka i usmjeravanje poslovnih aktivnosti. Zbog toga je u sustavu kvalitete i postupcima poboljšanja potrebno osigurati da se ovi podaci prikupljaju preko utvrđenog sustava zapisa, kao i da se njihovom analizom formiraju podaci potrebni za upravljačke odluke.

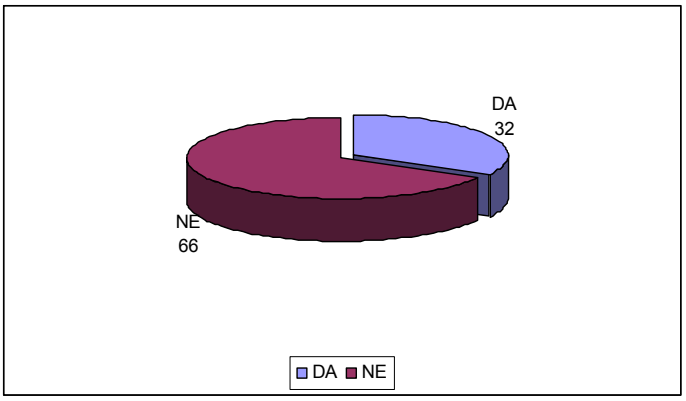
6. Veću motiviranost zaposlenika – sigurno. Svako poboljšanje uvodi red u organizaciju. Ako je taj red upotpunjen većim zaradama i boljom organizacijom rada, sigurno će i motivacija zaposlenika biti veća. Kako u velikim, tako i u malim organizacijama, nagrada za dobro obavljen posao postala je i bit će vrlo dugo, glavni pokretač budućih aktivnosti svakog

zaposlenika. Upravo na ovoj činjenici temelji se uspjeh svih organizacija koje su uspjele sa 6σ programom.

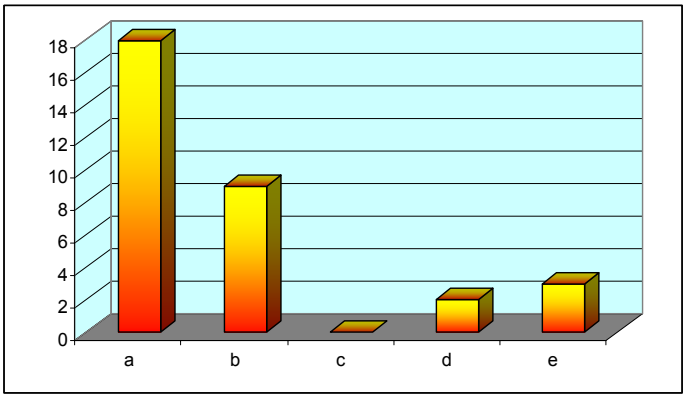
5.3 Analiza prikupljenih podataka

5.3.1 Primjena i informiranost organizacija o 6σ programu

Istraživanja o 6σ metodologiji provedena u organizacijama pokazala su slabu opću informiranost anketiranih (najodgovorniji zaposlenici u organizaciji). Od 98 ispitanika, svega 32 su čuli za 6σ program (slika broj 5.2). Ispitanici su za 6σ program „čuli“ na seminarima iz područja sustava upravljanja kvalitetom i putem stručne literature što je prikazano na slici br. 5.3.

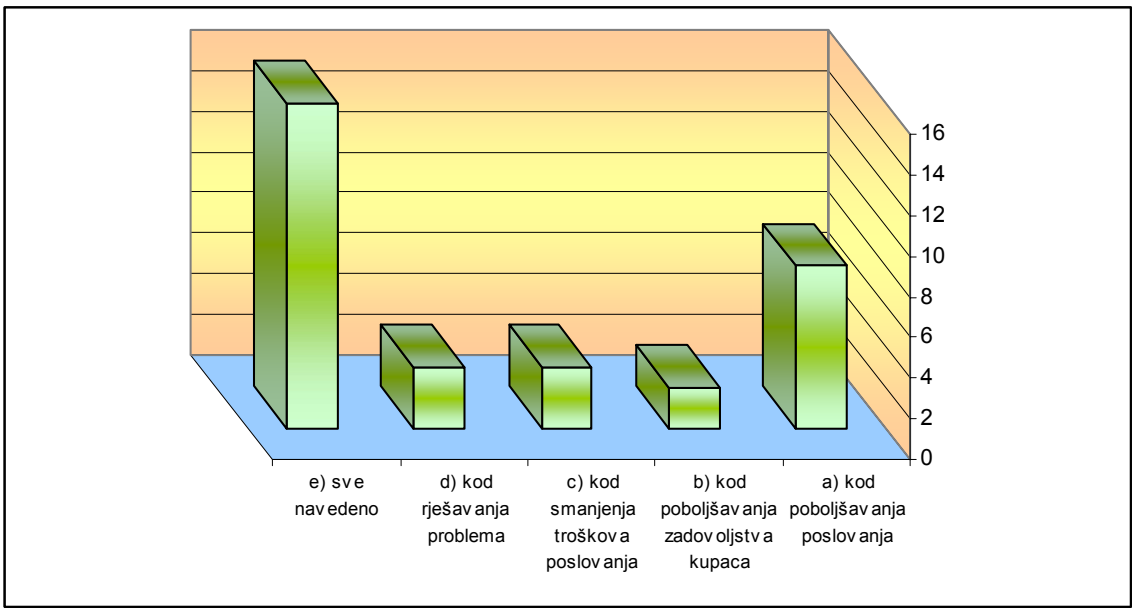


Slika br. 5.2 - Opća informiranost o 6σ programu



Slika br. 5.3 - Prilike gdje su ispitanici čuli za 6σ program:
a) na seminarima; b) iz literature; c) iz medija;
d) od certifikacijskih kuća e) ostale situacije

Slika broj 5.4 prikazuje područja primjene 6σ programa prema mišljenju ispitanika koji su se izjasnili da su čuli za 6σ program. Uočava se da ispitanici prepoznaju njegovu ulogu i da ih se najviše izjasnilo da se program koristi kod svih ponuđenih opcije, a to je: poboljšavanja sustava, rješavanje problema, smanjenja troškova poslovanja te rješavanja problema vezanih za zadovoljstvo kupaca.



Slika br. 5.4 – Gdje se koristi 6σ program?

5.3.2 Analiza faktora koji utječu na neprimjenu 6σ programa u malim organizacijama

Provedenim istraživanjem došlo se do 9 utjecajnih faktora na nekorištenje 6σ metodologije:

1. **F_1** – nedostatak znanja
2. **F_2** – kulturološki razlozi
3. **F_3** – slaba informatička podrška
4. **F_4** – nedovoljan angažman najviše uprave
5. **F_5** – veličina organizacije
6. **F_6** – vrsta djelatnosti organizacije
7. **F_7** – spremnost na poboljšavanje
8. **F_8** – pojedinačna proizvodnja
9. **F_9** – nitko ne zahtijeva

Nedostatak znanja kod zaposlenika je faktor koji su prepoznali skoro svi sugovornici tijekom intervjua . Naglasak je kod najvišeg vodstva i kod svih razina menadžmenta. Poboljšavanje poslovanja u organizacijama nije moguće bez „pravih“ znanja. Ispitanici ističu problem odsutnosti iz organizacije tijekom izobrazbe i to najvažnijih zaposlenika. To je posebni problem kod malih organizacija.

Kulturološki razlozi kao prepoznati faktor se ističu zbog razlike u pristupu poslu i radnoj kulturi naših zaposlenika i predanosti organizaciji. Navode se razlike u odnosu na japanski mentalitet zaposlenika koji su spremni raditi na poboljšavanjima u okviru svojih procesa tijekom i van radnog vremena. Faktor je povezan s motivacijom zaposlenika koji su spremni uložiti fizičke i intelektualne napore za poboljšavanje proizvoda i procesa uz adekvatno i pošteno nagrađivanje.

Slaba informatička podrška još uvijek je prisutna kod manjeg broja naših malih proizvodnih organizacija. To se posebno ogleda u prilagodbi kvalitetnih softwera i znanja u njihovom korištenju. Jedan manji dio ispitanika navodi problem nekorištenja raspoložive oprema iz neopravdanih razloga.

Nedovoljan angažman najviše uprave je definitivno najvažniji faktor u bilo kojoj aktivnosti organizacije pa tako i u primjeni 6σ metodologije. Prepoznavanje ovog faktora govori da je većina organizacija svjesna značaja, uloge i angažmana najvišeg vodstva. Bez stvarne podrške vodstva nema ni primjene 6σ programa.

Veličina organizacije kao faktor ističe se prvenstveno zbog specifičnosti malih organizacija u odnosu na velike poslovne sustave. Kako su svi rezultati postignuti 6σ metodologijom vezani uz velike organizacije, mišljenje sugovornika je bilo da je to program isključivo prilagođen samo „velikim“. Kod malih proizvodnih organizacija ističe se „kronični“ problem nedostataka ljudskih i financijskih sredstava.

Vrsta djelatnosti organizacija navodi se kao faktor koji ima utjecaja na primjenu 6σ programa isključivo radi specifičnosti poslovanja pojedinih organizacija u gospodarskim uvjetima. Ističe se posebna povoljnost primjene 6σ metodologije u proizvodnim organizacijama.

Ispitanici ističu značaj spremnosti organizacije za implementaciju 6σ programa. Spremnost se ogleda u dobrom i efikasnom sustavu kvalitete koji funkcionira i u kojem se poduzimaju mjere poboljšavanja.

Pojedinačnu proizvodnju kao faktor za ne korištenje 6σ metodologije navodi nekolicina sugovornika. Misli se da je serijska i visoko serijska proizvodnja povoljnija za primjenu ovog programa.

Ne nekorištenje 6σ metodologije iz razloga što to nitko ne zahtjeva može se pripisati mentalitetu i načinu razmišljanja jednog dijela našeg menadžmenta. Prepoznavanje značaja programa je očevidno ali njegovu primjenu nitko ne zahtjeva i zbog toga to može čekati „bolja vremena“

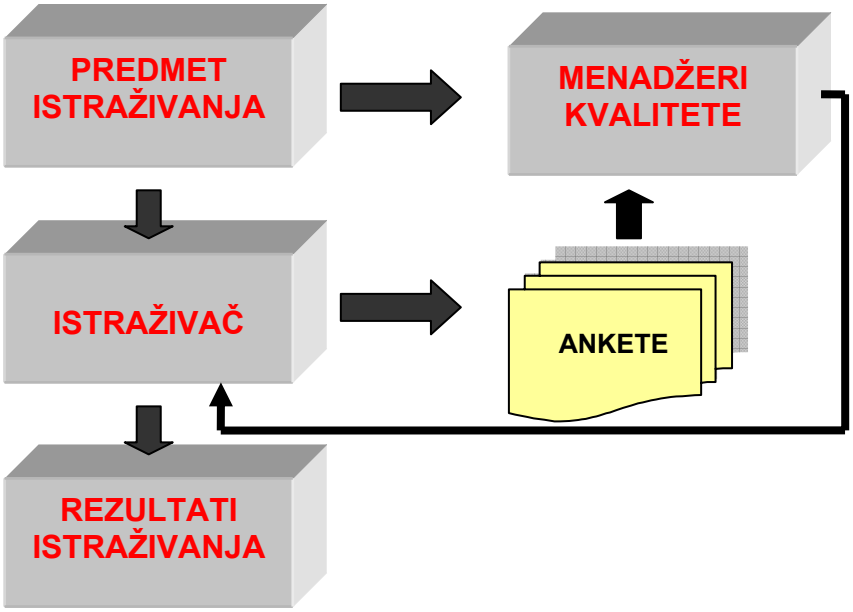
Nakon izvršenog prepoznavanja faktora, provodi se rangiranje s ciljem sagledavanja razine utjecaja pojedinih faktora.

Značaj poznavanja razine utjecaja ogleda se u:

- mogućnosti promjene uvjeta koji negativno utječu na nekorištenje 6σ metodologije
- spoznaji uzroka pojava određenih stanja i
- poduzimanju mjera za promjenu faktora

Definirajući rang utjecaja, na primjer faktora F_3 (slaba informatička podrška) na neprimjenu 6σ programa u malim organizacijama, može se analizirati u kojoj mjeri je opravdano u tom dijelu poduzimati mjere za poboljšanje u smislu softverske i hardverske podrške kao i osposobljavanja za primjenu informatičkih tehnologija s ciljem podizanja ukupne razine poboljšanja u sustavu upravljanja kvalitetom i osiguranja preduvjeta za pokretanje programa poslovne izvrsnosti.

U konkretnom slučaju primijenjena je metoda apriornog rangiranja faktora čiji se rezultati prezentiraju u daljnjem radu. Strukturna shema primjene metode apriornog rangiranja prikazana je na slici br. 5.5.



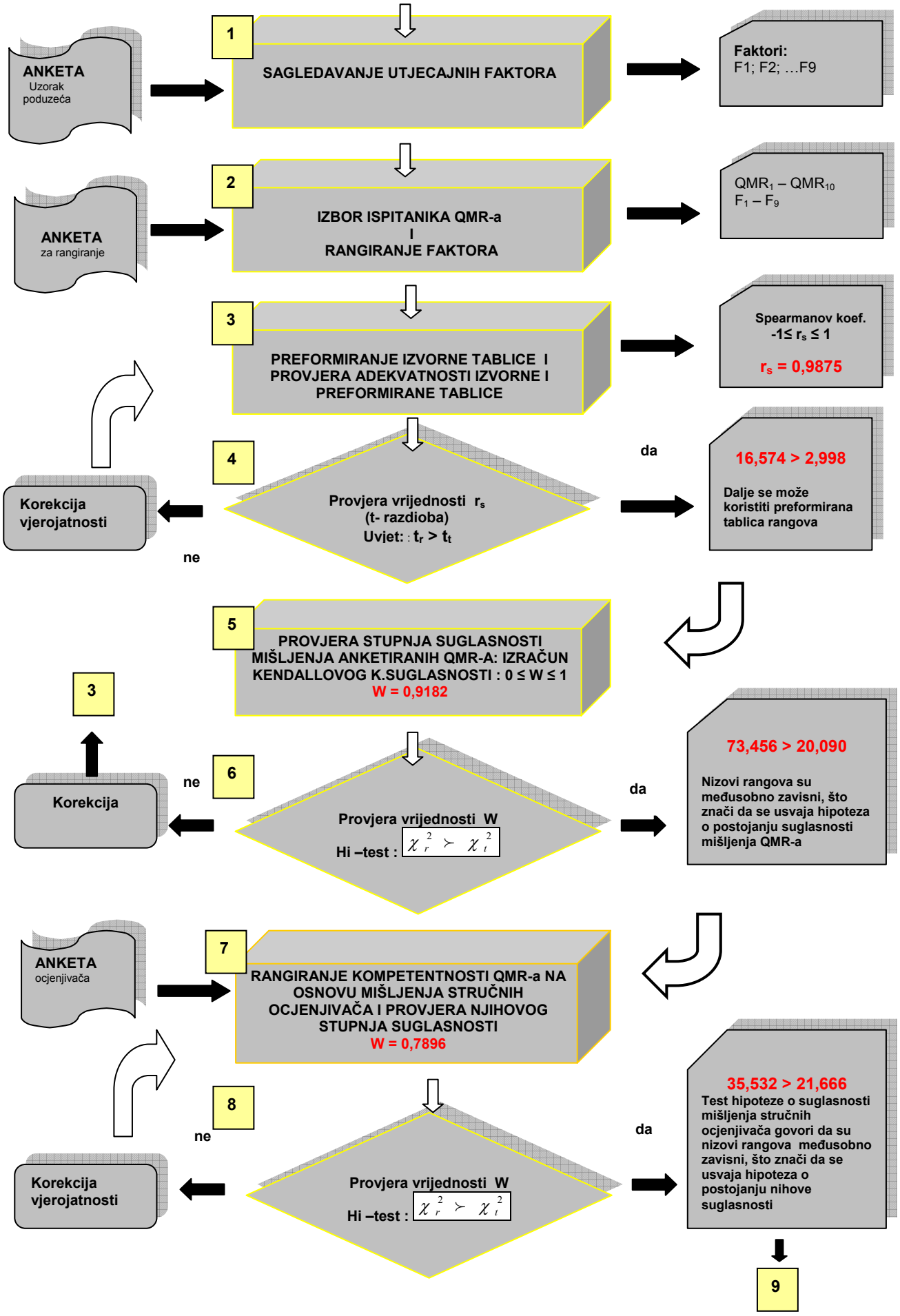
Slika br.5.5 – Strukturna shema primjene metode apriornog rangiranja

5.3.2.1 Postupak provođenja rangiranja

Postupak provođenja rangiranja i analize prikazan je na slici br.5.6

Rangiranje provodi 10 odabranih QMR-a iz malih proizvodnih organizacija. Vrši se dodjeljivanjem rangova svakom faktoru ; rang 1 najutjecajnijem, rang 9 najmanje utjecajnom. Faktorima s jednakom utjecajem dodjeljuje se isti rang.

Ispitanici su koristili mogućnost dodjeljivanja istih rangova za različite faktore. Zato je potrebno preformirati rangove. Faktori s istim rangom dobivaju novi rang, jednak srednjoj vrijednosti mjesta koji su faktori podijelili između sebe.


ANKETA
Uzorak poduzeća
1
SAGLEDAVANJE UTJECAJNIH FAKTORA
Faktori:
F1; F2; …F9
ANKETA
za rangiranje
2
IZBOR ISPITANIKA QMR-a
I
RANGIRANJE FAKTORA
QMR1 – QMR10
F1 – F9
3
PREFORMIRANJE IZVORNE TABLICE I PROVJERA ADEKVATNOSTI IZVORNE I PREFORMIRANE TABLICE
Spearmanov koef.
-1≤ rs ≤ 1
rs = 0,9875
4
Provjera vrijednosti rs
(t- razdioba)
Uvjet: : tr > tt
da
16,574 > 2,998
Dalje se može koristiti preformirana tablica rangova
Korekcija vjerojatnosti
ne
5
PROVJERA STUPNJA SUGLASNOSTI MIŠLJENJA ANKETIRANIH QMR-A: IZRAČUN KENDALLOVOG K.SUGLASNOSTI : 0 ≤ W ≤ 1
W = 0,9182
3
6
Provjera vrijednosti W
Hi –test : χ2r ≻ χ2t
da
73,456 > 20,090
Nizovi rangova su međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju suglasnosti mišljenja QMR-a
Korekcija
ne
ANKETA
ocjenjivača
7
RANGIRANJE KOMPETENTNOSTI QMR-a NA OSNOVU MIŠLJENJA STRUČNIH OCJENJIVAČA I PROVJERA NJIHOVOG STUPNJA SUGLASNOSTI
W = 0,7896
8
Provjera vrijednosti W
Hi –test : χ2r ≻ χ2t
da
35,532 > 21,666
Test hipoteze o suglasnosti mišljenja stručnih ocjenjivača govori da su nizovi rangova međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju nihove suglasnosti
Korekcija vjerojatnosti
ne
9

9

ODREĐIVANJE „TEŽINE“ ILI „ZNAČAJA“ SVAKOG QMR-a

Izračun koef.značajnosti Z_i

$$Z_i = a + b \cdot \sum_{h=1}^{5} a_{ih}$$

„TEŽINE“
$Z_1 – Z_9$

10

PONDERIRANJE PREFORMIRANIH RANGOVA FAKTORA UTJECAJA „FAKTOROM ZNAČAJNOSTI –Z_i“

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij} \cdot Z_i$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij} \cdot Z_i$$

11

PROVJERA STUPNJA SUGLASNOSTI MIŠLJENJA ANKETIRANIH QMR-A NAKON UVOĐENJA FAKTORA ZNAČAJNOSTI; IZRAČUN KENDALLOVOG KOEF.SUGLASNOSTI : 0 ≤ W ≤ 1

W = 0,8269

12

Provjera vrijednosti W

Hi –test : $\chi_r^2 \succ \chi_t^2$

ne

Korekcija vjerojatnosti

da

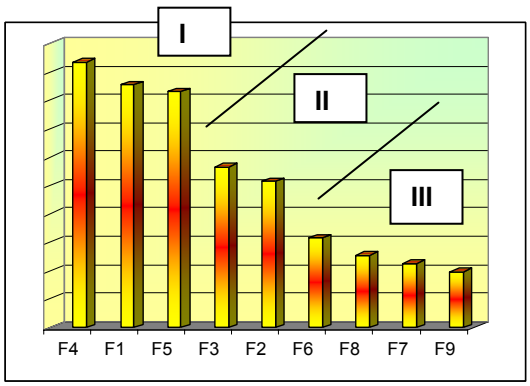
66,152 > 20,090

Test hipoteze o suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a govori da su nizovi rangova međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju suglasnosti mišljenja QMR-a

13

ODREĐIVANJE STUPNJA UTJECAJA SVAKOG FAKTORA PREKO KOEFICIJENTA ZNAČAJNOSTI FAKTORA

$$M_j' = \frac{\sum_{i=1}^{m} a_{ij} \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^{m} \cdot \sum_{j=1}^{k} a_{ij} \cdot Z_i}$$



RANG FAKTORA:

1. F_4 - „NEDOVOLJAN ANGAŽMAN MENADŽMENTA“
2. F_1 - „VELIČINA ORGANIZACIJE“
3. F_5 - „NEDOSTATAK ZNANJA“

Slika br. 5.6 – Realizacija metode apriornog rangiranja faktora

U tablici br. 5.7 prikazani su rangovi koje su ispitanici dodijelili pojedinim faktorima (pod rednim brojem 1), suma rangova $\sum_{i=1}^{m} a_{ij}$ (pod rednim brojem 2), i $Q_i^{(1)}$ rangovi koji se dodjeljuju faktorima prema ukupnoj sumi rangova (pod rednim brojem 3).

Tablicom broj 5.8 prikazano je rangiranje i preformiranje rangova za menadžera kvalitete br.1. Postupak je identičan za ostalih 9 ispitanika. Preformiranu tablicu rangova svih ispitanika prikazuje tablica br. 5.9 pod rednim brojem 1.

Tablica br. 5.7 – Početno rangiranje utjecajnih faktora od strane menadžera kvalitete

R. br.	QMR (i)	Faktor utjecaja (j)								
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1.	1	1	3	4	1	2	5	6	5	6
	2	1	4	5	2	3	9	8	6	7
	3	2	3	3	1	2	4	5	4	5
	4	1	4	3	2	1	5	7	6	7
	5	2	3	4	1	2	7	8	3	8
	6	3	4	5	2	1	6	7	8	9
	7	2	4	3	1	3	4	6	5	6
	8	3	4	4	2	1	4	6	5	7
	9	2	4	3	1	2	5	6	7	8
	10	1	3	2	1	1	4	5	4	5
2.	$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}$	18	36	36	14	18	53	64	53	68
3.	$Q_j^{(1)}$	2,5	4,5	4,5	1	2,5	6,5	8	6,5	9

Tablica br. 5.8 – Postupak preformiranja tablice 5.7 u 5.9

	FAKTORI								
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9
Početno rangiranje	1	3	4	1	2	5	6	5	6
Mjesto	1-2	4	5	1-2	3	6-7	8-9	6-7	8-9
Preformirani rangovi	1,5	4	5	1,5	3	6,5	8,5	6,5	8,5

Kad više faktora ima istu vrijednost varijable ranga, riječ je o vezanim rangovima. Tada se takvim vrijednostima pridružuje vrijednost prosječnog ranga. Prosječni rang određuje se kao aritmetička sredina rangova, koje bi imali faktori da nije riječ o vezanim rangovima. U sljedećoj tabeli iste vrijednosti ranga prikazane su pomoću vezanih rangova.

Tablica br. 5.9 - Preformirana izvorna tabela rangiranih faktora utjecaja po pojedinim QMR-ima

R. BR	QMR (i)	FAKTOR UTJECAJA (j)									T_i
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
1.	1	1,5	4	5	1,5	3	6,5	8,5	6,5	8,5	18
	2	1	4	5	2	3	9	8	6	7	0
	3	2,5	4,5	4,5	1	2,5	6,5	8,5	6,5	8,5	24
	4	1,5	5	4	3	1,5	6	8,5	7	8,5	12
	5	2,5	4,5	6	1	2,5	7	8,5	4,5	8,5	18
	6	3	4	5	2	1	6	7	8	9	0
	7	2	5,5	3,5	1	3,5	5,5	8,5	7	8,5	18
	8	3	5	5	2	1	5	8	7	9	24
	9	2,5	5	4	1	2,5	6	7	8	9	6
	10	2	5	4	2	2	6,5	8,5	6,5	8,5	36
2.	$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}$	21,5	46,5	46	16,5	22,5	64	81	67	85	
3.	$Q_j^{(2)}$	2	5	4	1	3	6	8	7	9	

5.3.2.2 Provjera adekvatnosti izvorne i preformirane tabele

Provjera adekvatnosti izvorne i preformirane tabele izvršit će se pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije ranga.

Spearmanovim koeficijentom korelacije ranga [94] ispituje se stupanj povezanosti redoslijednih varijabli, tj varijabli predstavljenih vrijednostima ranga. Spearmanov koeficijent korelacije ranga može poprimiti vrijednosti iz zatvorenog intervala, od minus jedan do plus jedan. Koeficijent će poprimiti graničnu vrijednost -1 ako je redoslijed modaliteta prve varijable obrnut od redoslijeda modaliteta druge varijable. Obratno, ukoliko se redoslijed modaliteta prve varijable poklapa s redoslijedom modaliteta druge varijable, koeficijent će poprimiti graničnu vrijednost +1. Ukoliko nema veze između redoslijeda modaliteta prve varijable i redoslijeda modaliteta druge varijable, koeficijent korelacije ranga jednak je nuli.

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{j=1}^{k} (Q_j^{(1)} - Q_j^{(2)})^2}{k(k^2 - 1)} \tag{5.1}$$

$$-1 \le r_s \le 1 \tag{5.2}$$

Prema 5.1 vrijednosr r_s = 0,9875

Veličine uvrštene u formulu za računanje Spearmanovog koeficijenta korelacije ranga r_s:

k - broj utjecajnih faktora (9)

$Q_j^{(1)}$ - rangovi dodijeljeni faktorima u početnoj tablici (tablica br. 5.7) prema ukupnom zbroju rangova

$Q_j^{(2)}$ - rangovi dodijeljeni faktorima u preformuliranoj tablici (tablica br. 5.9) prema ukupnom zbroju rangova

Provjera statističke vrijednosti r_s izvršit će se pomoću testa hipoteze o značajnosti koeficijenta linearne korelacije t_r. Statistička vrijednost za r_s provjerava se pomoću t-razdiobe čija se vrijednost računa prema izrazu:

$$t_r = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{1-r_s^2}{k-2}}} \tag{5.3}$$

gdje je:

k - broj utjecajnih faktora (9)
r_s - Spearmanov koeficijent korelacije ranga (0,9875)

Prema [94] ako je izračunata vrijednost t_r veća od tablične vrijednosti t_t, koeficijent korelacije je signifikantan.

$$t_r \succ t_t \tag{5.4}$$

Prema 5.3 vrijednost t_r iznosi: $t_r = 16,574$

Veličine korištene za određivanje vrijednosti t_t, prema tablici t - razdiobe [96]:

f - broj stupnjeva slobode (f = k – 2 = 7)
α - vjerojatnost pogreške 1. vrste (0,01)

$t_t = 2,998$

Kako je $t_r \succ t_t \Rightarrow$ 16,574 > 2,998 test hipoteze o značajnosti koeficijenta linearne korelacije potvrđuje jednosmjernu pozitivnu korelaciju. Vrijednost Spearmanovog koeficijenta korelacije ranga r_s = 0,9875 približava se vrijednosti 1, što govori da je preformirana tabela adekvatna izvornoj tabeli, pa se može koristiti u daljnjem razmatranju.

5.3.2.3 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a

Stupanj suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a provjerit će se pomoću Kendallovog koeficijenta suglasnosti.

Kendallov koeficijent suglasnosti W temelji se na činjenici da se stupanj suglasnosti, među nizovima rangova, može mjeriti odstupanjima pojedinih suma rangova od njihove aritmetičke sredine. W ne može zauzeti negativne vrijednosti, jer među rangovima nizova ne može postojati potpuna nesukladnost. W zauzima vrijednosti između 0 i +1 (0 ako nema suglasnosti, i +1 ako postoji potpuna suglasnost). Formula za Kendallov koeficijent suglasnosti [94] glasi:

$$W = \frac{12\sum_{j=1}^{k} \Delta j^2}{m^2 \cdot k\left(k^2 - 1\right)} \tag{5.5}$$

$$0 \le W \le 1 \tag{5.6}$$

Budući da u konkretnoj analizi dolazi do ponavljanja rangova, formuli za Kendallov koeficijent suglasnosti dodaje se korekcijski faktor za vezane rangove T_i, tako da formula glasi:

$$W = \frac{12\sum_{j=1}^{k} \Delta j^2}{m^2 \cdot k\left(k^2 - 1\right) - m\sum_{i=1}^{m} T_i} \tag{5.7}$$

$$0 \le W \le 1 \tag{5.8}$$

gdje je:

k - broj utjecajnih faktora (9)
m - broj QMR-ova (10)

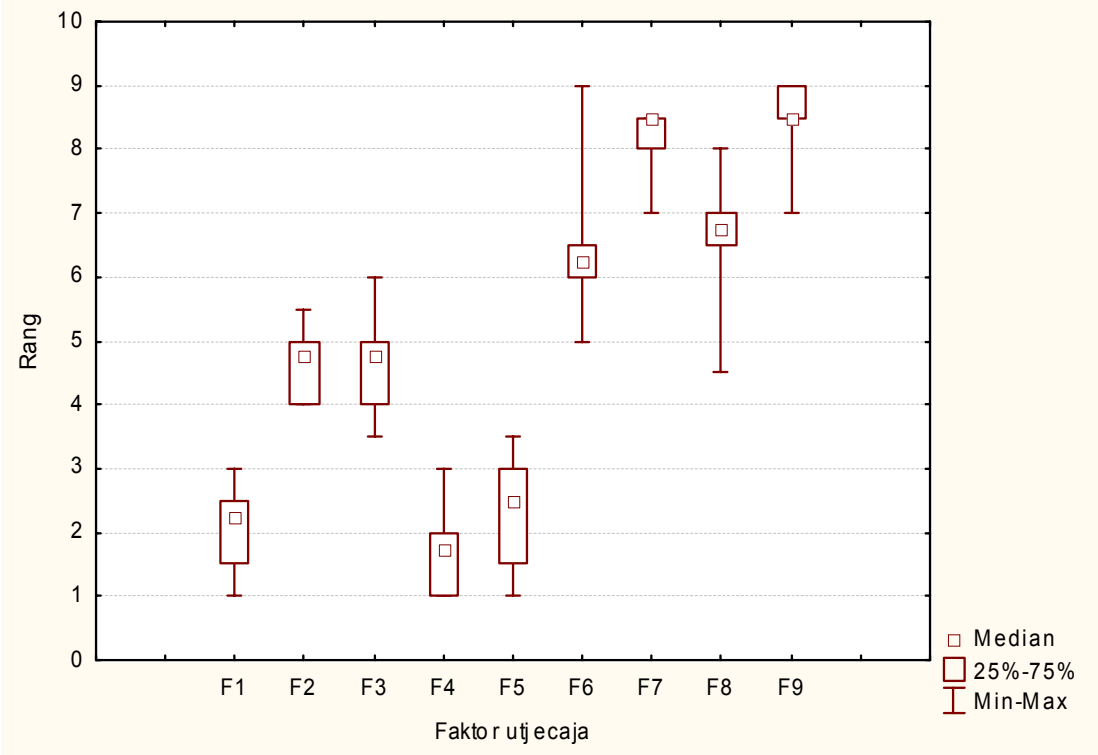
$\sum_{j=1}^{k} \Delta j^2$ => suma kvadrata odstupanja zbroja rangova svih QMR-a

$\sum_{i=1}^{m} T_i \Rightarrow$ suma korekcijskih faktora za vezane rangove $T_i = 156$

U tablici br. 5.10 prikazane su izračunate vrijednosti Kendallovog koeficijenta (W=0,91823) prema sumi rangova, a slika br. 5.7 prikazuje preko usporednog dijagama Box - Whisker faktor utjecaja i dodjeljenih rangova.

Tablica br. 5.10 – Provjera stupnja suglasnosti anketiranih preko Kendallovog koeficijenta

Variable	Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 8) = 73,45826 p = ,00000 Coeff. of Concordance = ,91823 Aver. rank r = ,90914			
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
F1	2,150000	21,50000	2,150000	0,668747
F2	4,650000	46,50000	4,650000	0,529675
F3	4,600000	46,00000	4,600000	0,737865
F4	1,650000	16,50000	1,650000	0,668747
F5	2,250000	22,50000	2,250000	0,857969
F6	6,400000	64,00000	6,400000	1,074968
F7	8,100000	81,00000	8,100000	0,614636
F8	6,700000	67,00000	6,700000	1,005540
F9	8,500000	85,00000	8,500000	0,577350



Slika br. 5.7 – Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.10

Za provjeru statističke vrijednosti Kendallovog koeficijenta suglasnosti W, primijenit će se hi-kvadrat test sa sljedećim pokazateljem [94]:

$$\chi_r^2 = m \cdot (k-1) \cdot W \tag{5.9}$$

$$\chi_r^2 \rangle \chi_t^2 \tag{5.10}$$

gdje je:

m - broj QMR-ova (10)
k - broj utjecajnih faktora (9)
W - Kendallov koeficijent suglasnosti (0,9182)

Vrijednost Hi-kvadrat testa prema 5.9:

$$\chi_r^2 = 73,456$$

Računska vrijednost χ_r^2 uspoređuje se s vrijednošću iz tablice za razdiobu χ_t^2 pri odabranom nivou značajnosti i određenom broju stupnjeva slobode.

Za stupanj slobode f = k – 1 = 9 - 1 = 8 i vjerojatnost 0,01 kritična vrijednost hi-kvadrat testa χ_t^2 iznosi 20,090 [94]. Budući da je $\chi_r^2 \rangle \chi_t^2 \Rightarrow$ 73,456 > 20,090, test hipoteze o suglasnosti

mišljenja anketiranih QMR-a govori da su nizovi rangova međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a.

5.3.2.4 Rangiranje kompetentnosti pojedinih QMR-a

Pojedini QMR-i razlikuju se međusobno po stupnju obrazovanja, radnom iskustvu, karakternim osobinama, zalaganju, inventivnosti, kreativnosti i sl., što rezultira različitim „značajem“ QMR-a i različitom „težinom“ ocjena, koje QMR-i daju pojedinim faktorima utjecaja. Iz tog razloga je pet stručnih ocjenjivača (prosuditelja SUK-a), koji dobro poznaju svih 10 QMR-a, izvršilo rangiranje njihove kompetentnosti (tablica br. 5.11). Najkompetentnijem QMR-u pridružen je rang 1, a QMR-u s najnižim kompetencijama rang 10.

Tablica br. 5.11 - Rangirane kompetencije pojedinih QMR-a od strane stručnih ocjenjivača

R.br	OCJENJIVAČI (h)	QMR-I (i)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	1	4	3	9	1	10	5	2	8	6	7
	2	2	1	8	5	9	4	6	7	10	3
	3	1	3	7	4	10	5	6	8	9	2
	4	3	2	6	4	9	5	7	8	10	1
	5	3	2	8	5	7	4	6	10	9	1
5.	Z_i	1,94	2	1,22	1,77	1	1,65	1,54	1,13	1,04	1,91

5.3.2.5 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja stručnih ocjenjivača

Stupanj suglasnosti mišljenja ocjenjivača provjerit će se pomoću Kendallovog koeficijenta suglasnosti:

$$W = \frac{12\sum_{i=1}^{m} \Delta i^2}{h^2 \cdot m\left(m^2 - 1\right)} = 0,7896$$

$$0 \le W \le 1$$

gdje je:

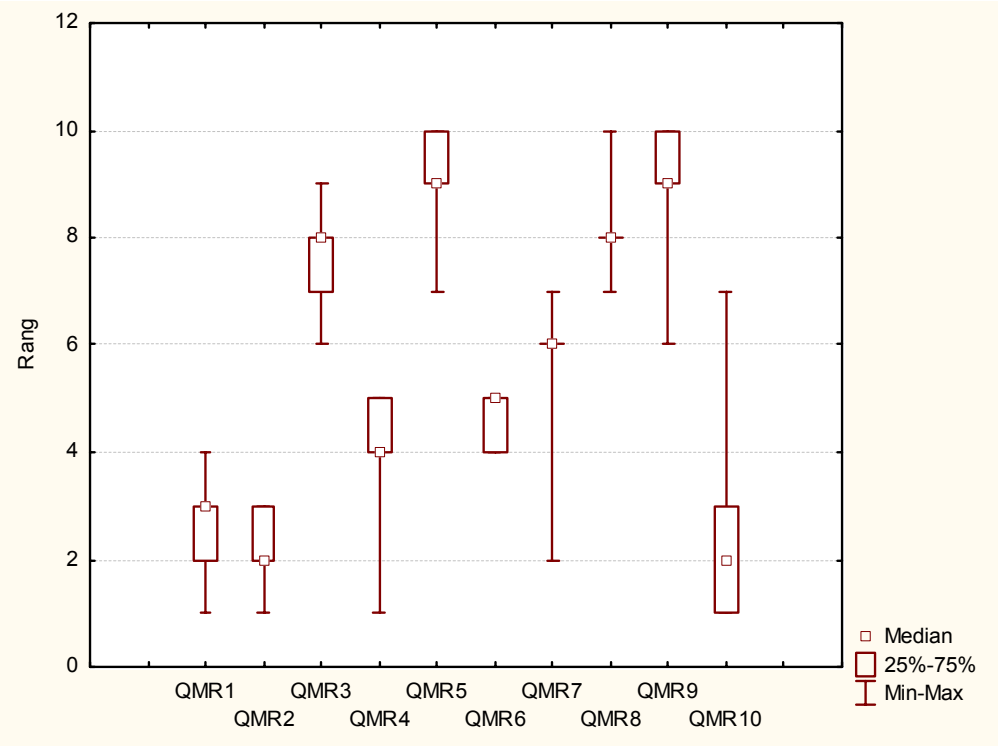
m - broj QMR-a (10)
h - broj ocjenjivača (5)

$\sum_{j=1}^{k} \Delta i^2$ => suma kvadrata odstupanja zbroja rangova svih ocjenjivača

Rezultati su prikazani u tablici br. 5.12 i na slici broj 5.8.

Tablica 5.12 – Provjera stupnja suglasnosti stručnih ocjenjivača

Variable	Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance ANOVA Chi Sqr. (N = 5, df = 9) = 35,53091 p = ,00005 Coeff. of Concordance = ,78958 Aver. rank r = ,73697			
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
QMR1	2,600000	13,00000	2,600000	1,140175
QMR2	2,200000	11,00000	2,200000	0,836660
QMR3	7,600000	38,00000	7,600000	1,140175
QMR4	3,800000	19,00000	3,800000	1,643168
QMR5	9,000000	45,00000	9,000000	1,224745
QMR6	4,600000	23,00000	4,600000	0,547723
QMR7	5,400000	27,00000	5,400000	1,949359
QMR8	8,200000	41,00000	8,200000	1,095445
QMR9	8,800000	44,00000	8,800000	1,643168
QMR10	2,800000	14,00000	2,800000	2,489980



Slika br. 5.8 - Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.11

Za provjeru statističke vrijednosti Kendallovog koeficijenta suglasnosti W, primijenit će se hi-kvadrat test sa sljedećim pokazateljem:

$$\chi_r^2 = h \cdot (m-1) \cdot W = 35,532$$

gdje je:

h - broj ocjenjivača (5)

m - broj QMR-a (10)

W - Kendallov koeficijent suglasnosti (0,7896)
Za stupanj slobode f = 9 i vjerojatnost 0,01 kritična vrijednost χ_t^2 iznosi 21,666. Budući da je $\chi_r^2 \rangle \chi_t^2 \Rightarrow$ 35,532 > 21,666, test hipoteze o suglasnosti mišljenja stručnih ocjenjivača govori da su nizovi rangova međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju suglasnosti mišljenja ocjenjivača u rangiranju kompetentnosti QMR-a.

5.3.2.6 Određivanje „težine“ ili „značaja“ svakog QMR-a pomoću Z_i

QMR-u koji ima najmanji zbroj rangova (QMR pod rednim brojem 2 sa zbrojem rangova 11), dodjeljuje se najveća težinu $Z_2 = 2$, a QMR-u s najvećim brojem rangova (QMR pod rednim brojem 5 sa zbrojem rangova 45), dodjeljuje se najmanja težina $Z_5 = 1$. Za ostale QMR-e težina se određuje prema formuli [97]:

$$Z_i = a + b\sum_{h=1}^{5} a_{ih} \qquad (5.11)$$

Vrijednosti a i b računaju se pomoću sistema jednadžbi s dvije nepoznanice, u koje su uvrštene vrijednosti najvećeg i najmanjeg Z_i, te vrijednosti najmanje i najveće sume rangova:

$$2 = a + b \cdot 11$$
$$1 = a + b \cdot 45$$

Rješavanjem ovih jednadžbi dobiva se:

$$b = -0{,}029$$
$$a = 2{,}319$$

Vrijendosti za izračunati Z_i nalaze se u tablici br. 5.11

5.3.2.7 Ponderiranje preformiranih rangova faktora utjecaja „značajem“ pojedinog QMR-a

Ponderiranjem preformiranih rangova faktora utjecaja „značajem“ pojedinih QMR-a, rangovima se dodjeljuje određena „težina“ i dobiva se statistički relevantniji podatak. Svaki preformirani rang množi se koeficijentom značajnosti pojedinog QMR-a (tablica br. 5.13) Tako dobivena vrijednost rangova zbraja se na nivou faktora utjecaja (tablica br. 5.14).

Tablica br. 5.13 - Preformirani rangovi faktora utjecaja ponderirani značajem pojedinog QMR-a

R.BR.	QMR-i (i)	FAKTOR UTJECAJA (j)								
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1.	1	2,91	7,76	9,7	2,91	5,82	12,61	16,49	12,61	16,49
	2	2	8	10	4	6	18	16	12	14
	3	3,05	5,49	5,49	1,22	3,05	7,93	10,37	7,93	10,37
	4	2,65	8,85	7,08	5,31	2,65	10,62	15,04	12,39	15,04
	5	2,5	4,5	6	1	2,5	7	8,5	4,5	8,5
	6	4,95	6,6	8,25	3,3	1,65	9,9	11,55	13,2	14,85
	7	3,08	8,47	5,39	1,54	5,39	8,47	13,09	10,78	13,09
	8	3,39	5,65	5,65	2,26	1,13	5,65	9,04	7,91	10,17
	9	2,6	5,2	4,16	1,04	2,6	6,24	7,28	8,32	9,36
	10	3,82	9,55	7,64	3,82	3,82	12,41	16,23	12,41	16,23

Budući da je Spearmanovim koeficijentom korelacije ranga dokazana adekvatnost redoslijeda rangova izvorne tablice (tablica br.5.7) i preformirane tablice (tablica br. 5.9), proizlazi zaključak da je i tablica preformiranih rangova faktora utjecaja ponderiranih značajem QMR-a (tablica br.5.11) adekvatna izvornoj tablici (tablica br.5.7) i može se koristiti u daljnjem radu.

5.3.2.8 Provjera stupnja suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a nakon uvođenja faktora značajnosti Z_i

Stupanj suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a provjerit će se pomoću Kendallovog koeficijenta suglasnosti, čija formula pored korekcijskog faktora za vezane rangove uzima u obzir i koeficijente značaja QMR-a :

$$W = \frac{12 \cdot k \cdot \sum_{j=1}^{k} \Delta j'^{2}}{\left[m(k^3 - k) - \sum_{i=1}^{m} T_i \right] \left(\sum_{i=1}^{m} Z_i \right)^2} \qquad (5.12)$$

gdje je:

k - broj utjecajnih faktora (9)
m - broj QMR-ova (10)

$\sum_{j=1}^{k} \Delta j'^{2}$ => suma kvadrata odstupanja zbroja ponderiranih rangova svih QMR-a

$\sum_{i=1}^{m} T_i \Rightarrow$ suma korekcijskih faktora za vezane rangove

$\sum_{i=1}^{m} Z_i \Rightarrow$ suma koeficijenta značajnosti QMR-a

Tablica br. 5.14 – Provjera stupnja suglasnosti anketiranih nakon uvođenja Faktora značajnosti

Variable	Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 8) = 66,152 p = ,00000 Coeff. of Concordance = ,8269			
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
F1	3,09500	30,95000	3,09500	0,822344
F2	7,00700	70,07000	7,00700	1,745331
F3	6,93600	69,36000	6,93600	1,943303
F4	2,64000	26,40000	2,64000	1,471953
F5	3,46100	34,61000	3,46100	1,734169
F6	9,88300	98,83000	9,88300	3,735172
F7	12,35900	123,59000	12,35900	3,485578
F8	10,20500	102,05000	10,20500	2,876840
F9	12,81000	128,10000	12,81000	2,967783

Kendallov koeficijent suglasnosti $W = 0,8269$

Rezultat je prikazan u tablici broj 5.14, a na slici broj 5.9 prikazan je usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice.

Za provjeru statističke vrijednosti Kendallovog koeficijenta suglasnosti W, primijenit će se hi-kvadrat testa sa sljedećim pokazateljem:

$$\chi_r^2 = m \cdot (k-1) \cdot W = 66,152$$

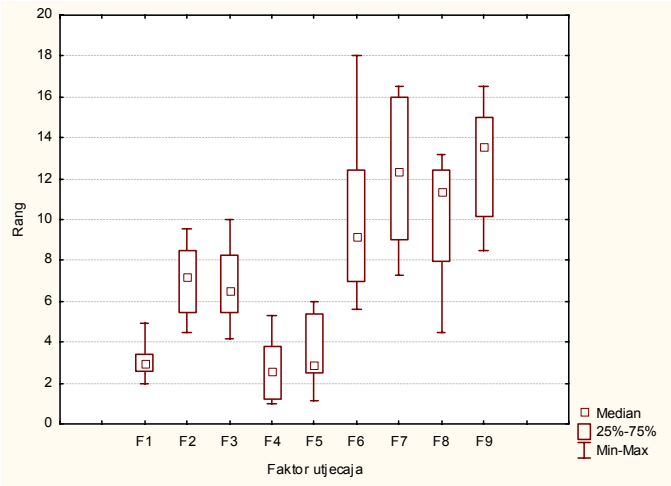
gdje je:

m - broj QMR-ova (10)

k - broj utjecajnih faktora (9)

W - Kendallov koeficijent suglasnosti (0,8269)

Za stupanj slobode f = 8 i vjerojatnost 0,01 kritična vrijednost hi-kvadrat testa χ_t^2 iznosi 20,090 [94]. Budući da je $\chi_r^2 \rangle \chi_t^2 \Rightarrow$ 66,152 > 20,090, i u slučaju kad se uzeo u obzir različit „značaj“ svakog QMR-a, test hipoteze o suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a govori da su nizovi rangova međusobno zavisni, što znači da se usvaja hipoteza o postojanju suglasnosti mišljenja anketiranih QMR-a.



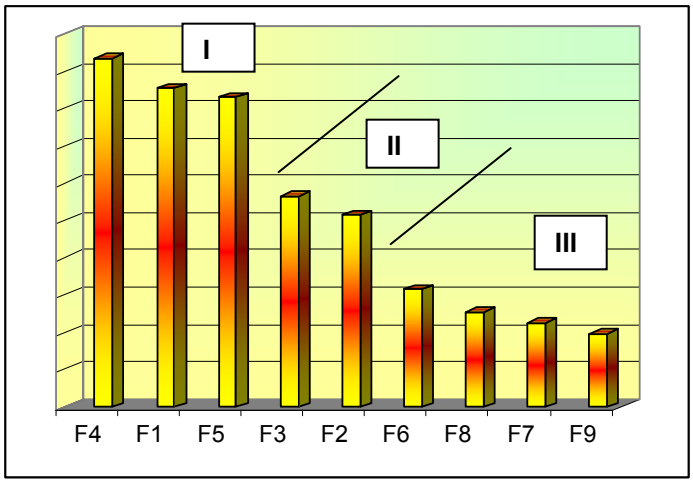
Slika br. 5.9 - Usporedni Box – Whisker dijagram prema podacima iz tablice 5.14

5.3.2.9 Određivanje stupnja utjecaja svakog faktora

Stupanj utjecaja svakog faktora na određenu pojavu određuje se pomoću koeficijenta značajnosti utjecajnog faktora :

$$M_j^{'} = \frac{\sum_{i=1}^{m} a_{ij} Z_i}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{k} a_{ij} Z_i} \qquad (5.13)$$

Slika broj 5.10 prikazuje apriorni dijagram rangova utjecajnih faktora na neprimjenu 6σ metodologije.



Slika br. 5.10 – Apriorni dijagram rangova utjecajnih faktora na neprimjenu 6σ programa u postupcima poboljšavanja

Analizom dijagrama na slici br. 5.10 faktori se mogu podijeliti na tri grupe:

- U **I** grupi su najutjecajniji faktori **F_4; ; F_1; F_5**
- U **II** grupi su srednje utjecajni faktori **F_3; F_2;**
- U **III** grupi su najmanje utjecajni faktori **F_6; F_8; F_7;F_9**

Može se zaključiti da su najutjecajniji faktori na nekorištenje 6σ programa:

1. **F_4 - „NEDOVOLJAN ANGAŽMAN NAJVIŠE UPRAVE“**
2. **F_1 - „VELIČINA ORGANIZACIJE“**
3. **F_5 - „NEDOSTATAK ZNANJA“**

Bez istinskog angažmana uprave u postupcima poboljšavanja pa tako i u 6σ programu teško je očekivati značajniji uspjeh. To su ispitanici prepoznali. Njihova kompetentnost je neosporna i to su potvrdili odabrani stručnjaci. Potpuna opredijeljenost najviše uprave u malim organizacijama za 6σ program je ključni faktor njegovog uspjeha. Ta opredijeljenost ne smije biti deklarativna već se mora potvrđivati u svim segmentima poslovanja i donošenja odluka. To se mora svakim danom dokazivati. Uključivanje najviše uprave u program 6σ znači i uključivanje svih zaposlenika u organizaciji. To najbolje ilustrira i primjer GE na čelu s Jackom Welchom koji je postigao spektakularne rezultate u primjeni 6σ programa. Bez obzira i na neke primjedbe na metodologiju rada, Jack Welch je ipak uspio provesti koncept 6σ na taj način što je uključio svakog zaposlenika i najvišu upravu u 6σ program.Jack Welch bio je veliki protivnik birokracije te je zahtijevao od svojih suradnika da se spuste na razinu ostalih djelatnika te da zajedno s njima rješavaju probleme.

Veličina organizacije kao faktor ima veliki utjecaj na primjenu 6σ programa. Male proizvodne organizacije imaju poteškoća u provedbi. One jednostavno nemaju dovoljno financijskih sredstava za primjenu ovakvih postupaka poboljšavanja. Pored toga, male organizacije imaju ograničen broj ljudskih resursa koje nije moguće poslati na izobrazbu u trajanju od nekoliko tjedana ili ih je vrlo teško izdvojiti sa svakodnevnih poslova i angažirati na projektima. Pored ovih specifičnosti male proizvodne organizacije odlikuju se i drugim specifičnostima navedenim u točki 5.2.

U poglavlju 6 ovoga rada gdje se definira prilagođeni model primjene 6σ programa za male organizacije navedeni utjecajni faktori se uzimaju u obzir i predlažu se konkretne aktivnosti vezane uz njihov utjecaj.

Početni anketni lista za rangiranje utjecajnih faktora prikazan je u tablici br.5.15.

Tablica br. 5.15 – Anketa za rangiranje faktora koji utječu na nekorištenje statističkih alata u postupcima poboljšavanja sustava kvalitete:

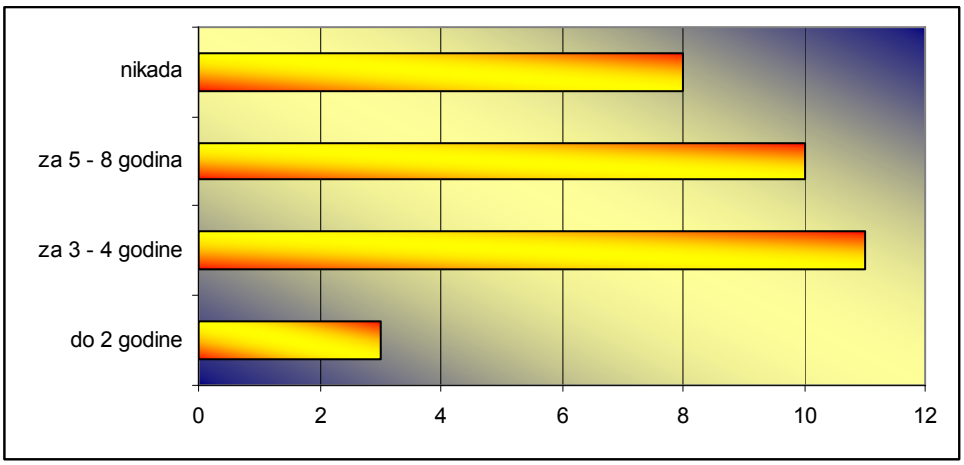
Izvršite rangiranje faktora po značaju. Ukoliko smatrate da je neki faktor izostavljen dopišite ga. Ako dva ili više faktora imaju isti utjecaj dodijelite im iste rangove.
Rangovi se kreću od 1 do 9 ukoliko niste dodali nijedan faktor.

Redni broj	Faktori	Rang
1.	F_1 – nedostatak znanja	
2.	F_2 – kulturološki razlozi	
3.	F_3 – slaba informatička podrška	
4.	F_4 – nedovoljan angažman menadžmenta	
5.	F_5 – veličina organizacija	
6.	F_6 – vrsta djelatnosti organizacije	
7.	F_7 – spremnost na poboljšavanje	
8.	F_8 – pojedinačna proizvodnja	
9.	F_9 – nitko ne zahtijeva	

5.3.3 Istraživanje mogućnosti početka „masovnije“ primjene 6σ programa u malim organizacijama metodom „Delphi“

Na pitanje ispitanicima: „Prema Vašoj procjeni u kojem periodu će Vaša tvrtka krenuti u primjenu 6σ programa?“ , većina odgovora odnosi se na period od 3 do 4 godine i od 5 do 8 (mada je bilo i pesimističkih odgovora), slika br. 5.11. Iz tih razloga provedeno je istraživanje u suradnji s kompetentnim stručnjacima, kako bi se došlo do objektivnijeg podatka kad se može očekivati „masovnija“ primjena 6σ programa kod malih organizacija u RH. Predviđanje i analiza provedeni su metodom „Delphi“.

„Delphi“ metoda predstavlja metodu intuitivnog predviđanja, s osnovnom idejom da se sposobnost stručnjaka, izražena kroz profesionalno iskustvo, znanje i intuiciju, iskoristi na racionalan način. Metoda se zasniva na anketiranju stručnjaka u nekom području s ciljem prikupljanja informacija, koje se određenom tehnologijom pretvaraju u predviđanja konkretnog događaja. To nije metoda predviđanja, već metoda sistematskog traženja mišljenja stručnjaka, koja se koriste za predviđanje. Metodu je razvila korporacija RAND u SAD-u.



Slika br. 5.11 – U kojem periodu će Vaša tvrtka krenuti u primjenu 6σ programa?

Postupak kod provedbe „Delphi“ metode (slika br.5.12):

1. Definiranje pitanja na koja stručnjaci trebaju dati odgovore iz kojih se formira predviđanje nekog događaja
2. Izbor grupe stručnjaka (eksperata) koji će biti anketirani (Praksa govori da je dovoljan broj stručnjaka između 5 i 10)
3. Dostavljanje upitnika svakom stručnjaku u kojem su definirana pitanja(pitanje) i jasne instrukcije o primjeni „Delphi“ metode
4. Nakon davanja odgovora eksperata na postavljena pitanja završena njihova uloga u prvom krugu
5. Sređivanje i statistička obrada dobivenih odgovora po pitanjima
6. Izrada upitnika za drugi krug
7. Dostavljanje upitnika za drugi krug svakom stručnjaku
8. Obrada, analiza i komentar vezan za drugi krug
9. Izrada upitnika za treći krug
10. Obrada i analiza rezultata stručnjaka
11. Korištenje rezultata

Na pitanje kad će se dogoditi neki događaj, odgovor stručnjaka može biti :

- jedna određena godine
- vremenski interval od više godina

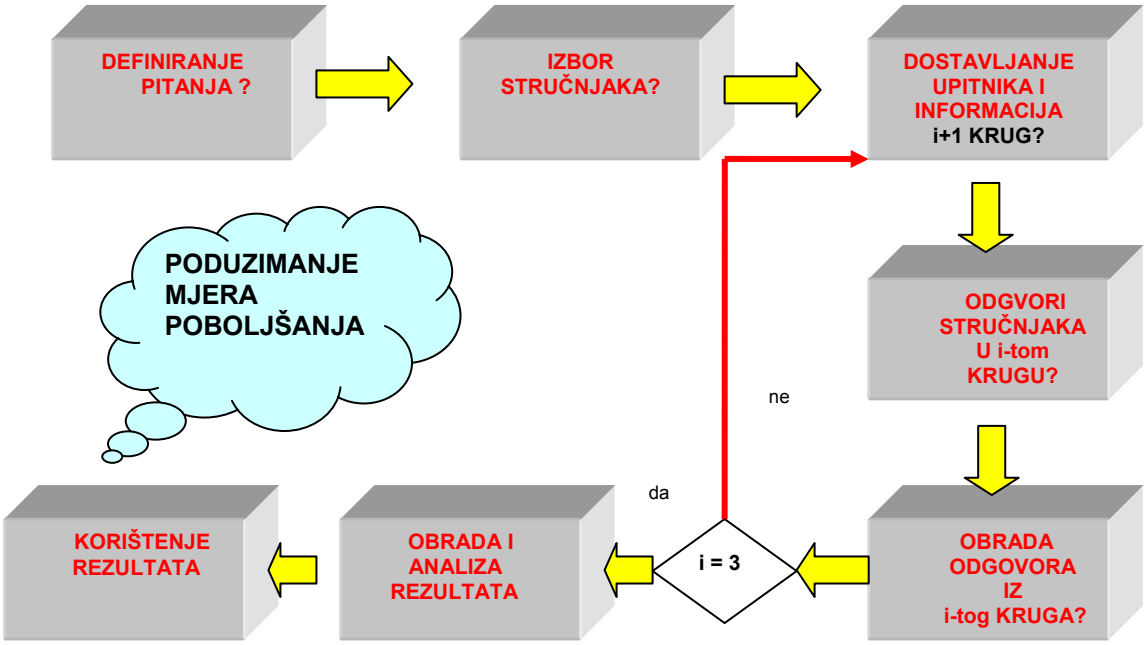
Podaci iz odgovora danih na ovaj način statistički se obrađuju.

U ovom slučaju u istraživanju je sudjelovalo 5 stručnjaka. Zadatak je bio dati odgovor kad će se desiti događaj x_1, tj. dati očekivano, pesimističko i optimističko vrijeme kad će po njihovom viđenju u gospodarstvu RH (malim organizacijama) doći do „masovnije“ primjene 6σ programa.

Za istraživanje mogućnosti masovnije primjene 6σ programa u malim organizacijama, koristila se metoda „Delphi“. Iako su ispitanici dobri poznavatelji problematike vezane za postavljeno pitanje, kao dopuna dano im je sljedeće:

- Kratki opis 6σ programa
- Prikaz uspjeha 6σ programa u svijetu

▣ Neke poteškoće za primjenu 6σ programa u malim organizacijama



Slika br. 5.12 – Tijek informacija „Delphi“ predviđanja

Upitnik za prvi krug predviđanja, zajedno s navedenim opisima dostavljen je stručnjacima, koji su procijenili očekivano (m_i), optimističko (o_i) i pesimističko (p_i) vrijeme za navedeni događaj. U ovom slučaju događaj (x) podliježe β raspodjeli. Za ovu raspodjelu očekivana vrijednost $\bar{t}_i$ i varijanca σ_i^2 odgovora svakog stručnjaka računaju se kao [91]:

$$\bar{t}_i = \frac{\gamma_1 \cdot o_i + \gamma_2 \cdot m_i + \gamma_3 \cdot p_i}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3} \tag{5.14}$$

$$\sigma_i^2 = \frac{(p_i - o_i)^2}{\gamma_4} \tag{5.15}$$

U izrazu 5.14 $\gamma_1; \gamma_2; \gamma_3$ prema [91] date su po „Pert“ metodi i $\gamma_1 = 1; \gamma_2 = 4; \gamma_3 = 1$.

Kako su odgovori svih stručnjaka (n) podjednako važni izračunava se ukupna očekivana vrijednost i varijanca po sljedećim izrazima:

$$\bar{t}_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \bar{t}_i \tag{5.16}$$

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} (\bar{t}_i - \bar{t}_n)^2\right] \tag{5.17}$$

Odgovori dati u prvom krugu su sređeni i prikazani u tablici br. 5.16. Njihovom analizom saznaje se sljedeće: Realizacija definiranog događaja x_i predviđa se od 2012. do 2015. godine, tj. za 5 do 8 godina, počevši od 2007.

Tablica br. 5.16 – Odgovori stručnjaka na upitnik za 1. krug metode „Delphi“

Upitnik za 1. krug metode „DELPHI“									**Koordinator:** Živko Kondić		
Za koliko će se godina početi „masovnije“ primjenjivati 6σ program u malim organizacijama RH?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Godina koja se može označiti kao početak „masovnije“ primjene 6σ programa u malim organizacijama RH?	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stručnjak S_1						**o**		**m**	**p**		
Stručnjak S_2							**o**	**m**	**p**		
Stručnjak S_3						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_4						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_5							**o**	**m**	**p**		
Napomena: Godina označena sa „0“ predstavlja godinu u kojoj se vrši predviđanje											

Korištenjem izraza broj 5.14 i 5.15, izračunava se očekivana vrijednost i varijanca pojedinačno za svaki odgovor, prema podacima dobivenim anketiranjem stručnjaka, te ukupna očekivana vrijednost i varijanca za očekivani događaj. Podaci su prikazani u tablici br. 5.17.

Ukupna očekivana vrijednost i varijanca za očekivani događaj:

$$\bar{t}_n = \frac{\sum \bar{t}_i}{n} = 6,56$$

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n}(\bar{t}_i - \bar{t}_n)^2\right] = 0,3724$$

U tablici broj 5.17 nalaze se pojedinačni statistički pokazatelji, a u tablici br.5.18 ukupne vrijednosti.

U drugom krugu stručnjacima se daju upitnici isti kao i za prvi krug, te statistički podaci dobiveni na bazi odgovora svih stručnjaka u prvom krugu. Imajući na raspolaganju sve date odgovore na postavljena pitanja i statistički obrađene podatke odgovora svih stručnjaka, stručnjaci daju odgovore u drugom krugu (tablica br.5.16)

Tablica br. 5.17 – Statistički pokazatelji dobiveni predviđanjem prema odgvorima stručnjaka

STATISTIČKI POKAZATELJI POJEDINAČNI REZULTATI										Koordinator: Živko Kondić
Krug	**Stručnjak S_1**		**Stručnjak S_2**		**Stručnjak S_3**		**Stručnjak S_4**		**Stručnjak S_5**	
	$\bar{t}_1$	σ_1^2	$\bar{t}_2$	σ_2^2	$\bar{t}_3$	σ_3^2	$\bar{t}_4$	σ_4^2	$\bar{t}_5$	σ_5^2
1.	6,8	0,025	7	0,11	6	0,11	6	0,11	7	0,11
2.	6,1	0,25	7	0,11	6	0,11	6	0,11	6,1	0,25
3.	6	0,11	7	0,11	6	0,11	6	0,11	6	0,11

Tablica br. 5.18 – Osnovni statistički pokazatelji za tri kruga predviđanja

STATISTIČKI POKAZATELJI DOBIVENI PREDVIĐANJEM UKUPNA VRIJEDNOST			Koordinator: Živko Kondić
Krug	**Statistički pokazatelji**		
	Aritmetička Sredina $\bar{t}_n$	**Varijanca** σ_n^2	**Standardna devijacija** σ_n
1.	6,56	0,3724	0,61
2.	6,24	0,13144	0,55
3.	6,18	0,2598	0,51

Analizom odgovora stručnjaka u drugom krugu, ostvarivanje događaja x_1 predviđa se u razdoblju od 2012. do 2015. godine, tj. za 5 do 8 godina, počevši od 2007. godine. Podaci dobiveni anketiranjem stručnjaka za istraživani događaj statistički su obrađeni po istom postupku kao i u prvom krugu, a rezultati su prikazani u tablici br. 5.18.

U trećem krugu stručnjacima se šalju isti upitnici kao i u prvom i drugom krugu sa statističkim podacima iz drugog kruga. Na bazi tih podataka stručnjaci daju svoje odgovore na postavljeno pitanje. Davanjem odgovora u trećem krugu posao stručnjaka je završen (tablica br. 5.19).

Analizirajući odgovore stručnjaka danih u trećem krugu, uočava se da bi masovniju primjenu 6σ programa u malim organizacijama u RH trebalo očekivati između 2012. i 2014. godine, tj. za 5 do 7 godina, počevši od 2007. godine. Podaci su statistički obrađeni i prikazani u tablicama br. 5.20 i 5.21.

Tablica br.5.19 – Odgovori stručnjaka na upitnik za 2. krug metode „Delphi“

Upitnik za 2. krug metode „DELPHI“									Koordinator: **Živko Kondić**		
Za koliko će se godina početi „masovnije“ primjenjivati 6σ programa u malim organizacijama RH?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Godina koja se može označiti kao početak „masovnije“ primjene 6σ programa u malim organizacijama RH?	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stručnjak S_1						**o**	**m**		**p**		
Stručnjak S_2							**o**	**m**	**p**		
Stručnjak S_3						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_4						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_5						**o**	**m**	**p**			
Napomena: Godina označena sa „0“ predstavlja godinu u kojoj se vrši predviđanje											

Izračunavanjem očekivane vrijednosti i varijance može se utvrditi i vjerojatnost zbivanja događaja za određene godine. Obzirom da se odgovori stručnjaka uklapaju u normalnu razdiobu, koristeći obrasce broj 5.18 i 5.19 [86,87], izračunavaju se vjerojatnosti zbivanja istraživanog događaja x_1 počevši od 2007. do 2017. godine. U tablici br. 5.21 izračunate su i prikazane vjerojatnosti događaja x_1.

$$Y = \frac{t_i - \bar{t}_n}{\sigma} \tag{5.18}$$

Sređivanjem izraza 5.18 dobiva se izraz sljedećeg oblika:

$$L(Y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^Y e^{-\frac{Y^2}{2} dY} \tag{5.19}$$

Funkcija se zove Laplasova funkcija. Vrijednosti ove funkcije za različite vrijednosti Y date su u tablicama.

U tablici br. 5.21 za 2011. godinu broj 4 je dobiven tako što je uzeta razlika između 2011. godine i godine kada je vršeno predviđanje – 2007. godine. Za navedenu godinu iz tablice za vrijednost Y= - 5 dobiva se vjerojatnost P = 1 - 0,9999 = 0,0001. Za izračunate vrijednosti vjerojatnosti prema različitim periodima prikazan je dijagram vjerojatnosti (slika broj 5.13).

Tablica br. 5.20 – Odgovori stručnjaka na upitnik za 3. krug metode „Delphi“

Upitnik za 3. krug metode „DELPHI“									Koordinator: **Živko Kondić**		
Za koliko će se godina početi „masovnije“ primjenjivati 6σ program u malim organizacijama RH?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Godina koja se može označiti kao početak „masovnije“ primjene 6σ programa u malim organizacijama RH?	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stručnjak S_1						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_2							**o**	**m**	**p**		
Stručnjak S_3						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_4						**o**	**m**	**p**			
Stručnjak S_5						**o**	**m**	**p**			
Napomena: Godina označena sa „0“ predstavlja godinu u kojoj se vrši predviđanje											

Na osnovama predviđanja izabranih stručnjaka prosječno vrijeme za koje se predviđa ostvarivanje događaja x_1 iznosi 6,8 godina.

Na kraju bi se moglo konstatirati da su predviđanja stručnjaka realna i ostvariva samo ako se realiziraju svi preduvjeti za 6σ program na višim razinama rukovođenja i u gospodarskom okruženju, te ukoliko ne dođe do većih poremećaja na svjetskom tržištu izazvanih globalizacijom.

Predviđanje provedeno metodom „Delphi“ može se prihvatiti kao značajni aspekt razvoja malih organizacija u RH, jer promjene koje se dešavaju trenutno u svijetu su sve veće i brže te ih na neki način treba predviđati i tako pravilno usmjeriti buduće aktivnosti u smislu razvoja i poduzimanja mjera poboljšavanja. Treba napomenuti da provedeno predviđanje ne zamjenjuje, a pogotovo ne isključuje planiranje, već daje osnove za konkretno, realno planiranje. U tom smislu i u RH se trebaju planirati aktivnosti koje će omogućiti da se za 6 do 7 godina ili čak prije počne „ozbiljnije“ primjenjivati 6σ program u malim organizacijama.

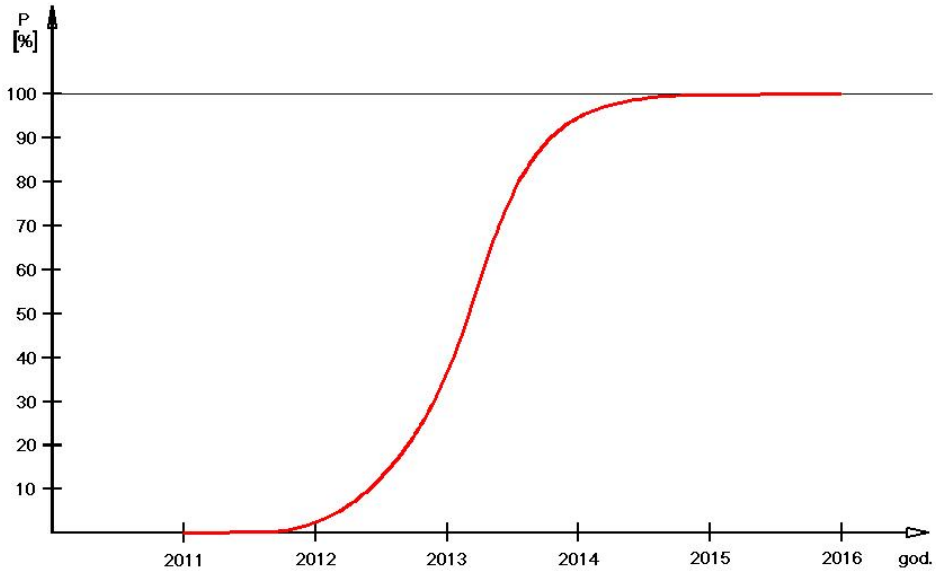
Težnja je ovaj period skratiti ovisno o gospodarskoj situaciji i okruženju malih organizacija. Aktivnosti kojima se može znatnije utjecati na skoriji početak su:

- Osmisliti model prilagodbe 6σ programa malim organizacijama
- Poboljšati informiranost najviših uprava organizacija o značaju i ulozi 6σ programa
- Organizirati seminare s temama vezanim za poboljšavanje i 6σ program za članove najviših uprava i menadžere kvalitete
- Stvoriti povoljnu „klimu“ u raznim gospodarskim asocijacijama i udrugama
- Inzistirati na podršci najviših organa upravljanja vezanih za gospodarstvo (ministarstvo, komore, županije i dr.)
- Početi što prije s „pilot“ projektima u odabranim malim organizacijama, te rezultate javno objaviti
- Organizirati ciljana predavanja o 6σ programu u školama i na fakultetima

Ove i druge aktivnosti ne bi samo ubrzale početak masovnije primjene navedene metodologije, već bi stvorile solidnu „kritičnu masu“ zainteresiranih strana, koja će biti generator implementacije 6σ programa.

Tablica br. 5.21 – Izračunavanje vjerojatnosti zbivanja događaja

VJEROJATNOST ZBIVANJA ODABRANOG DOGAĐAJA			
Godina	**Broj godina**	**Vjerojatnost zbivanja izabranog događaja**	
		Vrijednost Y	**Vjerojatnost P**
2011	4	$Y=\frac{4-6,18}{0,51}=-5$	$P=1-0,9999=0,0001=0,1\%$
2012	5	$Y=\frac{5-6,18}{0,51}=-2,3$	$P=1-0,9895=0,0205=2,05\%$
2013	6	$Y=\frac{6-6,18}{0,51}=0,35$	$P=1-0,6370=0,3630=36,30\%$
2014	7	$Y=\frac{7-6,18}{0,51}=1,6$	$P=0,9450=94,50\ \%$
2015	8	$Y=\frac{8-6,18}{0,51}=3,50$	$P=0,999=99,9\%$
2016	9	$Y=\frac{9-6,18}{0,51}=5,5$	$P=0,9999=99,99\%$



Slika br. 5.13 – Vjerojatnost zbivanja događaja x_1 u različitim periodima

5.4 Iskustva u primjeni 6σ programa u malim organizacijama Velike Britanije

Nakon istraživanja u RH, odnosno prepoznavanja najutjecajnijih faktora na ne korištenje 6σ programa u malim organizacijama RH i predviđanja njegove „masovnije“ primjene, u nastavku se prezentiraju rezultati Centra za istraživanje 6σ i poboljšanje procesa (CRISSPI), Kaledonijska poslovna škola iz Glasgowa (Škotska - Velika Britanija).
Kako bi se ispitala iskustva u primjeni 6σ programa u malim i srednjim organizacijama (SMEs – eng. Small and Medium-Sized Enterprises), slojevitim slučajnim uzorkovanjem, iz populacije od 3.500 proizvodnih malih i srednjih organizacija, izdvojio se uzorak od 400 organizacija, kojima su poslani upitnici.Vratilo se 66 ispunjenih upitnika, što iznosi 16,5% od ukupnog broja poslanih. Od vraćenih 66 upitnika, 6 je bilo nevažećih. U ovom istraživanju sudjelovali su pripadnici različitih vrsta industrija: kemijska, tekstilna, strojarska, prehrambena, električna, farmaceutska,……itd. Većina organizacija imala je između 50 i 150 zaposlenika (75%), 15% organizacija odgovorilo je da ima manje od 50 zaposlenih, a 10% organizacija odgovorilo je da ima između 150 i 250 zaposlenih. Na upitnik nije odgovorila niti jedna mikro organizacija (manje od 10 zaposlenih).

Glavni zaključci provedenog istraživanja su:

1. Samo je 16 od 60 malih i srednjih organizacija (oko 27%) uključeno u 6σ program. Ove organizacije koriste 6σ program u prosjeku više od godinu dana.

2. Više od 80% ispitanih organizacija ima ustrojen sustav upravljanja kvalitetom duže od 9 godina. Zanimljiv je podatak da mnoge organizacije gledaju na ISO 9000 kao najveće postignuće kvalitete proizvoda i usluga.

3. Približno 25% organizacija ima djelomično ili potpuno ostvaren TQM.

4. Oko 5% organizacija koristi principe „Lean“ proizvodnje.

5. Tablica broj 5.22 prikazuje glavne razloge neprimjene 6σ programa

Tablica br. 5.22 – Glavni razlozi za nekorištenje 6σ program

Glavni razlozi	Postotak organizacija
Ne znaju za 6σ program	50%
Nedovoljno resursa	32%
Dovoljni su postojeći programi kvalitete	27%
Nedovoljne koristi od programa	7%
Ne zahtijevaju kupci - klijenti	4%
Trenutno analiziraju i procjenjuju primjenu	4%

6. Uočeno je da više od 35% organizacija koje su odgovorile da koriste 6σ program nemaju Six Sigma project Champions, manje od 10% imaju Yellow Belts, samo jedna organizacija (oko 6%) ima Master Bleck Belt i oko 35% organizacija koristi sustav Green Belt.

7. Tablica br. 5.23 prikazuje koji postotak organizacija u projektima 6σ programa koristi određene ključne parametre.

Tablica br. 5.23 – Parametri koji se koriste najčešće u 6σ

6σ parametri	Postotak organizacija koje koriste parametre
Broj reklamacija i pritužbi kupaca	94%
Postotak otpada u proizvodnji	81%
Troškovi loše kvalitete	75%
Stupanj nesukladnih proizvoda	75%
Sposobnost procesa	63%

8. Uočeno je da vrlo mali broj organizacija koristi 6σ program u proizvodnji, svega 12,5%.

9. Konstatirano je da većina organizacija (oko73%) koristi DMAIC metodologiju za rješavanje problema i kontinuirano poboljšavanje sustava. Vrlo mali broj organizacija (oko 13%) koristi Design za 6σ program (eng. DFSS). Samo jedna organizacija (6%) koristi obje metodologije DMAIC i DFSS.

10. Kao vrlo važan dio ovog istraživanja bilo je definiranje broja implementiranih projekata iz 6σ programa u organizacijama (od početka primjene), te koristi kojima su projekti rezultirali. Iako je 6σ program novost za većinu britanskih organizacija, u tablici br. 5.24 nalaze se podaci o broju realiziranih projekata. Oko 62% organizacija ostvarilo je dobit od projekata između 0 - 250.000 funti na godinu. Četiri organizacije (25%) nikad nisu registrirale dobit od 6σ projekata.

Tablica br. 5.24 – Broj realiziranih projekata

Broj projekata	Postotak organizacija
1-5	69%
5-10	25%
>10	6%

11. Najpopularnije i najčešće korištene tehnike i alati u 6σ programu su: Histogram, FMEA, Analiza sposobnost procesa, Dijagram toka, Kontrolne karte i Poka - Yoke.

12. Skalom od 1 do 5 organizacije su ocijenile koristi od implementacije 6σ projekata gdje je 1 značilo da nema koristi, a 5 izuzetnu korist. Tablica br. 5.25 sažeto prikazuje ključne koristi postignute implementacijom 6σ projekata i prosječnu ocjenu koristi. Najveća ostvarena korist je u područjima: smanjivanje varijacija u procesu, porast profitabilnosti, smanjivanje operativnih troškova i smanjivanje troškova loše kvalitete (eng. COPQ).

Tablica br. 5.25 – Ključne koristi od 6σ projekata

Redni broj	Ključne koristi	Prosječna korist
1.	Smanjivanje varijacija u procesima	4,067
2.	Porast profitabilnosti	3,733
3.	Smanjivanje operativnih troškova	3,667
4.	Smanjivanje troškova loše kvalitete	3,600
5.	Porast proizvodnosti	3,533
6.	Smanjivanje vremenskih ciklusa	3,467
7.	Smanjivanje pritužbi kupaca	3,456
8.	Povećanje prodaje	3,333
9.	Smanjivanje kontrole i nadzora	3,267

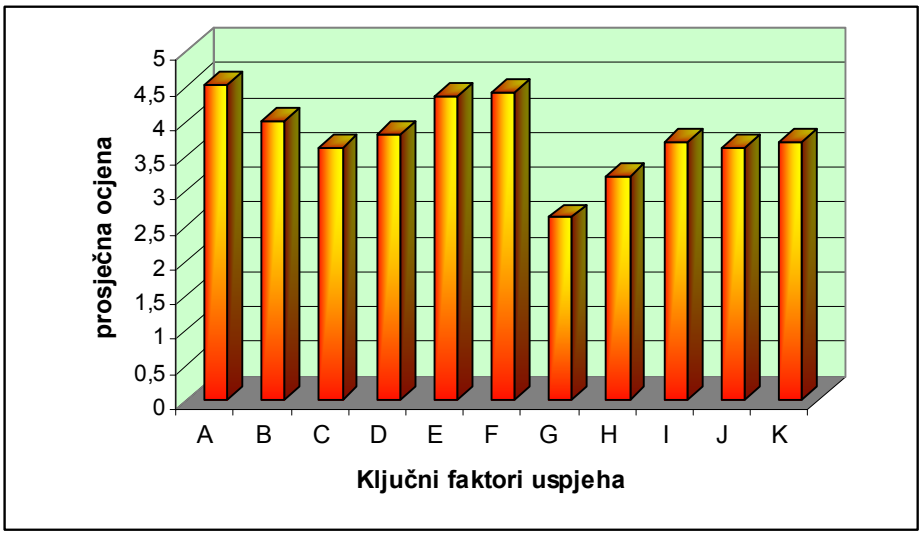
13. Ispitanici su rangirali 11 ključnih faktora (eng. CSFs) za uspješnu primjenu 6σ programa u britanskim proizvodnim malim i srednjim organizacijama. Rangiranje je izvršeno ocjenama od 1 do 5 sa sljedećim značenjem:

    1= najmanje značajan
    2 = manje značajan
    3 = značajan
    4 = vrlo značajan
    5 = najznačajniji

    U ovom istraživanju korišteni su ključni faktori uspjeha 6σ programa (eng. CSF) iz postojeće literature TQM – a i 6σ. Ključni faktori uspjeha 6σ programa su:

    1. Angažiranje menadžmenta (uprave) (A)
    2. Organizacijska infrastruktura (B)
    3. Kulturne promjene u organizaciji (C)
    4. Trening (D)
    5. Povezivanje 6σ programa s kupcima (E)
    6. Povezivanje 6σ programa s poslovnom strategijom (F)
    7. Povezivanje 6σ programa sa zaposlenicima (G)
    8. Povezivanje 6σ programa s dobavljačima (H)
    9. Razumijevanje programa 6σ (I)
    10. Vještina i sposobnost projektnog menadžmenta (J)
    11. Selekcija i izbor prioritetnih projekata (K)

    Slika br. 5.14 ilustrira ključne faktore uspjeha (engl. CSFs) za uspješnu primjenu 6σ programa u britanskim proizvodnim malim i srednjim organizacijama (engl. SMEs). Slika pokazuje da su najznačajniji faktori: angažman najviše uprave (A), povezivanje 6σ programa s kupcima (E) i povezivanje 6σ programa s poslovnom strategijom organizacije (F).



Slika br. 5.14 – Ključni faktori uspjeha za primjenu 6σ programa u britanskim malim i srednjim organizacijama

5.5 Iskustva u primjeni 6σ programa u malim organizacijama Finske

Slično Velikoj Britaniji, i u gospodarstvu Finske se sve više govori o Šest sigmi i njenoj implementaciji u malim organizacijama. Iz studije [12] „Kako uspješno adaptirati metodu Šest sigme u srednje velikim organizacijama“, prenose se najvažnija iskustva.

Danas se 6σ smatra najvažnijom inicijativom za poboljšanje kvalitete u Finskoj. Mnoge tvrtke, među kojima su Nokia, ABB, Kemira Pigments, Perlos i Eimo, koriste u svom poslovanju 6σ metodologiju. Tvrtke poput Nokie bili su izvrsni predvodnici - pravi 6σ promotori u finskoj industriji.

Jedan od glavnih zadataka za poticanje primjene 6σ u Finskoj je uvjeriti male i srednje velike tvrtke u superiornost 6σ, prikazati im sve prednosti, značaj tehnika i metoda koje se koriste u 6σ programu, te demistificirati shvaćanje da je 6σ prikladna samo za velike multinacionalne kompanije.

Prema provedenoj studiji na uspješnu primjenu 6σ programa u malim i srednje velikim organizacijama utječu sljedeći faktori:

1. Glas kupca (klijenta)
2. Predanost vodstva
3. Strategija poslovanja
4. Predanost zaposlenika
5. Dostatna sredstva
6. Plan primjene
7. Učinkovita dokumentacija

<u>1. Glas kupca</u>
Istraživanje je potvrdilo „glas kupca“ kao jedan od najvažnijih faktora, bazu cjelokupne 6σ metodologije u organizacijama svih veličina, ali još uvijek vrlo lako i često zaboravljenu. Ponekad je „glas kupca“ vrlo teško razumjeti, odrediti ili izmjeriti.

Zaboravlja se stoga što su ljudi koji rade na industrijskim projektima tehnološki orijentirani inženjeri, a ne humanisti.

Uzrok nedostatnim uvjetima za suradnju s klijentima može biti novac, ali i slaba motivacija. Treba znati kako izmjeriti zadovoljstvo klijenata, koje tehnike koristiti itd.

2. Predanost vodstva

Kao i u svim poslovima, ne smije se podcijeniti uloga najvišeg vodstva. Ako nema predanosti „vrha“, koji je u malim organizacijama obično jedna osoba, primjena 6σ programa neće biti dio strateških akcija i neće „stići“ do ostalih zaposlenika.

3. Uloga strategije

Uloga strategije se često podcjenjuje. U nekim malim organizacijama izvršenje Šest sigma programa nije povezano sa strategijom tvrtke. U najgorim slučajevima strategija potpuno nedostaje ili je nepoznata zaposlenicima.
Primjena 6σ programa ne bi trebala biti odvojen projekt već dio strategije organizacije. Sve aktivnosti, uključujući i 6σ program moraju se temeljiti na strategiji organizacije.

4. Predanost zaposlenika

Znanje o strategiji je jedan od glavnih faktora pri određivanju predanosti zaposlenika. Ako zaposlenici znaju strategiju i ciljeve organizacije, 6σ program ima veliku šansu za uspjeh.

Predanost zaposlenika jedan je od najvažnijih faktora za uspješnu primjenu 6σ programa.

5. Dostatna sredstva

Ako postoji predanost najviše uprave i integracija 6σ programa u strategiju organizacije, automatski će biti osigurana sredstva za primjenu 6σ programa.

Koncept dostatnih sredstava uključuje dovoljno:

-financijskih sredstava, novca
-ljudi, znanja, entuzijazma
-menadžerskih sposobnosti
-vremena

Kako odrediti dostatna sredstva? Tradicionalan način podrazumijeva troškovne kalkulacije i analize koje provodi financijski odjel. U stvarnom svijetu Šest sigme dostatna sredstva znače trošak na određenoj razini, ali i djelovanja koja osiguravaju rezultate, uštede i uspjeh. O financijskim sredstvima potrebnim za primjenu 6σ programa ne smije se razmišljati kao o troškovima, već kao ulaganjima (investicijama).

U malim organizacijama može biti težak zadatak pronaći dostatna sredstva. Tijekom razdoblja uspješnog poslovanja (kada ima dovoljno financijskih sredstava) problem može biti pronaći ljudske resurse za provedbu 6σ programa. Također je poznato da su 6σ stručnjaci deficitaran kadar.

6. Plan primjene

Kako bi bili sigurni da primjena 6σ programa daje željene rezultate, glavni uvjet je dobar plan primjene, pri čemu se ne smije zanemariti uloga najvišeg vodstva. Proces primjene 6σ programa treba se bazirati na činjenicama i znanju, a ne na intuiciji, osjećajima i sreći.

7. Učinkovita dokumentacija

Dokumentacija je danas jedan od glavnih faktora menadžmenta. Zahvaljujući razvoju tehnologije, vrlo lako je prikupiti, sistematizirati i obraditi velik broj različitih podataka, te proizvesti različite dokumente iz procesa poslovanja.

Zbog prevelike količine informacija postavlja se pitanje efikasnosti dokumentiranja, prioriteta i forme informacija.

Dokumentiranje mora biti dobro planirano i uključeno u plan primjene. Kao logička metoda s naprednim alatima, 6σ pomaže korisniku da pronađe važne podatke, dokumentira ih i njima upravlja.

Kroz provedeno istraživanje u finskim malim i srednjim organizacijama došlo se do sljedećih razloga za "neprimjenjivanje 6σ programa u našoj tvrtki" :

1. –„prikladan je samo za velike multinacionalne kompanije"
2. –„previše američki"
3. –„ništa novo"
4. –„nije primjenjivo za našu vrstu posla"
5. –„teško za razumjeti, prekomplicirana tehnologija"
6. –„previše teoretski"
7. –„statistički alati su teški i neprimjenjivi"
8. –„manjak sredstava"
9. –„nema vremena"
10. –„preskupo, previše troškova"
11. –„nije prihvaćen od vrha menadžmenta"
12. –„kvalitetni sustavi poboljšanja već postoje"

Prema studiji [12] iz razloga za neprimjenu 6σ programa u malim organizacijama finskog gospodarstva zaključuje se:

„Ovi razlozi mogu zvučati poput klišeja, ali su svi izrečeni s ozbiljnošću. Stoga se puno učinilo, a puno se još mora učiniti da bi se prevladale predrasude i olakšao put Šest sigmi u malim organizacijama. Veliki broj referenci, dobrih primjera iz drugih malih i srednje velikih organizacija, ako je moguće, iz vlastitih zemalja i vlastitog sektora najbolja su reklama za Šest sigmu na putu za učinkovitiji biznis.
Također je bitna i uloga velikih multinacionalnih kompanija iz vlastite zemlje. Na primjer, u Finskoj je uloga Nokie bila i ostat ce najvažnija".

5.6 Utvrđivanje kσ razine na stvarnim primjerima iz prakse

Utvrđivanje kσ razine procesa jedan je od važnijih zadataka koje treba realizirati u organizacijama prije i nakon donošenja odluke o primjeni 6σ metodologije. Na stvarnim primjerima iz prakse analizirane su kσ razine sposobnosti konkretnih procesa.

U tvrtki A praćeni su procesi:

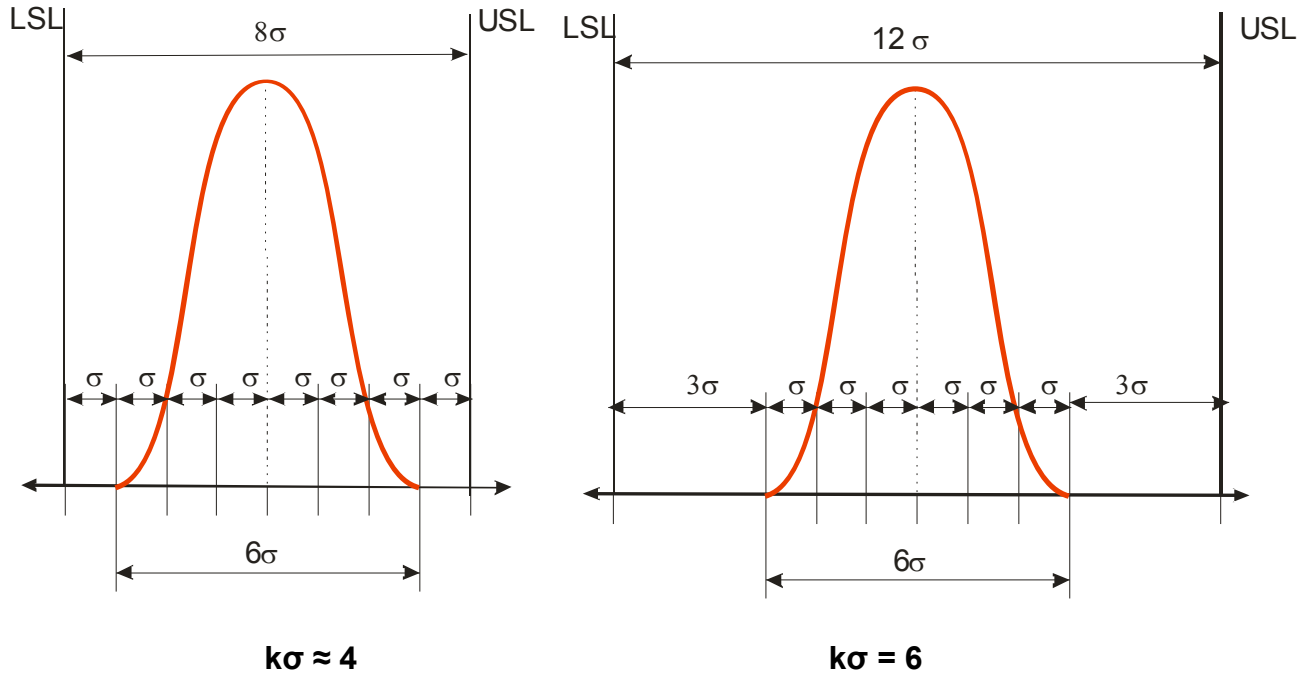
- Korak na Al foliji
- Gramature ljepila
- Ostatak otapala

U tvrtki B praćeni su procesi:

- Odrezivanje cijevi
- Dužina izvlačenja
- Greške zavarivanja

U tvrtki C u proizvodnom pogonu praćeni su procesi izrade pozicija iz lima, cijevi i proces montaže glavnih sklopova.

Kako je navedeno u točki 4.5.3.1 izračun kσ razine može se izvršiti preko indeksa sposobnosti procesa. Sa slike broj 5.15 može se zaključiti da je u prvom slučaju kσ razina jednaka 4 (kσ = C_p x 3 = 1,33 x 3 ≈ 4), dok je u drugom slučaju jednaka 6 (kσ = C_p x 3 = 2 x 3 = 6).



Slika br. 5.15 – Izračun kσ razine preko C_p

TVRTKA A

Primjer 1: Korak na Al foliji

Za analizu varijabilnosti vrijednosti koraka na Al foliji (razlika između susjednih koraka) primijenjena je kontrolna karta „Izmjerena vrijednost – pokretni raspon“ (eng. X and Moving R Chart). Karta je prikazana na slici br. 5.16 analizom karte može se zaključiti:

- Izmjerene vrijednosti koraka raspoređene su normalno (slučajno)
- Aritmetička sredina svih izmjerenih koraka iznosi 179,14 mm
- Prosječan skok (razlika između susjednih koraka) iznosi 0,132 mm, što se vidi iz karte pokretnih raspona
- Na karti pokretnih raspona uočava se jedan značajan skok koji je statistički značajan
- Nešto manji skokovi javljaju se u još nekoliko slučajeva

Na slici broj 5.17 prikazana je raspodjela (histogram) skokova između susjednih koraka. Na slici su prikazane vrijednosti specifikacija bitne za procjenu sposobnosti procesa:

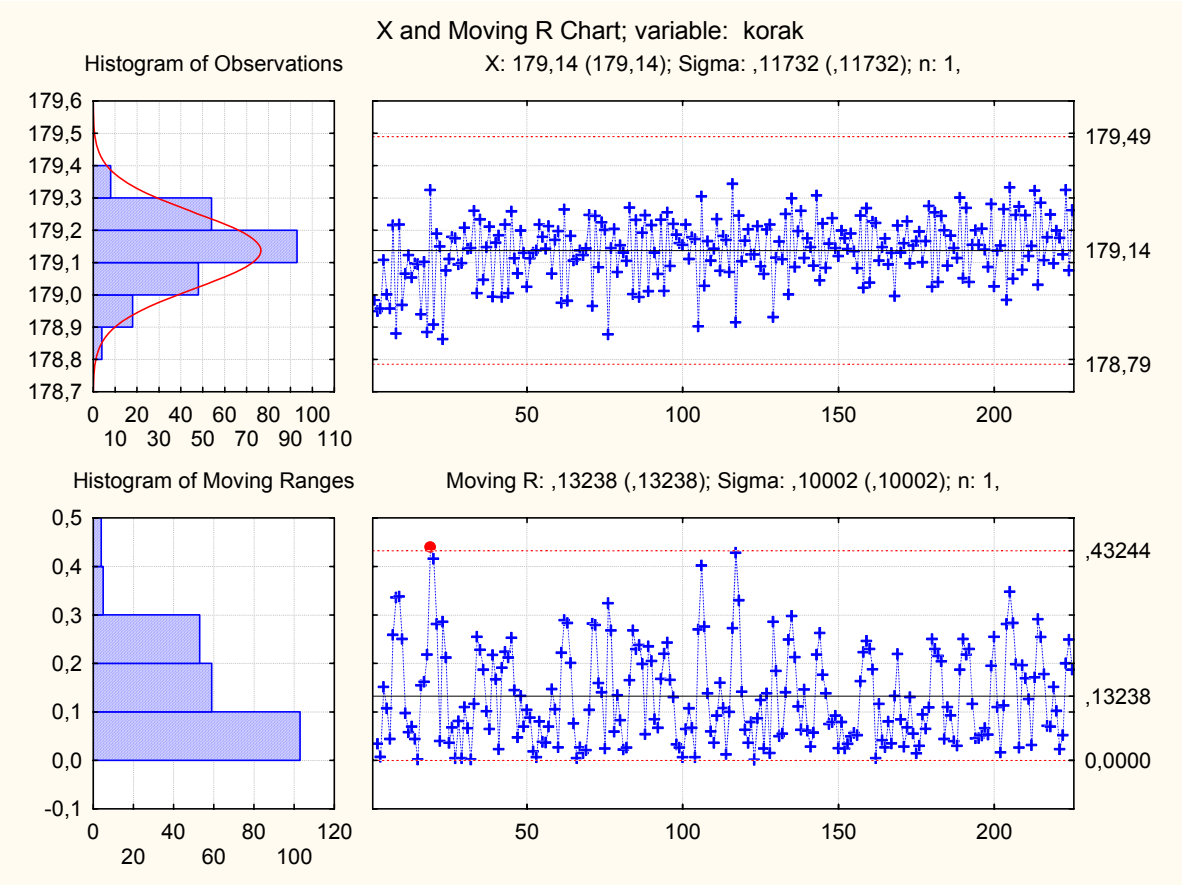
- Ciljana mjera (target) koraka: 179,35 mm
- Donja granica zahtjeva (LSL): 179,20 mm
- Gornja granica zahtjeva (USL): 179,50 mm
- Nazivna vrijednost koraka: 179,50 mm

Analizom histograma može se zaključiti slijedeće:

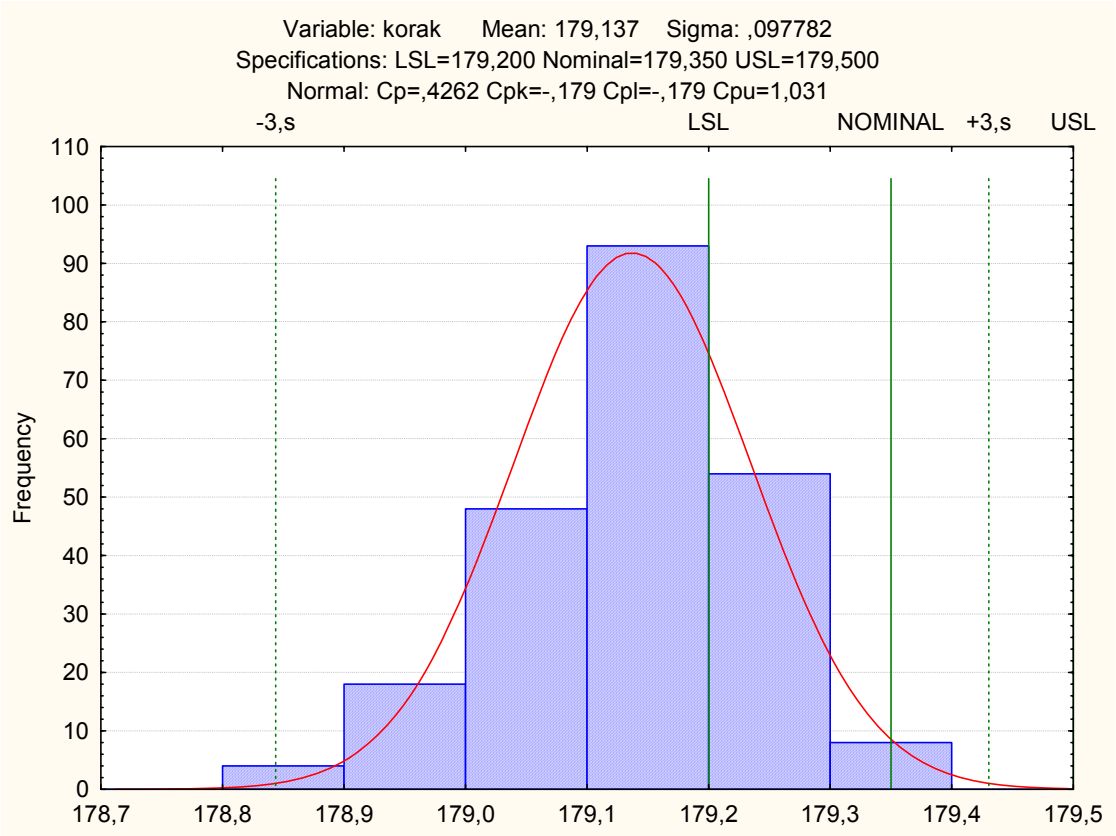
- Aritmetička sredina svih mjerenja koraka iznosi 179,137 mm što u odnosu na ciljanu vrijednost koraka (179,35 mm) predstavlja značajan pomaka (0,213 mm)
- Rasipanje izmjera je preveliko (6σ = 0,587 mm) u odnosu na širinu polja 0,30 mm
- Indeks sposobnosti procesa C_p = 0,4262 govori da ovaj proces nije sposoban zadovoljiti zahtjeve
- $k\sigma$ razina za ovaj proces iznosi 1,2786σ što upućuje na poboljšavanje

Na slici br. 5.18 prikazana je kontrolna karta „Aritmetičke sredine uzoraka – Standardna odstupanja u uzorcima“ (engl. X – bar and S Chart) koja je poslužila za određivanje varijacija koraka rezultata mjerenja. Analizom karte može se zaključiti slijedeće:

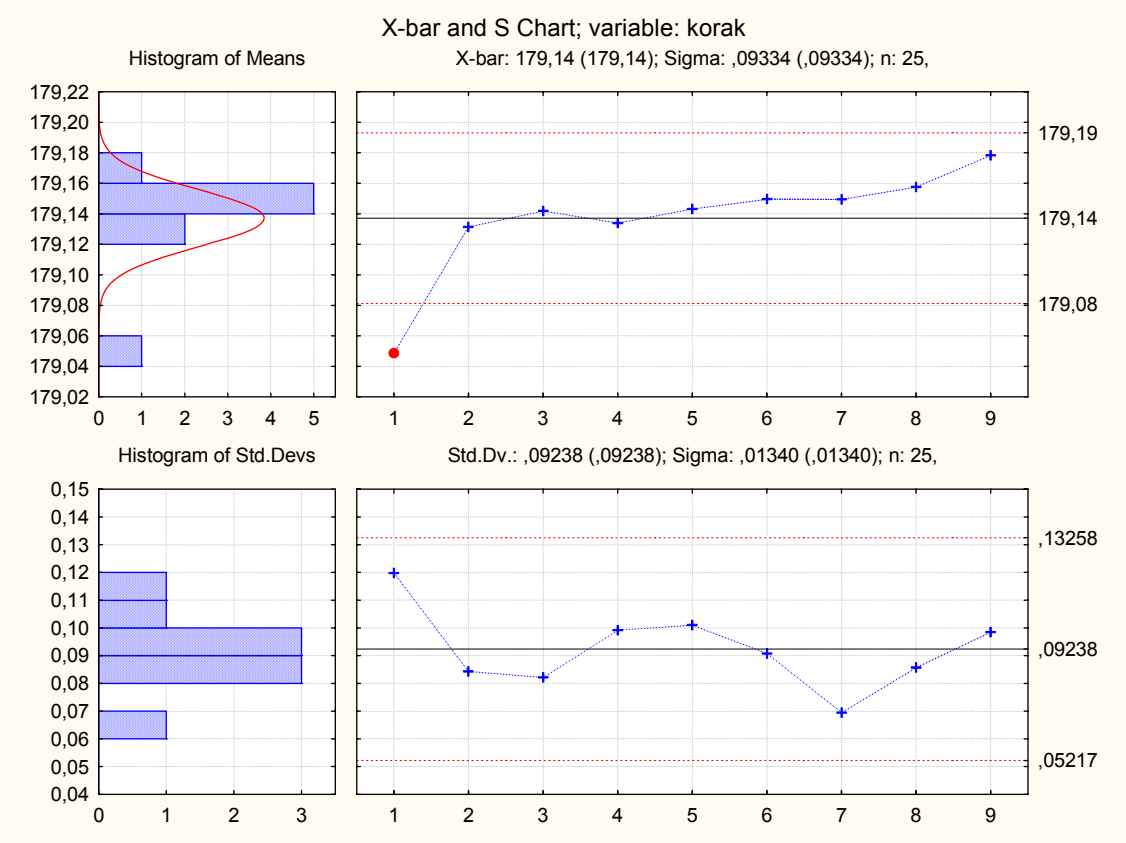
- Postoji trend povećanja koraka od početka prema kraju role.
- Aritmetička sredina koraka uzorka broj 1 značajno je manja od aritmetičkih sredina ostalih uzoraka i nalazi se izvan granica.
- Standardna odstupanja (rasipanje koraka unutar uzoraka) su ujednačena za sve uzorke.
- Potrebno je izvršiti daljnju analizu te izračunati trend porasta vrijednosti koraka te druge analize vezane za namotaja folije



Slika br. 5.16 Kotrolna karta koraka „Izmjerena vrijednost – pokretni raspon“



Slika br. 5.17 – Histogram izmjerenih koraka



Slika br. 5.18 – Kontrolna karta aritmetičkih sredina i standardnih odstupanja

Primjer 2: Gramatura ljepila

U ovom primjeru gramatura ljepila koji se nanosi na folije predstavlja jedan od značajnih faktora kvalitete gotovog proizvoda, a posebno važan faktor koji utječe na ukupne troškove proizvodnje.
Upravljanje procesom nanošenja ljepila na foliju vrši se na osnovu određene gramature ljepila u laboratoriju i to na odgovarajućim uzorcima. Stvarni rezultati u ovom primjeru su pokazali da upravljanje procesom nanošenja ljepila nije učinkovito i da je nužno poduzimanje određenih zahvata na procesu.

Primijenjena je kontrolna karta gramature „Izmjerena vrijednost gramature ljepila – pokretni raspon“. Karta je prikazana na slici br. 5.19. Analizom karte može se zaključiti:

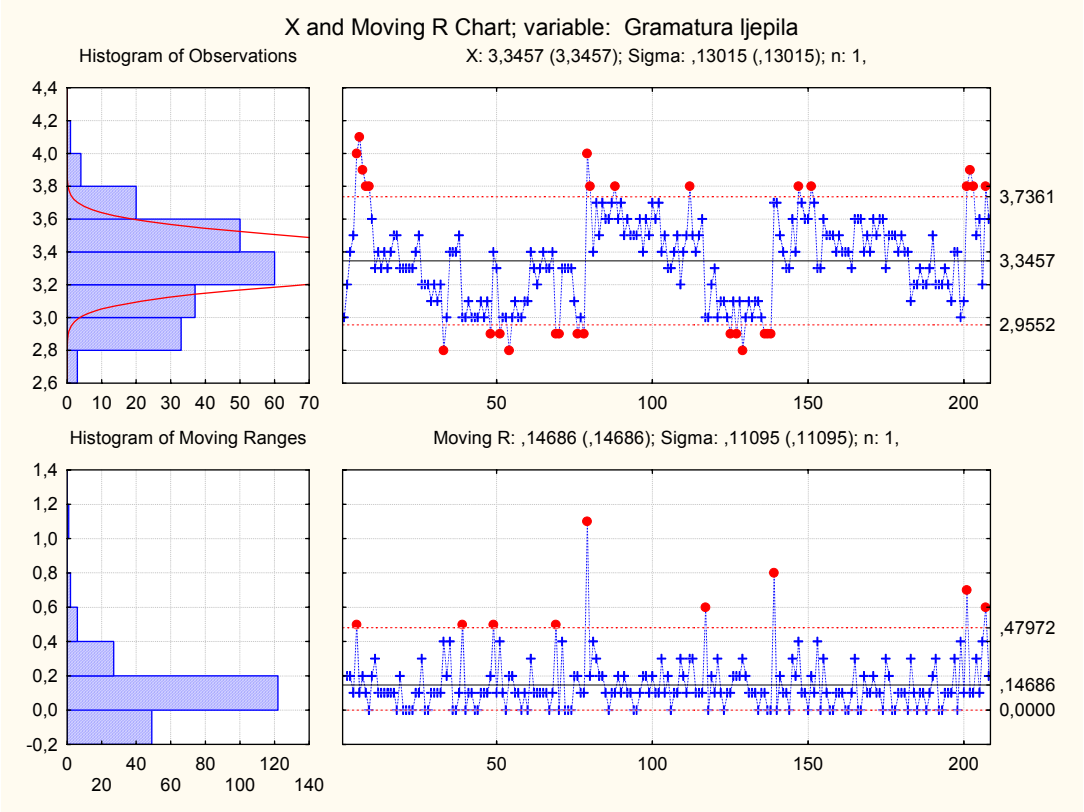
- Izmjerene vrijednosti gramature nisu raspoređene normalno (slučajno).
- Aritmetička sredina svih izmjerenih gramatura ljepila iznosi 3,3457 g.
- Prosječna razlika gramatura iznosi 0,14686 g što se vidi iz karte pokretnih raspona.
- Na karti pokretnih raspona uočava se veći broj izmjerenih gramatura koje su statistički značajne i odstupaju od ostalih vrijednosti.

Na slici broj 5.20 prikazana je raspodjela (histogram) izmjerenih gramatura ljepila. Analizom histograma može se zaključiti sljedeće:

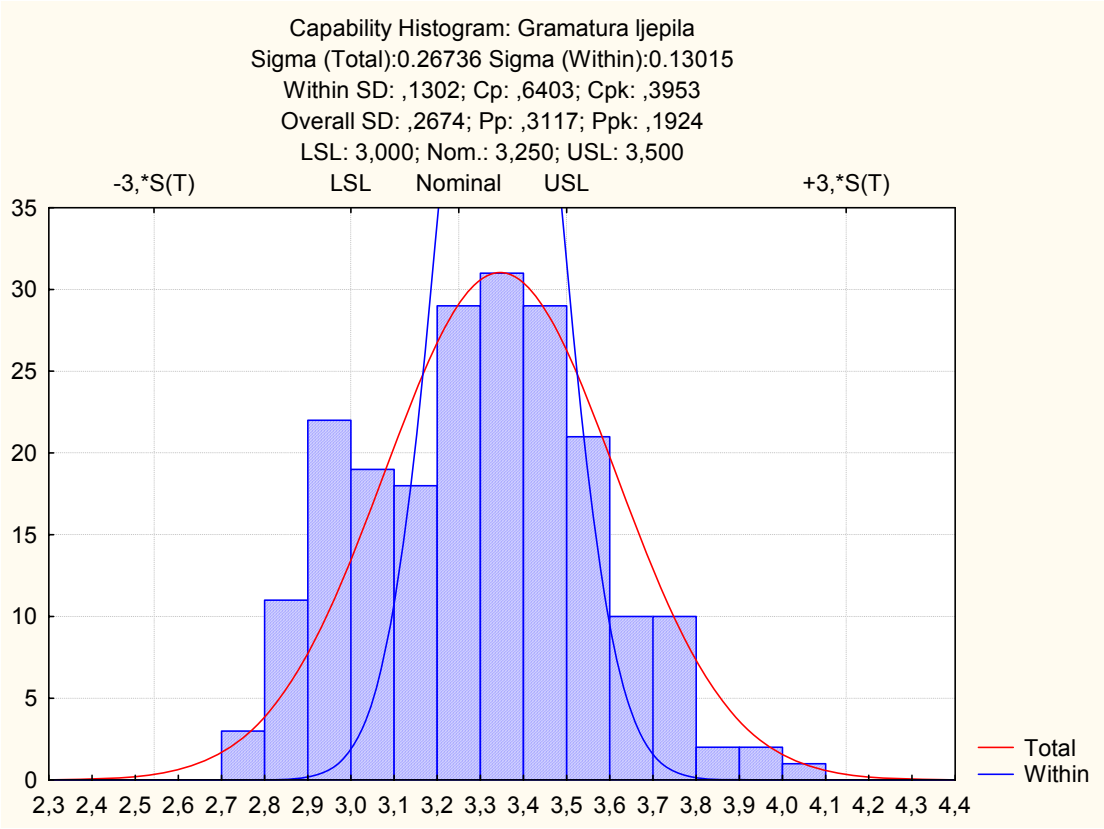
- Kako je vrijednost indeksa sposobnosti procesa C_p jednaka 0,6403 može se zaključiti da proces ima tehnološke značajke da se teorijski ne može ispuniti zahtjev za gramaturom od 3,0 do 3,5 g/m^2
- Gramatura je pomaknuta prema gornjoj granici zahtjeva, što nepovoljno djeluje na

troškove.

- Potrebno je ići u daljnja istraživanja ovog problema.



Slika br. 5.19 – Kontrolna karta gramature „Izmjerena gramatura ljepila – pokretni raspon“



Slika br. 5.20 – Histogram izmjerenih gramatura

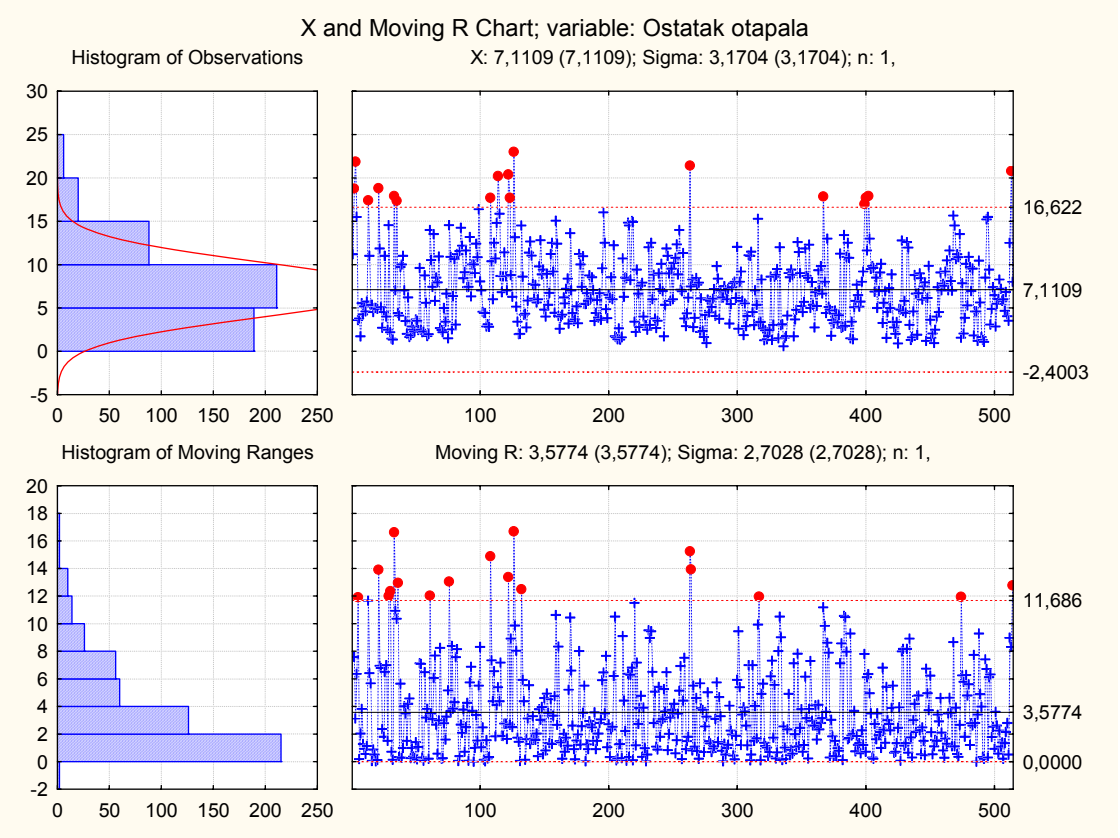
Primjer 3: Ostatak otapala

U procesu se kontrolirao ostatak otapala koji je stvarao probleme u sljedećim procesima proizvodnje.

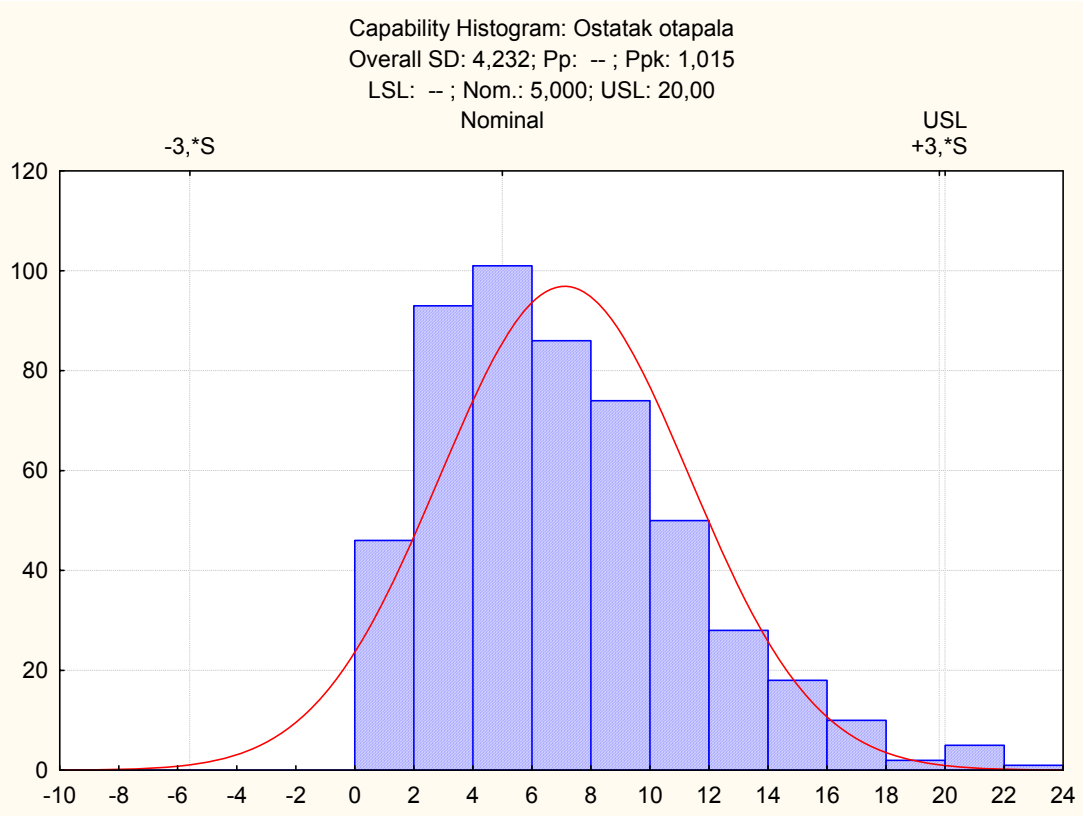
Primijenjena je kontrolna karta „Izmjerena vrijednost ostataka otapala – pokretni raspon“. Karta je prikazana na slici br. 5.21. Analizom karte može se zaključiti:

- Izmjerene vrijednosti ostataka otapala nisu raspoređene normalno (slučajno).
- Aritmetička sredina svih izmjerenih ostataka otapala iznosi 7,1109 g.
- Prosječna gramatura ostatka otapala iznosi 3,5774 g što se vidi iz karte pokretnih raspona.
- Na karti pokretnih raspona uočava se veći broj izmjerenih ostatka otapala koje su statistički značajne i odstupaju od ostalih vrijednosti.

Histogram izmjerenog ostatka otapala prikazan je na slici br.5.22
.



Slika br. 5.21 - Kontrolna karta ostatka otapala „Izmjereni ostatak otapala – pokretni raspon“



Slika br. 5.22 - Histogram izmjerenog ostatka otapala

TVRTKA B

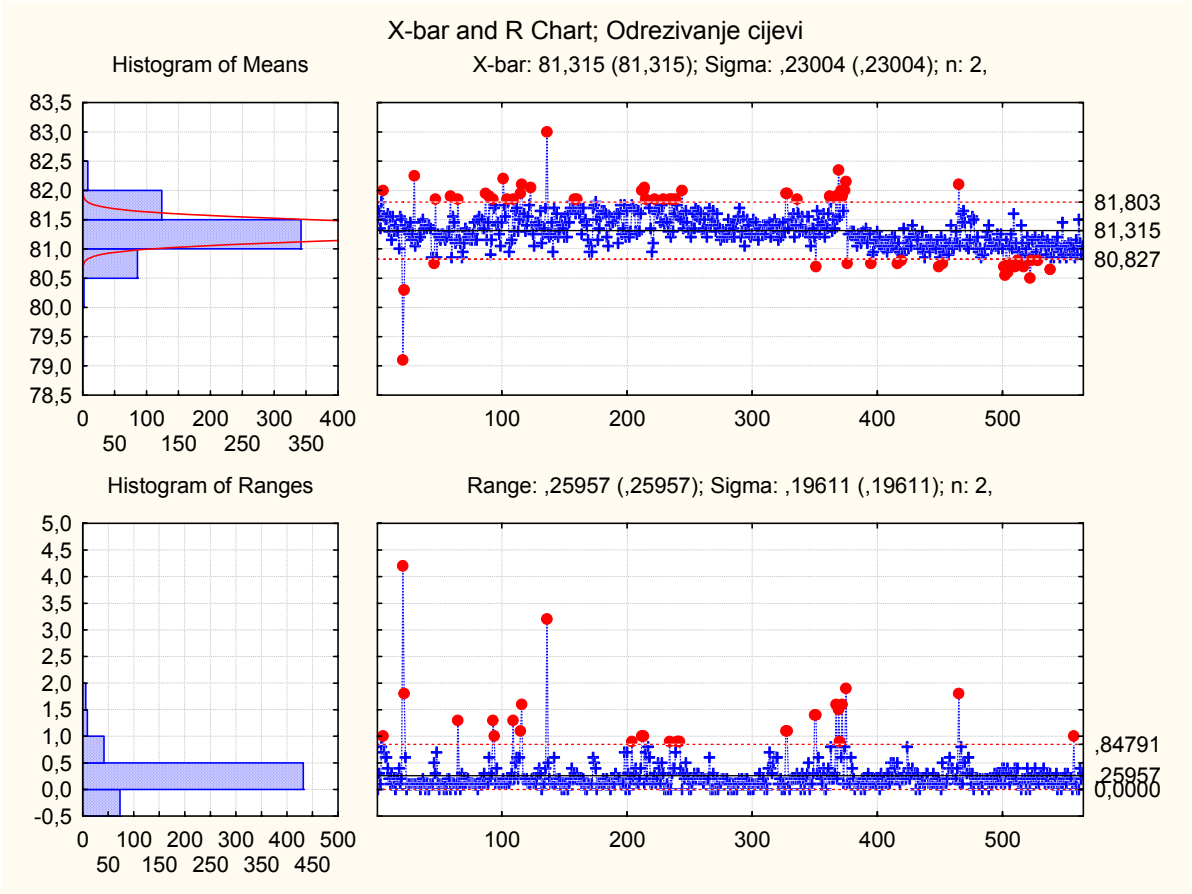
Primjer 1: Odrezivanje cijevi

Odrezivanje cijevi koje se u daljnjim procesima koriste za izradu priključaka na uređajima U_1 kontrolirano je s ciljem sagledavanja mogućnosti poboljšanja.

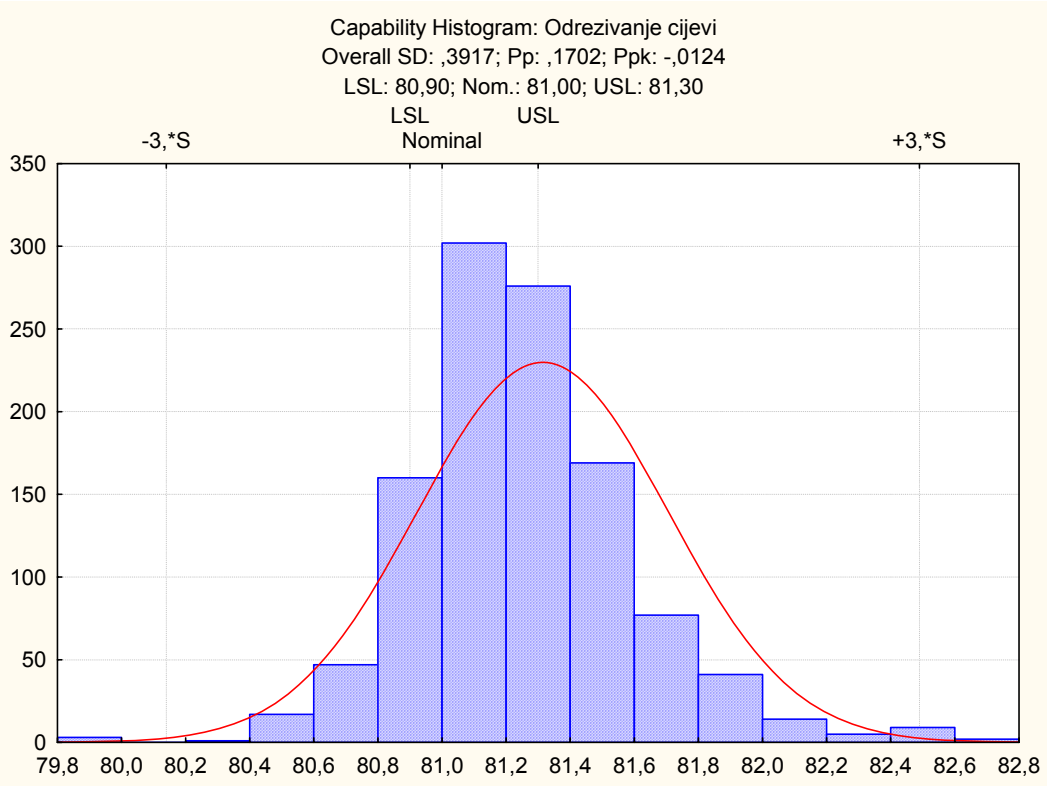
I u ovom slučaju primijenjena je kontrolna karta „Izmjerena vrijednost – pokretni raspon“. Karta je prikazana na slici br. 5.23. Analizom karte može se zaključiti:

- Izmjerene vrijednosti cijevi nisu raspoređene normalno (slučajno).
- Aritmetička sredina svih izmjerenih cijevi iznosi 81,315 mm
- Na karti pokretnih raspona uočava se veći broj izmjerenih cijevi koje su statistički značajne i odstupaju od ostalih vrijednosti.
- S vrijednošću $k\sigma \approx 0,5$ može se zaključiti da proces nije pod kontrolom da je potrebno istraživati ovaj proces s ciljem eliminacije očevidnih grešaka.

Histogram izmjerenih odreza cijevi prikazan je na slici br. 5.24.



Slika br. 5.23 - Kontrolna karta odrezivanja „Izmjera – pokretni raspon“



Slika br. 5.24 - Histogram izmjerenih odreza cijevi

Primjer 2: Dužina izvlačenja

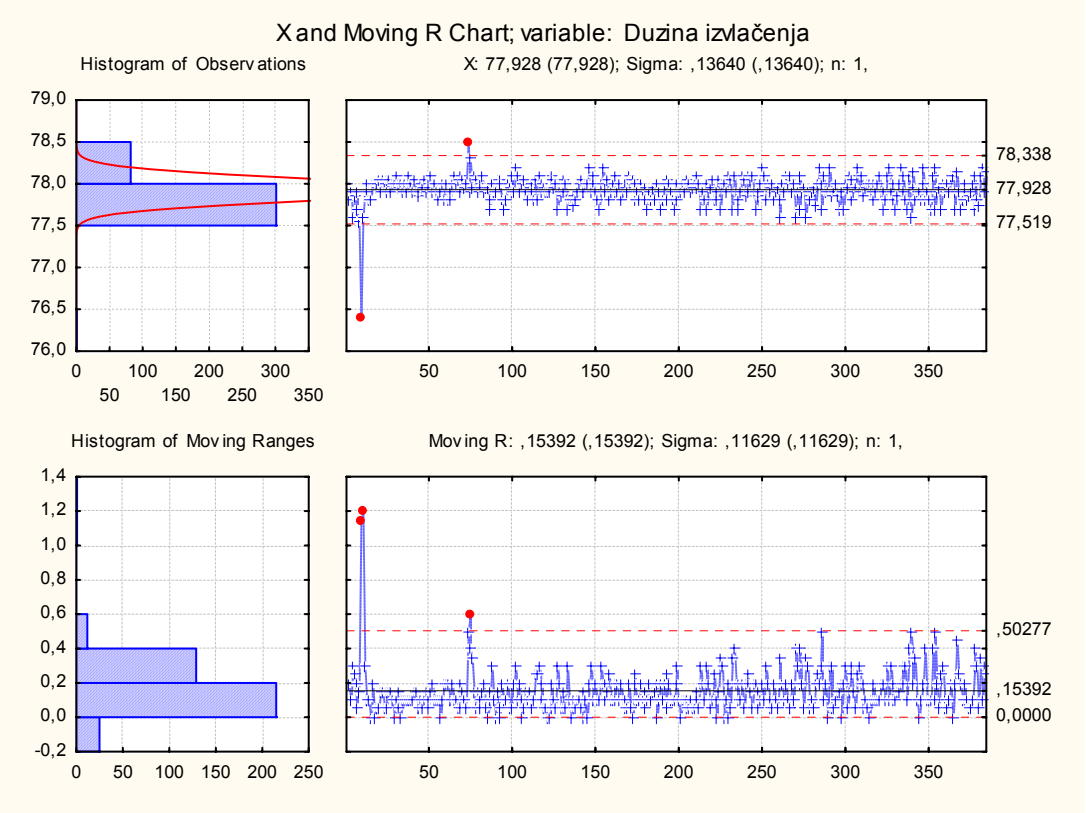
Za analizu varijabilnosti vrijednosti dužine izvlačenja proizvoda G_1 primijenjena je kontrolna karta „Izmjerena vrijednost – pokretni raspon“. Karta je prikazana na slici br. 5.25. Analizom karte može se zaključiti:

- Izmjerene vrijednosti dužine izvlačenja raspoređene su normalno (slučajno), uz isključenje dva rezultata.
- Aritmetička sredina svih izmjerenih koraka iznosi 77,928 mm.
- Na karti pokretnih raspona uočavaju se tri skoka koji su statistički značajni

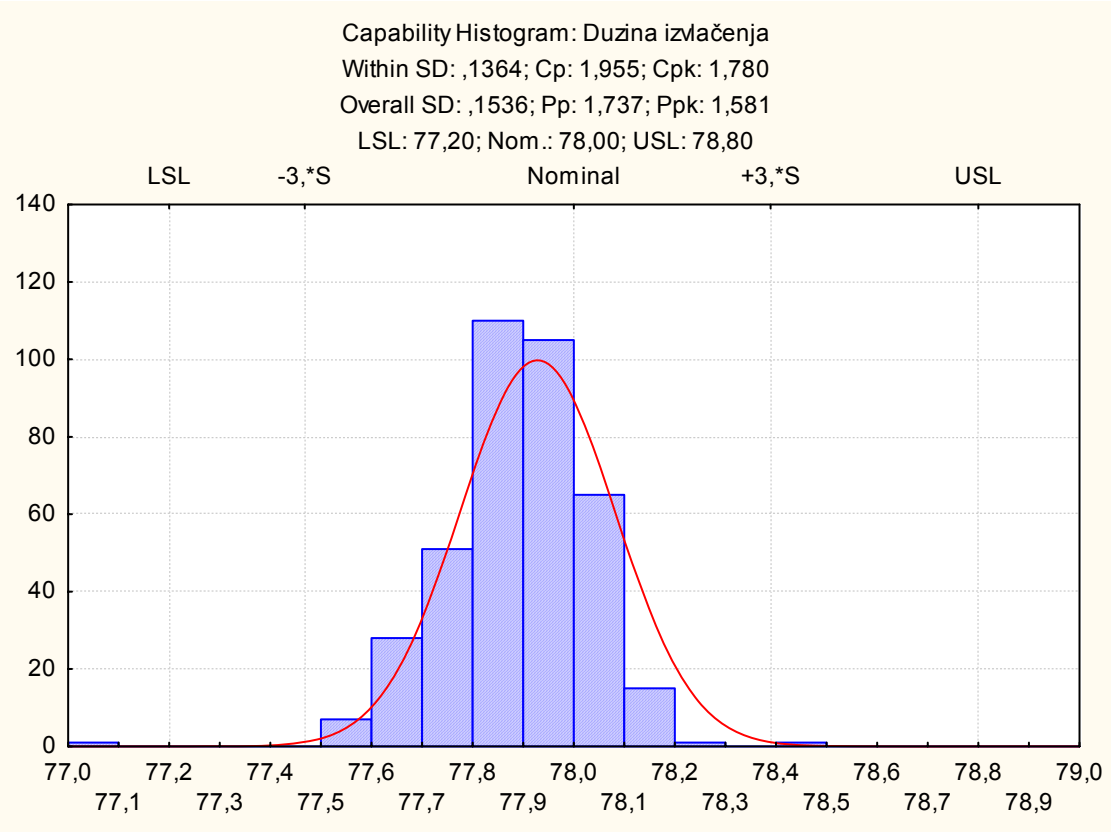
Na slici broj 5.26 prikazana je raspodjela (histogram) izmjerenih dužina izvlačenja. Vrijednosti specifikacija koje su bitne za procjenu sposobnosti procesa:

- Donja granica zahtjeva (LSL): 77,20 mm
- Gornja granica zahtjeva (USL): 78,80 mm
- Nazivna vrijednost : 78,00 mm
- Indeks sposobnosti procesa C_p = 1,995 govori da je ovaj proces sposoban zadovoljiti zahtjeve.
- kσ razina za ovaj proces iznosi 5,985σ.

Proces je pod kontrolom te osigurava tražene uvjete. Poboljšanja ovog procesu nisu neophodna te se treba usmjeriti na druge procese.



Slika br. 5.25 - Kontrolna karta dužine izvlačenja „Izmjera – pokretni raspon“



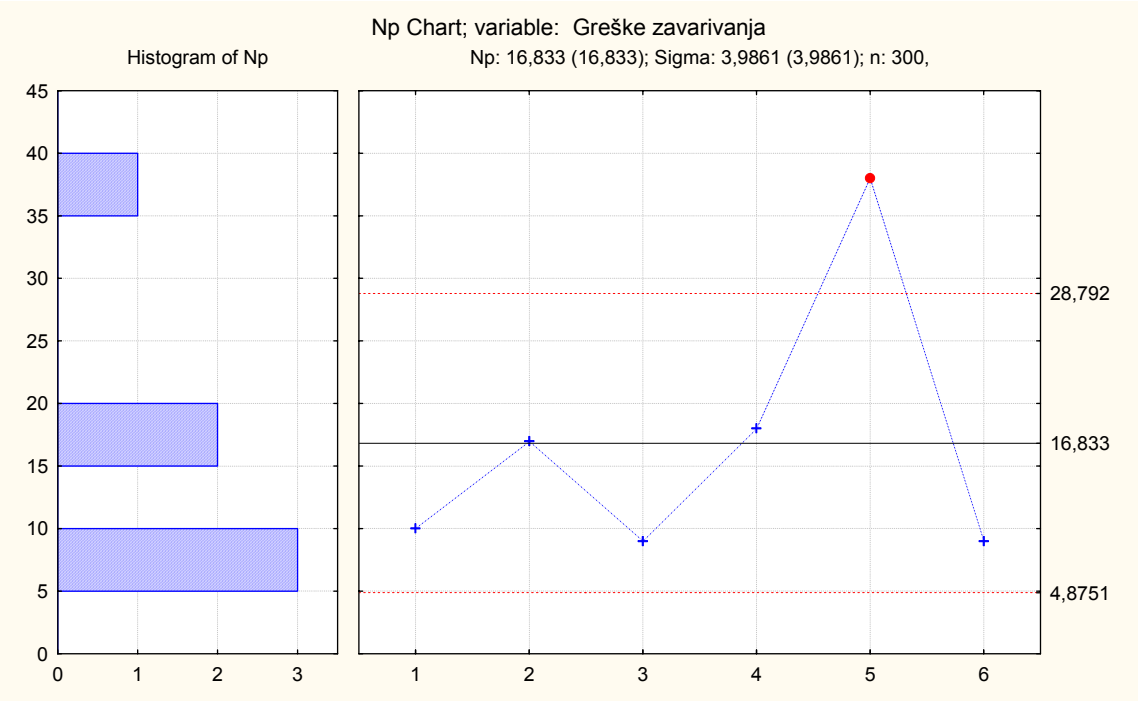
Slika br. 5.26 - Histogram izmjerenih dužina izvlačenja

Primjer 3: Greške zavarivanja

U ovom primjeru izvršena je analiza učestalosti i vrste grešaka zavarivanja proizvoda P_1 s ciljem određivanja razine sposobnosti procesa zavarivanja i iznalaženja mogućnosti za poboljšanje.

Kontrola, odnosno praćenje grešaka je provedeno u jednoj smjeni, pri čemu su kontrolirani svi proizvodi P_1 na jednoj vrsti stroja. Statistička obrada rezultata kontrole izvršena je primjenom „np – kontrolne karte“ za praćenje promjena broja grešaka po uzorcima. Ukupno je kontrolirano (zavareno) 1800 proizvoda P_1. Uzorak je određen brojem zavarenih proizvoda P_1 u jednom od 6 gnijezda, što u ovom slučaju iznosi n = 300 proizvoda.

np – kontrolna karta prikazana je na slici 5.27. Uočava se da je broj grešaka značajno veći za uzorak (gnijezdo) br. 5. Analizom podataka utvrdilo se da se ovaj proces zavarivanja može odvijati na razini škarta od 4,2% što se može zaključiti da je kσ ovog procesa oko 3,25σ. Daljnjim analizama grešaka po uzorku, strukture grešaka kao i vrstama stroja za zavarivanja moguće je pronaći mjesta za poboljšavanje u ovom primjeru.



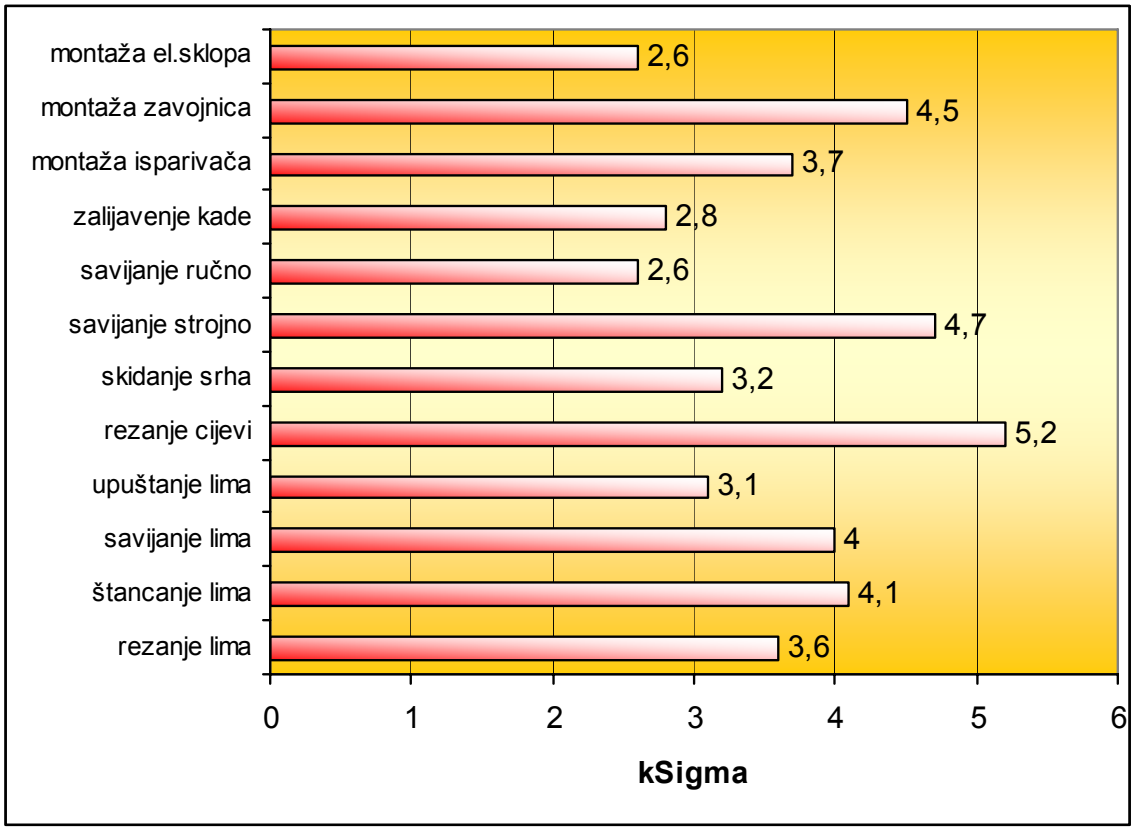
Slika br. 5.27 – np kontrolna karta za greške zavarivanja

TVRTKA C

Primjer : Proizvodni procesi

U tvrtki C tijekom 2007. pratili su se procesi proizvodnje i to procesi izrade pozicija iz lima, cijevi i procesi montaže glavnih sklopova. Za izračun kσ razine poslužili su podaci o greškama iz proizvodne dokumentacije koja prati navedene procese. Podaci su prikazani na slici br. 5.28. Analizom vrijednosti razina sposobnosti procesa može se uočiti da tvrtka posluje na prosječnoj svjetskoj razini. Međutim, uočavaju se procesi s niskom razinom sposobnosti kao i onih koji imaju vrlo visoku razinu. Razloge i poboljšanja pojedinih procesa treba potražiti u detaljnijim analizama a usmjeriti se na procese koji imaju kσ razinu manje od prosječne (3 - 4)σ.

Ukupni rezultati govore o trenutnom stupnju zrelosti procesa proizvodnje približno na razini 4σ i može se zaključiti da je organizacija na dobrom putu prema 6σ metodologiji.



Slika br. 5.28 – kσ razina za proizvodne procese u tvrtki C

6. PRIJEDLOG METODOLOGIJE 6σ MALIM PROIZVODNIM ORGANIZACIJAMA

6.1 Opis predložene metodologije

Kako je postojeća metodologija 6σ kompleksna i nije prikladna za male organizacije, u ovom poglavlju se predlaže metodologija 6σ za male proizvodne organizacije uvažavajući svjetska iskustva, znanstvenu literaturu, specifičnosti gospodarstva i okruženja, te provedeno istraživanje i analize. Kako se gospodarstvo RH temelji na malim i srednjim organizacijama koje pokušavaju pronaći svoje mjesto na globalnom tržištu, predložena metodologija trebala bi im u tome pomoći.

Predložena metodologija opisana je s aspekta glavnih i pomoćnih aktivnosti koje treba realizirati u svim fazama provedbe. U dostupnoj znanstvenoj literaturi prikaz 6σ metodologije uglavnom se svodi na opis „krutog“ modela DMAIC, dok se neopravdano zanemaruju aktivnosti koje prethode rješavanju problema i slijede nakon rješenja problema.

Predložena 6σ metodologija za male proizvodne organizacije temelji se na osnovnim principima opisane 6σ metodologije u koju se integriraju suvremeni principi „Lean“ proizvodnje.

Metodologija 6σ otkriva ključne uzroke varijacija u procesima s ciljem povećanja dobiti i većeg zadovoljstva kupaca, kako bi se radilo ispravno, bez grešaka. Temeljni principi 6σ metodologije koji se ugrađuju u novu metodologiju su:

- Vrlo čvrsta veza s kupcima (koji mogu biti i korisnici u procesima) izražena zahtjevima, potrebama i zadovoljstvom kupaca
- Primjena različitih tehnika i alata u svim fazama provedbe
- Procesno – projektni pristup rješavanju problema
- Timski rad na projektima

„Lean“ je pristup koji traži poboljšanje protoka „vrijednosti“ (materijala, pozicija, poluproizvoda proizvoda, informacija i dr.) i eliminiranje gubitaka na što brži način. Temeljni principi „Lean“-a koji se ugrađuju u predloženu metodologiju su:

- Just – in – time
- Kanban
- Poka Yoke
- Kaizen
- Ujednačena proizvodnja i osiguranje kvalitete
- Održavanje opreme na visokoj razini raspoloživosti i pouzdanosti
- Visoka razina sigurnosti na radnim mjestima
- Primjena standardnih operativnih procedura

- Autsourcing (izmještanje iz proizvodnje funkcija i poslova koje nisu bitne za proizvodnju)
- „Koje je rješenje problema?“ a ne „Tko je kriv?“
- Pravovremene odluke – uraditi sam ili kupiti (eng. Make or buy)
- Višeprocesna proizvodnja
- Stalno smanjenje broja operatera
- 5s (jap. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) – Organizacija, Urednost, Čistoća, Normizacija, Disciplina

Integriranjem principa 6σ i „Lean“ u novu metodologiju ostvaruje se sinergijski učinak kroz povećanje ukupne efikasnosti nove metodologije. „Statistički“ alati nemaju alternativu za otkrivanje uzroka varijacija i kreiranje brzih transformacijskih poboljšanja na smanjenju troškova. Prepoznavanjem i definiranjem „dodane vrijednosti“ u procesima aktivnosti se ciljno usmjeravaju prema prioritetima, gdje su najvažniji kriteriji troškovi i interesi kupca.

Metodologija koja se predlaže fokusira se na rad i procese iz kojih treba učiti i poboljšavati ih u svim prilikama. Usmjerenost prema promjenama, razvoju i poboljšavanju zahtijeva stalnu analizu svih procesa u organizaciji, kako bi se konstatirale razlike između postupaka koji stvaraju i koji ne stvaraju „dodanu vrijednost“, s konačnim ciljem da svaki postupak (aktivnost) dodaje vrijednost u proces. Odabrani i osposobljeni zaposlenici (timovi) rade organizirano na kontinuiranom poboljšanju, kako bi realizirali mogućnosti za stvaranje dodane vrijednosti, koje inače u normalnim uvjetima ne bi bile prepoznate. Dalje se radi na kvantifikaciji problema, prikupljaju se potrebni podaci, vrše se potrebna mjerenja i analize kako bi se pronašla zadovoljavajuća rješenja. Nadalje, metodologija predviđa kvantifikaciju financijske koristi i ušteda. Sve to rezultira fokusiranjem na probleme čije rješenje nudi najviše mogućnosti smanjivanju troškova, odnosno, povećanju proizvodnosti, poboljšanju kvalitete proizvoda, smanjenju troškova, te stvaranju sigurnijeg radnog okruženja.

U predloženoj metodologiji sve počinje s kupcima (korisnicima) i njihovim zahtjevima, potrebama i očekivanjima, te prijedlozima iz procesa prema kojima se definiraju projekti. Najviše vodstvo sve te zahtjeve i ideje prevodi u poslovne ciljeve koji se preformuliraju u projekte i nakon rangiranja se prema prioritetu „guraju“ u procese. Uspješno riješeni projekti povećavaju zadovoljstvo kupaca i svih zainteresiranih strana, te ostvaruju određenu dobit koja se prema pravilniku pošteno mora rasporediti.

Kako je proces poboljšanja prije svega prirodni proces i u poslovnom smislu znači bolje poslovne rezultate, to se i predložena metodologija temelji na neminovnom i prirodnom kontinuiranom poboljšanju. Kao moto svih poboljšanja u ovoj metodologiji poslužila je Demingova tvrdnja: „Uvijek postoji bolji način“.

Predložena metodologija **PPDR** za male proizvodne organizacije sastoji se od četiri osnovne faze:

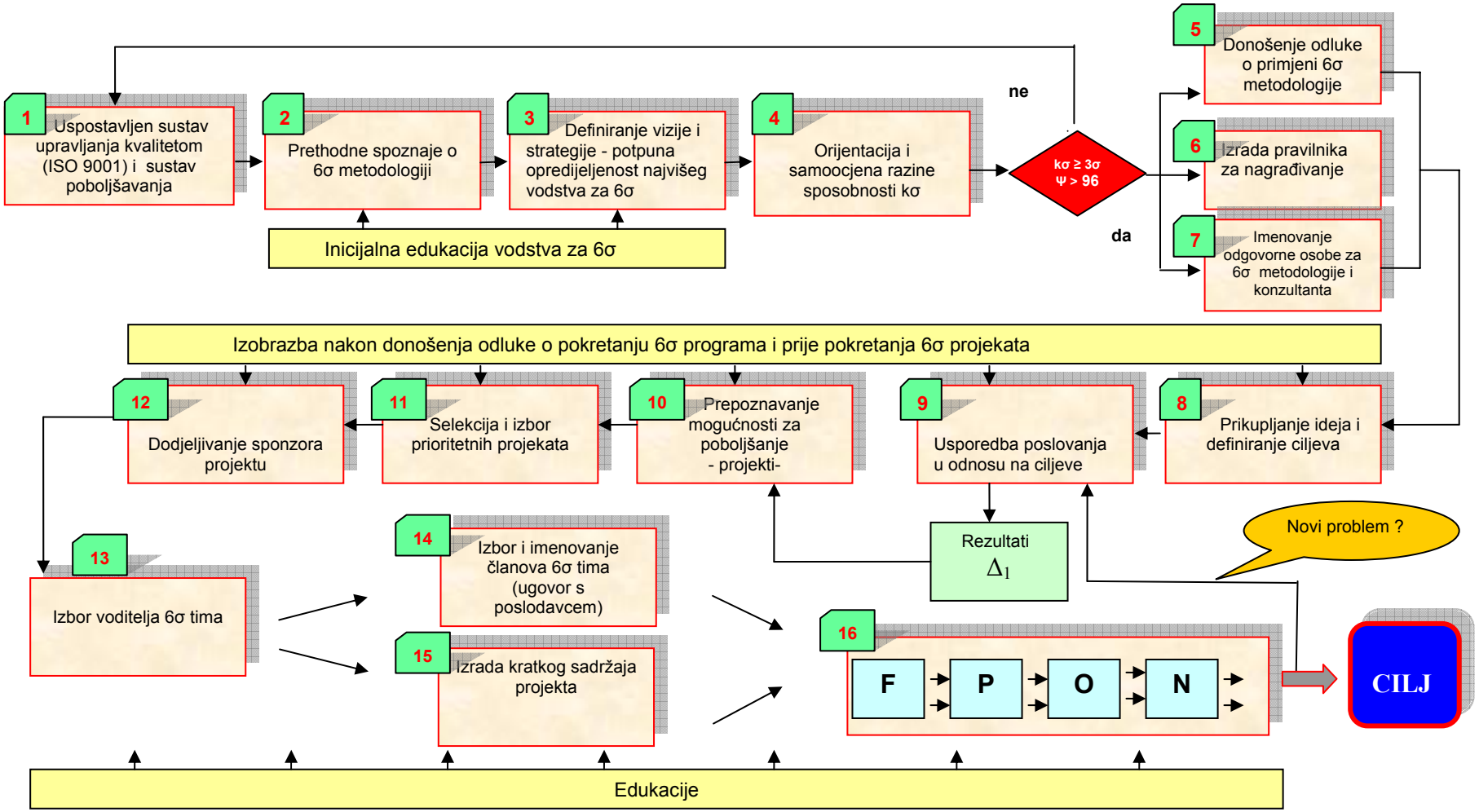
1. **P**rethodne aktivnosti prije donošenja odluke o primjeni metodologije
2. **P**ripremne aktivnosti nakon donošenja odluke o primjeni
3. **D**efiniranje projekata i tima za realizaciju
4. **R**ealizacija projekata – poboljšanja (modelom **FPON**)

Svaka faza sastoji se od aktivnosti koje su numerirane na slici br. 6.1 i 6.2:

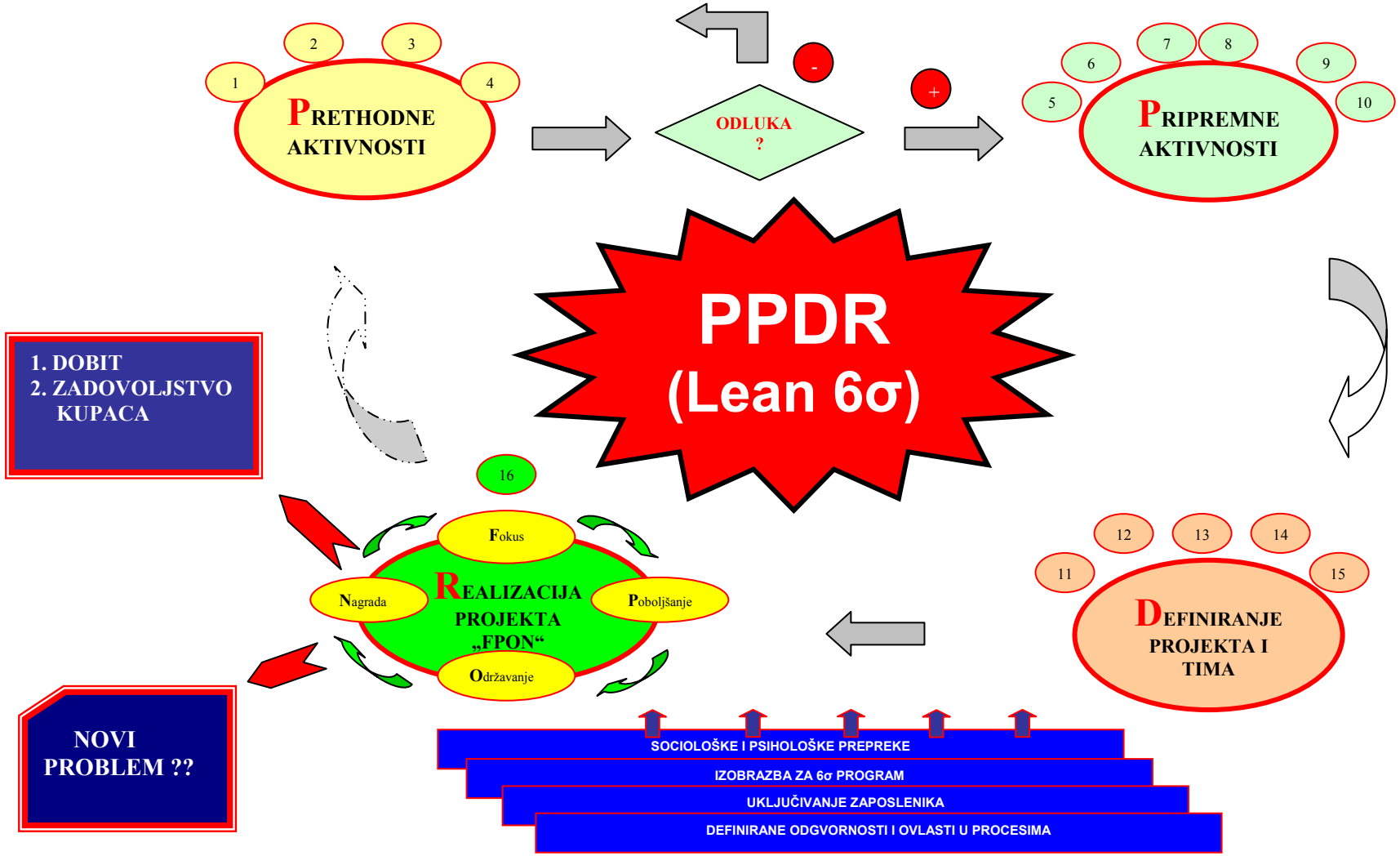
1. **P**rethodne aktivnosti: 1 ÷ 4
2. **P**ripremne aktivnosti: 5 ÷ 10
3. **D**efiniranje projekata: 11 ÷ 15
4. **R**ealizacija projekta: 16

Pored ugrađenih principa „Lean“ i 6σ metodologije, u novoj metodologiji uvode se određene specifičnosti koje imaju za cilj lakšu i efikasniju primjenu u malim proizvodnim organizacijama.

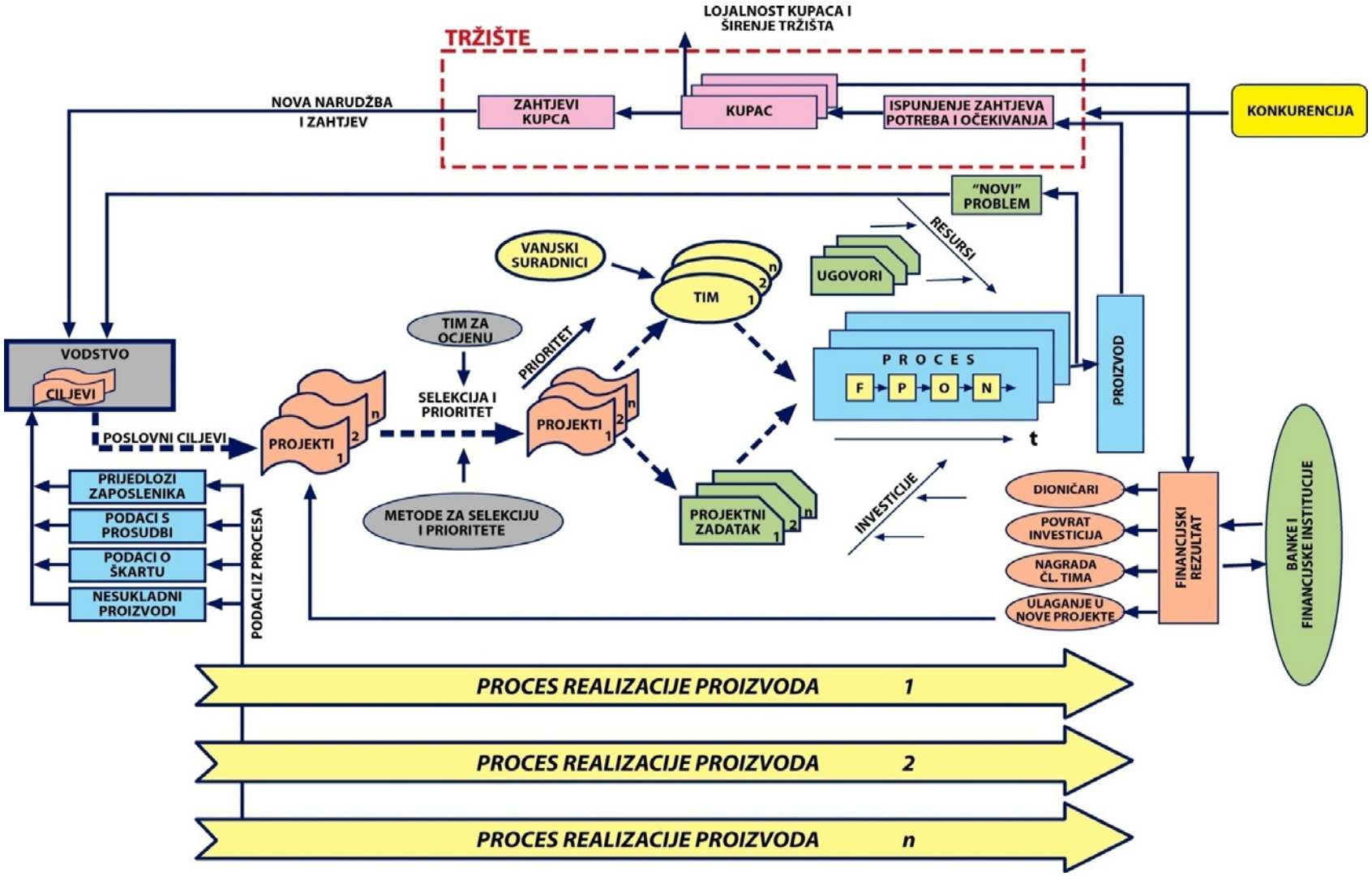
U nastavku se detaljnije pojašnjavaju aktivnosti predložene metodologije PPDR pomoću slika br. 6.1, 6.2 i 6.3.



Slika br. 6.1 – Predložena **PPDR** metodologija po aktivnostima



Slika br. 6.2 - Glavne faze PPDR metodologije

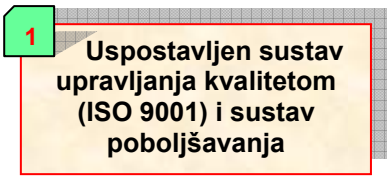


Slika br. 6.3 – Struktura predložene 6σ metodologije - **PPDR**

6.2 Prethodne aktivnosti prije donošenja odluke o primjeni metodologije

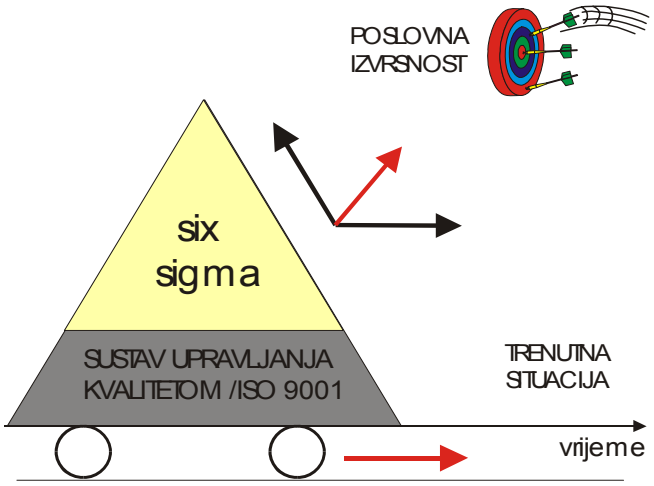
Prethodne aktivnosti prije donošenja odluke o primjeni predložene metodologije **PPDR** prikazane na slici br. 6.1 i 6.2, i označene brojevima od 1 do 4 su:

- Uspostavljen sustav upravljanja kvalitetom i sustav poboljšavanja u organizaciji gdje se želi implementirati
- Informiranje o 6σ metodologiji
- Definiranje vizije i strategije te potpuna opredijeljenost najvišeg vodstva za 6σ metodologiju,
- Orijentacija o trenutnoj situaciji u organizaciji i samoocjena radi pokretanja 6σ metodologije.



6.2.1 Uspostavljen sustav upravljanja kvalitetom i sustav poboljšavanja

Sustav upravljanja kvalitetom ustrojen i prilagođen zahtjevima međunarodne norme EN ISO 9001:2000 smatra se dobrom osnovom za poduzimanje mjera poboljšavanja prema poslovnoj izvrsnosti (slika br. 6.4). Opstanak na tržištu danas zahtjeva provođenje strategije zadovoljenja kupca usmjerene prema podizanju razine kvalitete s gledišta kupca. Strategija zadovoljenja kupca, ujedno i strategija opstanka tvrtke, najčešće je povezana s neprekidnim poboljšavanjem kvalitete. Pri tome pojam „poboljšavanje kvalitete“ treba poistovjetiti s pojmom „smanjivanja troškova“. Sustavi i postupci poboljšavanja kvalitete su promijenili slijed prioriteta mnogih tvrtki koje su ostvarile značajnu ulogu u međunarodnoj konkurenciji.



Slika br. 6.4 – Sustav upravljanja kvalitetom po normi ISO 9001 kao prijelazno razdoblje prema poslovnoj izvrsnosti

Slike br. 6.5 i 6.6 prikazuju faze u implementaciji, održavanju i poboljšavanju sustava upravljanja kvalitetom prema normi EN ISO 9001. Implementacija norme u malim organizacijama traje u prosjeku 6 do 12 mjeseci. U tom periodu organizacija prilagođava postojeći sustav upravljanja kvalitetom zahtjevima ove međunarodne norme. To znači, prepoznati i opisati procese, ustrojiti sustav upravljanja dokumentacijom, osigurati potrebne resurse, te sustav mjerenja, praćenja i poboljšavanja. Uspješnost tih aktivnosti i njihova stvarna primjenjivost u procesima poslovanja ocjenjuju se eksternom prosudbom od strane neutralne i akreditirane institucije. Nakon pozitivne prosudbe u organizaciji treba nastaviti s održavanjem sustava i poboljšanjima u svim segmentima poslovanja. Ukoliko je prosudba negativna preporuča se da organizacija nastavi s usklađivanjem sustava.

Tijekom implementacije zahtjeva norme ISO 9001 u postojeći sustav upravljanja kvalitetom, te tijekom njegovog održavanja i poboljšavanja, potrebno je posebnu pozornost obratiti definiranju i uvođenju sustava kontrole i izvještavanja po elementima važnim za kupca (eng. **CtC** – Critical to Customer), ali i troškovima koje stvaraju nesukladni proizvodi (eng. **CoPQ** – Cost of Poor Quality). To znači, ustrojiti pouzdan sustav kontinuiranog prikupljanja podataka o nedovoljnoj kvaliteti proizvoda i neefikasnosti procesa u odnosu na zahtjeve, potrebe i očekivanja kupaca (korisnika izlaza iz procesa) i provedbu analize prikupljenih podataka. Analiza podataka nije sama sebi svrha. Cilj je dobiti informacije i mogućnosti za poboljšanja, koja će se realizirati pomoću programa poboljšanja, te provedbom preventivnih i korektivnih aktivnosti.

Iskustva govore da nakon certifikacije održavanje i stabilizacija sustava traju najmanje tri godine, nakon čega je realno očekivati ozbiljnije mjere analize i poboljšanja. U tom periodu organizacija mora planirati i primjenjivati procese nadzora, mjerenja, analize i poboljšanja koji su potrebni za:

a) dokazivanje sukladnosti proizvoda
b) osiguranje sukladnosti sustava upravljanja kvalitetom i
c) neprekidno poboljšavanje učinkovitosti sustava

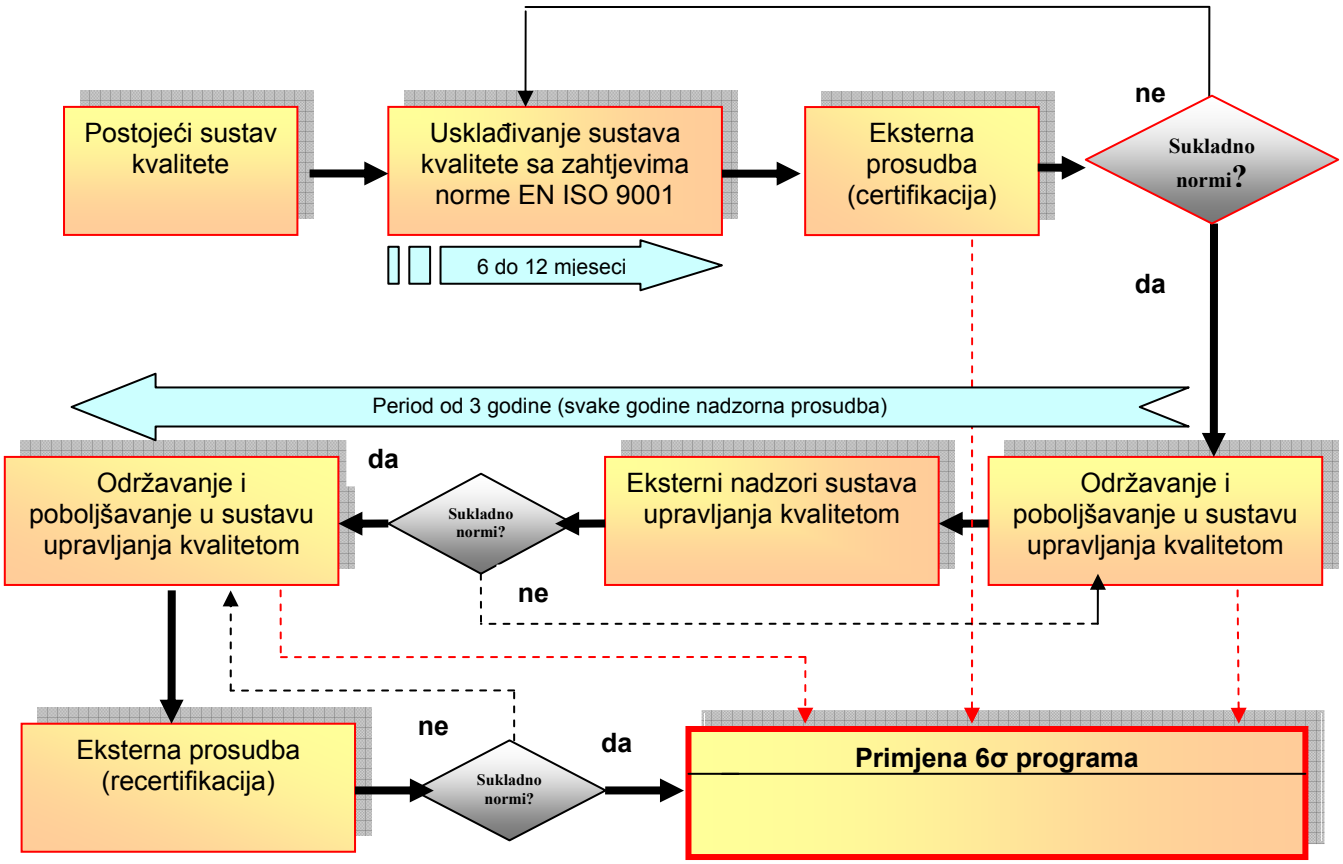
Kroz navedene aktivnosti neophodno je primjenjivanje različitih menadžerskih metoda i statističkih alata. Neutralna institucija svake godine obavlja nadzorne prosudbe, s ciljem poduzimanja mjera poboljšavanja i kontrole efikasnosti sustava.

Nakon recertifikacije sustava upravljanja kvalitetom (aktivnost eksterne prosudbe nakon tri godine funkcioniranja sustava) očekuje se intenzivnija primjena postupaka mjerenja, statistike i alata u analizama, te timski rad na rješavanju problema i poboljšavanju. Ovdje se postavlja pitanje momenta spremnosti male organizacije koja je ustrojila svoj sustav upravljanja kvalitetom prema normi EN ISO 9001 za prijelaz na zahtjevnije postupke poboljšanja, odnosno, prema poslovnoj izvrsnosti. Nakon funkcioniranja sustava minimalno 6 godina (dva postupka certifikacije) može se smatrati da je organizacija spremna za ozbiljniji put prema poslovnoj izvrsnosti uz pomoć 6σ metodologije. Ovaj prijedlog nije isključiv. Moguće su i druge varijante početka primjene 6σ metodologije. Organizacija koja je pokazala visok stupanj efikasnosti sustava upravljanja kvalitetom nakon prve prosudbe ili nakon nadzornih prosudbi može krenuti u proces primjene navedene metodologije. Podrazumijeva se da je organizacija uspješna i da je izvršila samoocjenu razine spremnosti, te da je sustav upravljanja kvalitetom u cijelosti profunkcionirao na načelima kvalitete, odnosno principima modernog menadžmenta, i to:

- Zadovoljstvu kupaca
- Sustavnom pristupu

- Liderstvu
- Procesnom pristupu u svim aktivnostima
- Uključivanju zaposlenika
- Donošenju odluka na temelju činjenica
- Partnerskim odnosima s dobavljačima
- Stalnim poboljšavanjima

Provedena istraživanja potvrđuju da su znanja i primjena menadžerskih i statističkih alata u organizacijama na vrlo niskoj razini. To znači, da nema ozbiljnijih programa poboljšavanja i da se sve aktivnosti poboljšavanja svode na formalne procedure oko preventivnih i korektivnih aktivnosti. Značaj i uloga statističkih alata i metoda su poznati, ali su problemi u njihovoj primjeni iz razloga opisanih u poglavlju 5 ovog rada. Organizacija mora iskoristiti poboljšavanja za intenzivnu edukaciju svojih zaposlenika o primjeni suvremenih alata. Pored toga, prijedlog je da organizacija u periodu poboljšavanja počinje implementirati i zahtjeve drugih normi u postojeći sustav. Tu se prije svega misli na norme EN ISO 14001 za sustav upravljanja zaštitom okoliša, OHSAS 18001 za sustav upravljanja zdravljem i sigurnošću zaposlenika, te normu SA 8000 za društvenu odgovornost organizacije koju je izdala međunarodna organizacija SAI (eng. Social Accountability International).



Slika br. 6.5 – Faze u implementaciji, održavanju i poboljšavanju sustava upravljanja kvalitetom

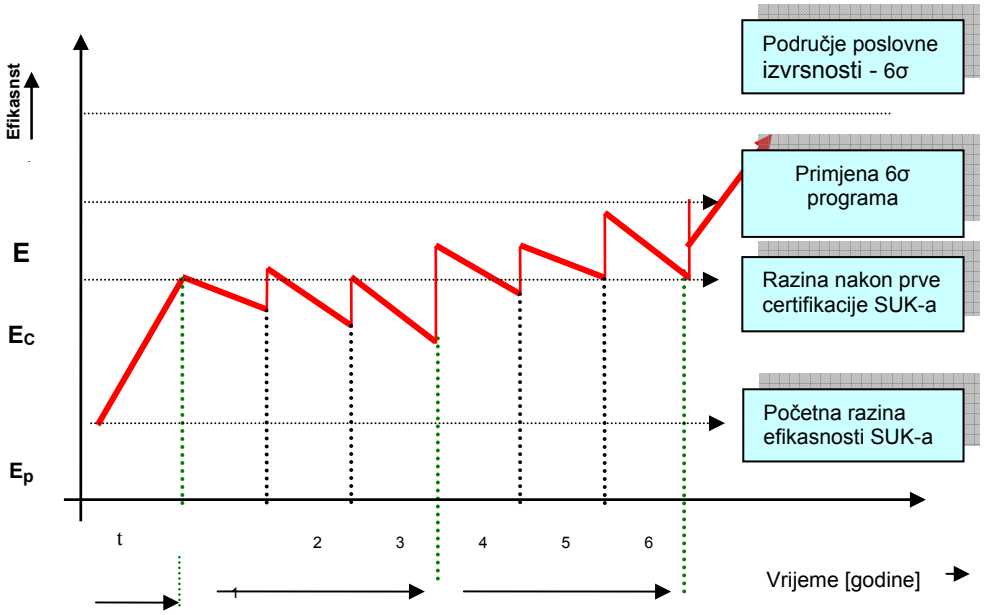
Norma EN ISO 9001 je kompatibilna sa svim ovim normama i sve više se radi na njihovom integriranju. Moguća su i rješenja pojedinačnog funkcioniranja navedenih sustava. Međutim, iskustva govore da je integrirani sustav daleko produktivniji i efikasniji od pojedinačnih. U malim

organizacijama teško je za očekivati primjenu svih navedenih normi zbog specifičnosti ustroja i funkcioniranja. Međutim, primjena drugih normi uvodi više reda u organizaciju i podiže ukupnu efikasnost. Utjecaj drugih normi nije odlučujući za početak primjene predloženog modela 6σ metodologije.

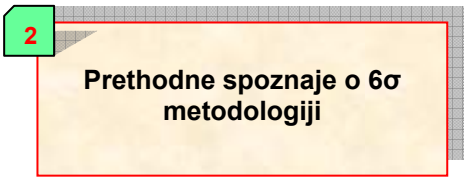
Na bazi norme EN ISO 9001 definirane su i druge norme za sustav upravljanja kvalitetom za pojedina specifična područja, kao što su:

- QS 9000 – za automobilsku industriju
- AS 9000 – za zrakoplovnu industriju
- TL 9000 – za telekomunikacijsku industriju

Ovdje se radi o normama koje su zahtjeve međunarodne norme EN ISO 9001 prilagodile specifičnim uvjetima u automobilskoj, zrakoplovnoj i telekomunikacijskoj industriji. Treba naglasiti tendenciju rasta specijaliziranih normi zbog općenitosti temeljne norme, no to neće umanjiti njen značaj i originalnost.
Bez obzira o kojoj se specijaliziranoj normi radi, uvjeti i postupak implementacije u malim organizacijama, održavanje i poduzimanje mjera poboljšanja sve do početka primjene 6σ metodologije skoro su identični.



Slika br. 6.6 – Spremnost sustava upravljanja kvalitete (SUK-a) na putu prema poslovnoj izvrsnosti



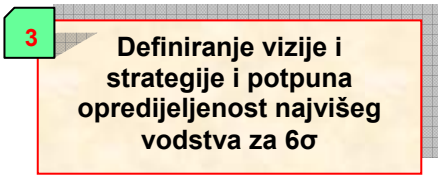
6.2.2 Prethodne spoznaje o 6σ metodologiji

Kroz provedbu mjera poboljšavanja u sustavu upravljanja kvalitetom zaposlenici se upoznaju s različitim metodologijama za poboljšavanje. Jedna od mogućnosti poboljšavanja je i metodologija 6σ. Skoro da nema organizacije (velike) koja drži do svog poslovanja i kvalitete proizvoda, a da nije čula za 6σ metodologiju. Zadivljujući rezultati onih koji su uspjeli sa 6σ

metodologijom i cijela ta „poetika“ ne mogu ostaviti nikoga ravnodušnim, a da se ne upita: „Ima li tu nešto za nas?“. Iz spoznaja o 6σ lako se uočava da sva svjetska iskustva o primjeni 6σ metodologije dolaze iz velikih organizacija i korporacija. Podaci govore [12], da je 90% organizacija koje su implementirale 6σ metodologiju dio (ogranak) velikih kompanija, a ¾ od njih zapošljava više od 2000 ljudi. Isto tako, prema podacima U.S. Census Bureau statistics 98% organizacija u SAD-u ima oko 20 zaposlenika. Više od 30% cjelokupne prodaje u SAD dolazi od organizacija s manje od 100 zaposlenika. Vladina agencija Velike Britanije u svojem izvješću je pokazala da 99,8% poslova diljem Velike Britanije dolazi od malih i srednjih poslovnih sustava koji imaju 56% ukupno zaposlenih u državi [15]. I naše gospodarstvo se temelji na malim i srednjim organizacijama koje pokušavaju pronaći svoje mjesto na globalnom tržištu.

Danas su informacije i spoznaje o bilo kojem problemu dostupne svima u vrlo kratkom vremenu. Male organizacije moraju pratiti što rade „veliki“ i pokušati prilagoditi njihova dostignuća svojim procesima i specifičnostima. To se odnosi i na 6σ metodologiju. Na žalost, provedeno istraživanje demantira ovu tvrdnju. Svega je 1/3 ispitanika čula za 6σ, i to kao usputnu informaciju na raznim seminarima. Pored toga, istraživanje je pokazalo da se ozbiljnija primjena 6σ metodologije u malim organizacijama može očekivati za 6 do 7 godina. Za skraćivanje ovog vremena predložene su konkretne aktivnosti.

Metodologija koja se predlaže u ovom slučaju podrazumijeva da je najviše vodstvo male organizacije u potpunosti informirano o 6σ metodologiji, njenim prednostima, metodama rada i očekivanim rezultatima.



6.2.3 Definiranje vizije i strategije i potpuna opredijeljenost najvišeg vodstva za 6σ

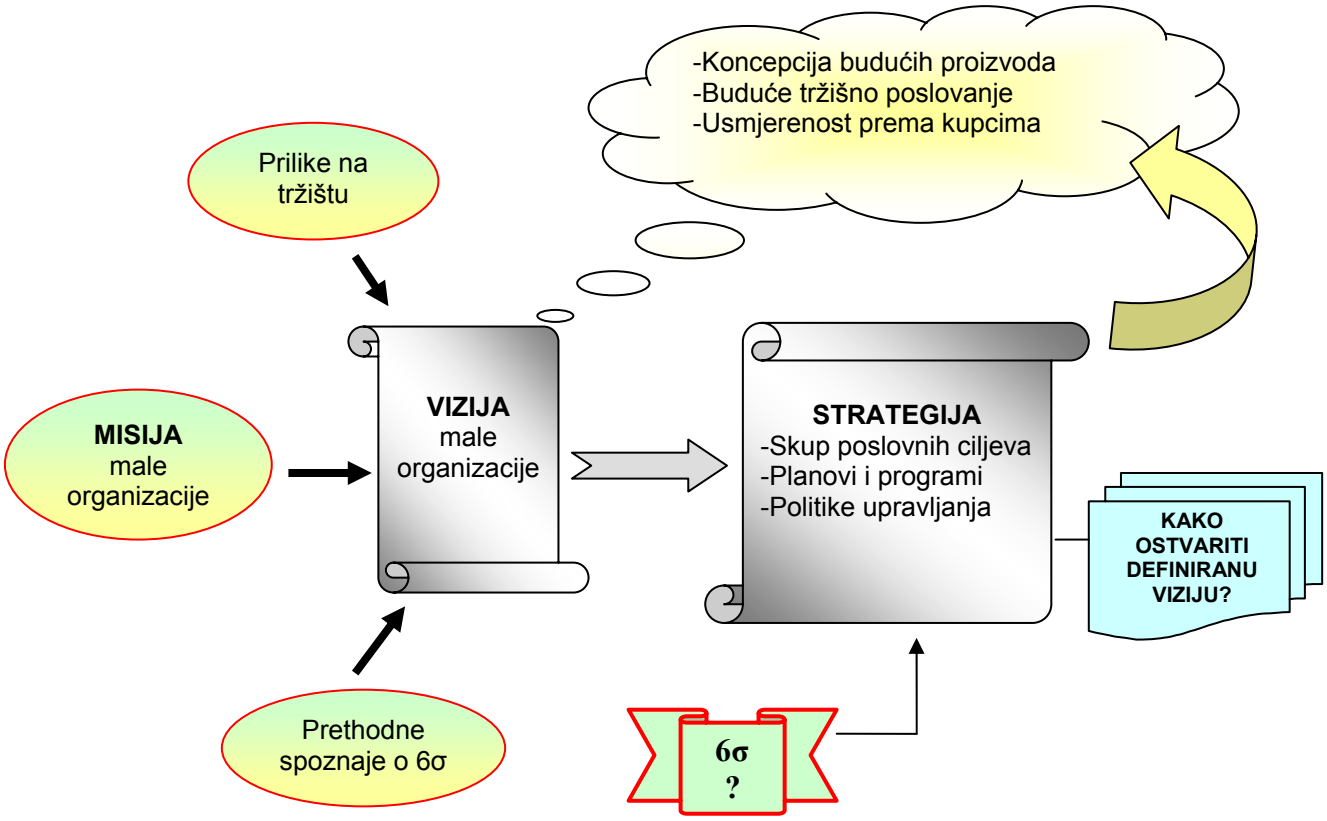
6.2.3.1 Definiranje vizije i strategije

Za pokretanje tako ozbiljne i zahtjevne metodologije, kao što je 6σ u malim organizacijama, najviša uprava mora definirati viziju i strategiju iz koje se može prepoznati potpuna opredijeljenost za 6σ metodologiju (slika br. 6.7). Usporedno s tim, vodstvo treba proći inicijalnu edukaciju za 6σ metodologiju. Izobrazba je osnova ove metodologije i provlači se kroz sve faze i aktivnosti. Što je izobrazba kvalitetnija, to će i donošenje odluke vodstva biti jednostavnije i opreznije.

Na početku svakog poslovanja stoji vizija, iako je uprava ili poduzetnik često ne znaju definirati. Za uspjeh bilo koje organizacije neophodna je definirana i jasna vizija koja osigurava prostor za strateške odluke.

Vizija se jednostavno može usporediti s polarnom zvijezdom. Karavana u pustinji gdje se pješčana okolina stalno mijenja, orijentira se prema zvjezdanom nebu. Zvijezde nisu cilj putovanja, ali su sigurna orijentacija na putu u oazu. Za viziju se može reći da je organizacijska, usmjeravajuća sila, koja kanalizira energiju djelatnika u određenom smjeru, koji je prihvaćen ili ponuđen kao najbolji. U gospodarskom smislu na viziju treba gledati kao novi dalekosežni pogled u budućnost i način reagiranja na probleme i poremećaje u organizaciji.

Pojedinci, formalne grupe, udruge, institucije i dr. imaju svoje vizije, pa tako i poslovne organizacije. Male organizacije ne razlikuju se od drugih subjekata. U situaciji kad treba donijeti potpuno novu strategiju poslovanja u smislu primjene 6σ metodologije, najviša uprava to mora napraviti na transparentan i precizan način.



Slika br. 6.7 – Definiranje vizije i strategije male organizacije

Vizija 6σ metodologije treba sadržavati:

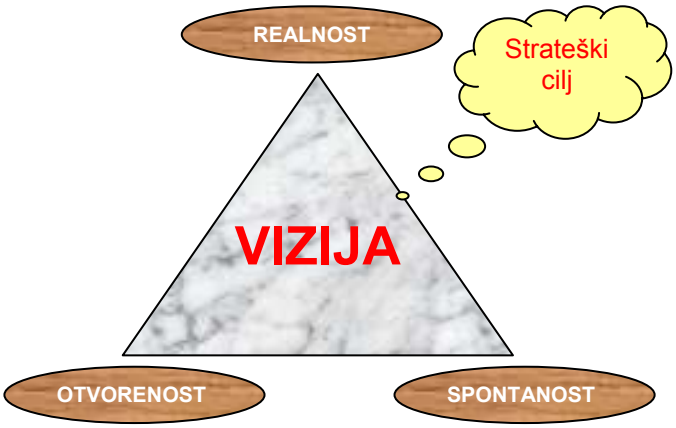
- koncept budućih proizvoda, a ne specifikaciju proizvoda
- buduće tržišno područje (globalno, regionalno, nacionalno itd.)
- usmjerenost prema kupcima

Primjer nekoliko uspješno postavljenih vizija:

- „Biti vodeća kompanija za proizvodnju rashladnih uređaja u regiji!“
- „U periodu od 7 godina postići 3,4 pogreške na milijun mogućnosti!“
- „Oduševljenost kupaca postići kroz kvalitetu naših proizvoda!“
- „Usmjerenost proizvodnosti – usmjerenost kvaliteti!“

Male organizacije teško mogu definirati viziju koja bi bila usmjerena na „osvajanje“ velikih svjetskih tržišta i ostvarivanje ušteda u veličinama o kojima je bilo riječi u prethodnim poglavljima. Njihova vizija mora biti rezultat otvorenosti, spontanosti i smisla za realnost (slika br. 6.8). Otvorenost je usmjerena prema vani, sadašnjosti i stvarnim potrebama kupaca. Spontanost je okrenuta prema unutrašnjosti organizacije i predstavlja sposobnost prihvaćanja raznih pozicija s kojih se promatraju okolnosti. Realnost znači stvari vidjeti kakve jesu, a ne kakve se žele. Vizija će uspjeti samo kao sinteza i sinergija ove tri komponente.

Pojam strategije u organizacijama često se zamjenjuje s vizijom. Zbog toga se u ovom radu pod strategijom 6σ smatra skup poslovnih ciljeva, planova i politika usmjerenih na stvaranje pretpostavki za uspješnu realizaciju postavljene vizije. Definiranje strategije 6σ otvara pitanje kako je realizirati. Strategija mora u sebi sadržavati kreativan i intuitivan proces predviđanja kao rezultat prirodne pronicljivosti s jedne, i strateške analize i planiranja, s druge strane. S tim u vezi treba istaknuti kako se u suvremenim uvjetima kroz strategiju na osnovi vrijednosti organizacije sagledava mogućnost stvaranja vrijednosti za kupce.



Slika br. 6.8 – Vizija malih organizacija

Dobro definirana strategija karakterizira usmjerenost na tržište i kupca. Iz toga je vidljivo kako definirana strategija u biti odražava temeljnu koncepciju i načelo 6σ metodologije. Međutim, u strategiji 6σ metodologije mora se prepoznati odlučnost i opredjeljenje najviše uprave da se natječe (konkurira) kao organizacija svjetskog glasa (World Class Company). Pored toga, metodologija se usredotočuje i na karakteristike kvalitete u svakom dijelu poslovanja, s ciljem postizanja i održavanja konkurentske prednosti. To zahtijeva sustavno promatranje cjelokupne organizacije i spoznaju o odnosu svakog dijela prema cjelini. Osim toga, 6σ metodologija podrazumijeva trajno poboljšavanje kao način života u organizaciji. Primjer definirane strategije 6σ metodologije kroz strateške ciljeve organizacije prikazuje tablica br. 6.1.

Tablica br. 6.1 – Primjer strateških ciljeva u 6σ metodologiji

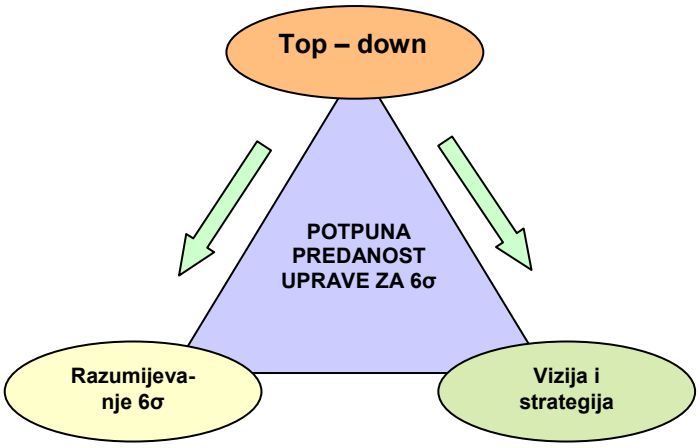
Procesi - poslovne funkcije	Strateški ciljevi
Proces usmjeren prema kupcu	Visoko zadovoljstvo i oduševljenost kupca kroz njegovu lojalnost. Ekspanzija na tržištu (povećanje udjela na tržištu).
Proces oblikovanja i razvoja proizvoda	Razvoj novih proizvoda s poboljšanim karakteristikama. Modifikacija postojećih proizvoda prema zahtjevima.
Procesi realizacije proizvoda	Uvođenje novih sofisticiranih i informacijskih tehnologija. Konkurentne proizvodne tehnologije. Visoka produktivnost, ekonomičnost i profitabilnost.
Procesi uz osiguranje kvalitete	Vrhunska kvaliteta proizvoda (svjetska kvaliteta). Smanjenje troškova zbog nekvalitete. Stalna poboljšavanja kvalitete.
Procesi vezani uz ljudske potencijale	Razvoj ljudskih potencijala (edukacija). Motivacija za uključivanje zaposlenika u 6σ metodologiju.
Procesi vezani uz financije	Veća dobit za dioničare. Povrat svih investicija za realizirane projekte. Nagrada zaposlenicima koji su radili na uspješnim projektima. Ulaganje u nove projekte. Smanjivanje cijena proizvoda.

6.2.3.2 Potpuna opredijeljenost vodstva 6σ metodologiji

Metodologija 6σ mora početi od najvišeg vodstva organizacije. Izobrazbom se stiče znanja potrebna za promjene (uspjeh). Istovremeno se poduzimaju koraci prilagođavanja organizacije 6σ metodologiji i priprema okruženje za „novi pristup“. To uključuje smanjenje razina organizacijske hijerarhije, ukidanje proceduralnih prepreka u eksperimentiranju i promjenama, te uvođenje drugih promjena kojima je cilj olakšano provođenje novih rješenja bez straha od posljedica.

Opredijeljenost i aktivno uključivanje najviše uprave bitni su za razvoj i održavanje efikasne i učinkovite 6σ metodologije. Inicijativa mora ići principom **„Top – down“** (smjernice od strane menadžmenta), slika br.6.9.

Aktivnosti koje provodi vodstvo, posebice ono na najvišoj razini daju uvid u poslovnu strategiju, koja može pomoći pri određivanju prioriteta projekata i lakšem savladavanju poteškoća i poremećaja. Kada menadžment na razini donositelja strateških odluka razumije svrhu 6σ metodologije, može puno lakše pružiti podršku u smislu informacija koja su područja ključna i na kojima se hitno treba raditi. Pri tom treba imati u vidu potrebne resurse i vremenska ograničenja. Pored svega, najvažnije je da najviše vodstvo svojim primjerom pokaže potpunu opredijeljenost za 6σ metodologiju. Naime, samo verbalna podrška nije dostatna da se promijeni radna kultura unutar organizacije, pogotovo u sredinama u kojima takav pristup poput 6σ nije uobičajen. Sve verbalne podrške su vrlo kratkog daha i njihova učinkovitost je upitna. Ako vremenom ne prerastu u višu dimenziju (stvarnu podršku), teret će pasti na nositelje 6σ projekata „Black Belt“ i „Green Belt“.



Slika br. 6.9 – Ključni elementi kod potpune predanosti uprave 6σ metodologiji

Najviša uprava treba razumjeti postupke, kao što su:

- definiranje vizije, misije, politike i strateških ciljeva, usklađenih sa svrhom organizacije;
- vođenje organizacije osobnim primjerom, u cilju stvaranja povjerenja kod zaposlenika;
- promocija 6σ metodologije u svim prilikama i ciljeva poboljšanja radi povećanja svijesti, motivacije i učešća zaposlenih u organizaciji;
- priopćavanje ciljeva i pokazatelja u organizaciji, koji se odnose na kvalitetu i procese poboljšavanja;

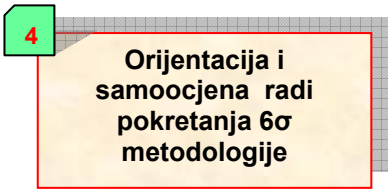
- participacija u projektima za poboljšavanje, traženje novih metoda, rješenja i proizvoda;
- zahtijevanje povratnih informacija o efikasnosti i učinkovitosti svih aktivnih 6σ projekata;
- identifikacija procesa realizacije proizvoda koji povećavaju dobit organizacije;
- identifikacija procesa podrške koji utječu na efikasnost i učinkovitost procesa poboljšavanja;
- stvaranje okruženja koje potiče uključenost zaposlenika;
- osiguranje organizacijske strukture i resursa, potrebnih kao podrška strateškim planovima organizacije i 6σ metodologiji.

Vodstvo organizacije mora raspolagati točnim i vjerodostojnim informacijama o funkcioniranju svih procesa u organizaciji. U tom smislu mora periodično pratiti njihovu uspješnost i efikasnost prema definiranim kriterijima i mjerilima. Vodstvo mora imati uvid u sva bitna zbivanja i probleme koji se javljaju u organizaciji kao cjelini. Informacije koje proizlaze iz mjerenja i ocjenjivanja, ulazni su elementi za prosudbu i na osnovu njihove analize poduzimaju se mjere poboljšavanja.

Uz poboljšanje **"korak po korak"**, vodstvo treba analizirati mogućnosti prijelomnih promjena procesa kao načina za povećanje uspješnosti. Tijekom ovih promjena vodstvo treba poduzimati akcije kojima će se osigurati resursi i potrebne komunikacije za uspjeh 6σ projekata.

Za uspjeh 6σ metodologije u organizacijama vodstvo mora osigurati definiranost svih procesa, njihovo funkcioniranje kao efikasne mreže, te mora analizirati i optimizirati međusobno djelovanje procesa. Konkretno, to znači da vodstvo mora:

- osigurati da redoslijed i međusobno djelovanje procesa budu projektirani za efikasno i učinkovito ostvarenje željenih rezultata;
- osigurati jasno definiranje i upravljanje: ulaznim elementima procesa, aktivnostima i izlaznim elementima;
- pratiti ulazne i izlazne elemente radi verifikacije procesa i veza među procesima, te njihovog efikasnog i učinkovitog funkcioniranja;
- identificirati rizike i upravljati njima;
- vršiti analize podataka radi poduzimanja akcija poboljšanja procesa;
- identificirati vlasnike procesa i dodijeliti im pune odgovornosti i ovlaštenja;
- upravljati svim procesima radi ostvarenja ciljeva procesa;
- identificirati potrebe i očekivanja zainteresiranih strana.



6.2.4 Orijentacija i samoocjena radi pokretanja 6σ metodologije

Samoocjena razine sposobnosti organizacije prije donošenja odluke o pokretanju 6σ metodologije ne spominje se u znanstvenoj literaturi. Ideja je vrlo jednostavna i značajna. Naime, najviša uprava male organizacije mora dobro sagledati svoje mogućnosti prije donošenja vrlo važne odluke. Samoocjena joj mora pomoći kako bi odluka bila što realnija. U daljnjem tekstu je detaljno razrađen ovaj model.

Osobna orijentacija vodstva o 6σ metodologiji kao i ostalih zaposlenika, te samoocjena razine sposobnosti organizacije temelj su na kojem uprava donosi odluku da li ići u ovu metodologiju. Ukoliko je prosječna razina sposobnosti procesa u organizaciji veća od 3 (kσ>3), onda se u ovom modelu preporuča mogućnost donošenja pozitivne odluke u smislu primjene metodologije. Za niže razine sposobnosti procesa (kσ<3), preporučaju se daljnja usavršavanja.

Pored ove važne napomene vodstvo mora znati da 6σ metodologija daje inicijative za poboljšavanje procesa, a nikako isključivo inicijative za optimiranje troškova kako mnogi shvaćaju i implementiraju 6σ metodologiju. Zbog toga se 6σ metodologija nikako ne bi trebala primjenjivati u organizacijama koje su u teškoćama. U takvim slučajevima se 6σ metodologija pretvara u optimiranje troškova i motivirana je jedino uštedama, što u drugi plan „baca“ stvarne probleme u procesima. Ovakvim pristupom se cijela inicijativa 6σ metodologije pretvara u „gašenje požara“ i rješavanje problema bez stvarnih uzroka.

Uprava koja je na putu donijeti odluku da li ići u 6σ metodologiju mora izvršiti:

- orijentaciju o 6σ metodologiji i
- samoocjenu organizacije u smislu njene spremnosti

Orijentacija je snalaženje o problemu, odnosno, u ovom slučaju o 6σ metodologiji. To znači da vodstvo mora izvršiti osobnu orijentaciju i orijentaciju drugih u organizaciji, gdje se nalaze sa svojim znanjima o 6σ metodologiji. Nakon kvalitetno obavljene orijentacije potrebno se orijentirati općenito o primjeni 6σ. Gdje su drugi došli s primjenom? Kakva je korist od metodologije? Kakva su iskustva drugih u našoj državi i drugim državama? Koje su poteškoće kod implementacije? Koliko to traje? Tko to provodi? Specifičnosti vezane za male organizacije?

Nakon pozitivne orijentacije vodstvo treba provesti samoocjenu po pitanju opće spremnosti organizacije i donošenja konačne odluke o pokretanju 6σ metodologije. Odluka je vrlo bitna za budućnost organizacije i zato ovu ocjenu treba provesti studiozno i temeljito. Isključivo je radi vodstvo organizacije uz pomoć stručnih suradnika.

Tablica br. 6.2 – Stupnjevi zrelosti organizacije za primjenu 6σ metodologije

Stupnjevi zrelosti	Razina sposobnosti	Pojašnjenje
1	Bez formalnog pristupa	Nema vidljivog sustavnog pristupa, nema rezultata, slabi ili nepredvidivi rezultati, nema činjenica. Ne postoji evidencija ili se ne uočava njezin značaj.
2	Korektivni pristup	Sustavni pristup utemeljen na problemu ili popravljanju; o rezultatima poboljšavanja dostupni su minimalni podaci (djelomični zapisi); zadovoljavajući pokazatelji definiranih kriterija.
3	Stabilan formalni sustavni pristup	Sustavni procesni pristup, formalni pristup poboljšavanjima u ranoj fazi, dostupni podaci o poboljšavanju i nesukladnostima (Zapisi dobri); pozitivni trendovi i/ili održivi dobri pokazatelji mnogih rezultata u tri posljednje godine.
4	Naglašeno neprekidno poboljšavanje i preventivni pristup	Upotrebljava se postupak poboljšavanja; dobri rezultati i održivi trendovi poboljšavanja.Izvrsni pokazatelji većine rezultata tri posljednje godine.
5	Najbolje sposobnosti	Snažno integriran proces poboljšavanja; prikazani rezultati usporedbe s najboljima u klasi (branši); izvrsni pokazatelji u zadnjih pet godina u odnosu na najbolje u klasi (branši).

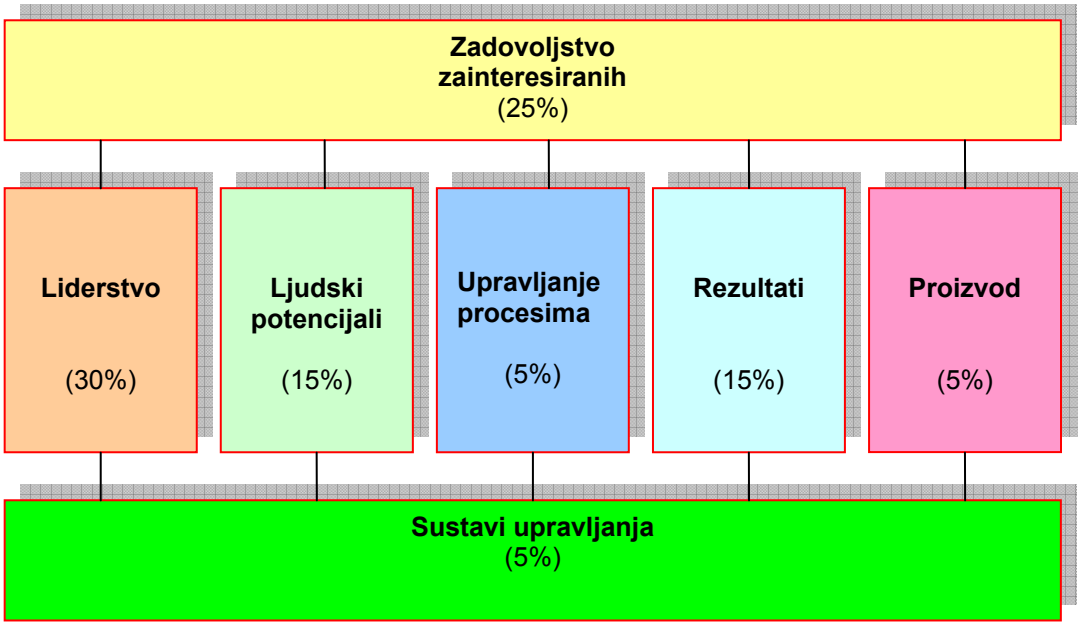
Prema [113] samoocjenjivanje je pomno razmotreno vrednovanje koje dovodi do mišljenja ili suda o učinkovitosti i djelotvornosti organizacije i zrelosti sustava. Cilj je samoocjenjivanja u ovom slučaju osigurati upravi činjenice na osnovu kojih će donijeti odluku da li ići u primjenu 6σ metodologije.

Trenutačno postoje mnogi modeli za samoocjenjivanje organizacija prema različitim kriterijima. Najrašireniji i najčešće upotrebljavani modeli jesu modeli nacionalnih i regionalnih nagrada za kvalitetu poznati kao modeli poslovne izvrsnosti.

Postupak samoocjene opisan ovim radom je jednostavan, lako primjenjiv postupak utvrđivanja relativnog stupnja zrelosti organizacije prije pokretanja 6σ metodologije.

Opće karakteristike ovog postupka su mogućnosti provedbe u kratkom vremenu s ljudima i resursima unutar organizacije. Samoocjenjivanje prema ovom postupku je vrednovanje zrelosti organizacije za predviđene kriterije (tablice 6.3 – 6.9) u rasponu od 1 (najlošiji rezultati ili sposobnosti) do 5 (najbolji rezultati ili sposobnosti) što je prikazano u tablici br. 6.2.

Mnogi modeli za samoocjenjivanje razvili su široki raspon kriterija (pitanja) za ocjenu sposobnosti organizacije. Samoocjenjivanje prema ovom postupku jednostavno je vrednovanje zrelosti organizacije utemeljeno na normi ISO 9004. Model samoocjene prije pokretanje 6σ metodologije prikazan je na slici br. 6.10.



Slika br. 6.10 – Model samoocjene organizacije prije pokretanja 6σ metodologije

Model se sastoji od sedam osnovnih kriterija (elemenata):

1. Liderstvo
2. Ljudski potencijali
3. Zadovoljstvo zainteresiranih
4. Rezultati
5. Upravljanje procesima
6. Proizvod
7. Sustavi upravljanja

Bodovi i postotci prikazani za svaki kriterij predstavljaju udio određenog kriterija u ukupnoj ocjeni efikasnosti i spremnosti organizacije za pokretanje 6σ metodologije. Kao polazna osnova za definiranje bodova u ovom modelu poslužio je novi europski EFQM model izvrsnosti [90].

Tablica br. 6.3 - 1. Kriterij – LIDERSTVO

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Opredijeljenost za 6σ						
2.	Vizija i strategija organizacije						
3.	Ciljno usmjerena organizacija						
4.	Komunikacije						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.4 - 2. Kriterij – LJUDSKI POTENCIJALI

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Kompetencije zaposlenika						
2.	Edukacija zaposlenih o 6σ						
3.	Kultura rada u timovima						
4.	Motivacija zaposlenika za 6σ						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.5 - 3. Kriterij – ZADOVOLJSTVO ZAINTERESIRANIH

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Kupci						
2.	Zaposlenici						
3.	Vlasnici (Dioničari)						
4.	Dobavljači						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.6 - 4. Kriterij – REZULTATI

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Kvaliteta proizvoda i potražnja na tržištu						
2.	Odnos kvalitete proizvoda prema kvaliteti proizvoda konkurencije						
3.	Inovacije i tehnička unapređenja na proizvodima						
4.	Razvoj proizvoda						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.7 - 5. Kriterij – UPRAVLJANJE PROCESIMA

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Prepoznati i opisani glavni i pomoćni procesi u organizaciji						
2.	Definirani kriteriji za uspješnost procesa						
3.	Procesno usmjerena organizacija						
4.	Tehnološka oprema u procesima						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.8 - 6. Kriterij – PROIZVOD

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Proizvodnost rada						
2.	Ekonomičnost						
3.	Rentabilnost						
4.	Ukupna dobit						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Tablica br. 6.9 - 7. Kriterij – SUSTAVI UPRAVLJANJA

Red. broj	Podkriterij	Stupnjevi zrelosti					Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Sustav upravljanja kvalitetom (ISO 9001)						
2.	Sustav upravljanja zaštitom okoliša (ISO 14001)						
3.	Sustav upravljanja sigurnošću i zdravljem zaposlenika (OHSAS 18001)						
4.	Sustav upravljanja sigurnošću informacija (ISO 27000)						
Stupanj zrelosti kriterija (Φ)							

Nakon provedenog ocjenjivanja vrši se sumiranje rezultata i donošenje konačne ocjene o pokretanju 6σ metodologije, tablica br. 6.10.

Tablica br. 6.10 – Sumiranje rezultata ocjene

Red, broj	Kriterij	Stupanj zrelosti kriterija (Φ)	Koeficijent značajnosti (ξ)	Ponderirani stupanj zrelosti (Ψ = Φ x ξ)
1.	Liderstvo		**1,30**	
2.	Ljudski potencijali		**1,15**	
3.	Zadovoljstvo zainteresiranih		**1,25**	
4.	Rezultati		**1,15**	
5.	Upravljanje procesima		**1,05**	
6.	Proizvod		**1,05**	
7.	Sustavi upravljanja		**1,05**	
Suma				

U tablici br. 6.11 prikazana je klasifikacija organizacija prema ukupnom ponderiranom stupnju zrelosti koji pokazuje poziciju organizacija u odnosu na odluku o pokretanju 6σ metodologije.

Tablica br. 6.11 – Klasifikacija organizacija prema stupnju zrelosti za primjenu 6σ metodologije

Red. Broj	Stupanj zrelost za primjenu 6σ metodologije	Ponderirani stupanj zrelosti [Ψ = Φ x ξ]
1.	**Nazrela za 6σ** – krenuti u poboljšavanje	**32 – 63**
2.	**Na dobrom putu prema 6σ** – intenzivirati programe poboljšavanja	**64 – 95**
3.	**Spremna za 6σ program** – nastaviti poboljšavanje- moguć put prema 6σ	**96 – 127**
4.	**Potpuno zrela za primjenu 6σ** – predlaže se primjena 6σ programa	**128 – 150**
5.	**Koristi 6σ** – organizacija već na putu prema poslovnoj izvrsnosti (6σ)	**151 – 160**

Izračun trenutne razine sigme (kσ)

Izračun trenutne razine sigme za procese u organizaciji je vrlo jednostavan posao kojeg treba obaviti nakon donošenja pozitivne odluke o pokretanju 6σ metodologije. Za izračun su potrebni vjerodostojni podaci o:

- broju proizvoda ili izlaza iz procesa
- zahtjevi koji definiraju sukladnost izlaza iz procesa
- broj pogrešaka u procesima

Na primjer, u procesu montaže rashladnih uređaja izlaz iz procesa su sukladni proizvodi. Tri su glavna zahtjeva: bez mehaničkih povreda, funkcionalnost i ispravnost, i kompletnost. Ova tri zahtjeva odražavaju moguće nedostatke rashladnog uređaja.

Ukoliko se za 11.000 uređaja za hlađenje piva proizvedenih u 2007. godini analiziraju podaci o greškama registriranim nakon završne montaže, u ovom se primjeru može konstatirati: mehanička povreda na oplošju na 85 uređaja, nefunkcionalnost na 98 uređaja i nekompletnost 67 uređaja.

Izračun sigme:

$$\delta = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ...\varepsilon_n}{G \cdot z} \qquad (6.1)$$

Gdje je:

δ - pogreške po primjerku
ε - broj pogrešaka za definirani zahtjev
G -ukupan broj proizvoda (izlaza iz procesa) za promatrani period
z - broj zahtjeva

$$\delta = \frac{(85 + 98 + 67)}{11000 \cdot 3} = 0,00757$$

Kako se sigma razina gleda na milijun primjeraka, dobiveni se rezultat (pogreške po primjerku) množi s milijun i dobiva se 7575 pogrešaka na milijun primjeraka.

$$N = \delta \cdot 1.000.000 \qquad (6.2)$$

Gdje je:

N – broj pogrešaka na milijun mogućnosti

Prema usporednoj tablici sposobnosti sigme moguće je odrediti sigma razinu procesa. U ovom primjeru se završna montaža uređaja za hlađenje piva radi s približno 4σ.

Analogno ovom primjeru mogu se izračunati sigma razine za sve glavne i pomoćne procese (tablica br. 6.12) kao i organizacije u cjelini.

Razina kσ može se računati i preko koeficijenta potencijalne stabilnosti procesa C_p kako je prikazano u poglavlju broj 5 ovog rada.

Pregled sukladnih – nesukladnih prozvoda i granica specifikacija razine sigme

SUKLADNIH %	NESUKLADNIH (PPM)	GRANICE SPECIFIKACIJE; RAZINA SIGME
6,68	933200	0
8,455	915450	± 0,125
10,56	894400	± 0,25
13,03	869700	± 0,375
15,87	841300	± 0,5
19,08	809200	± 0,625
22,66	773400	± 0,75
26,595	734050	± 0,875
30,85	**691500**	**± 1**
35,435	645650	± 1,125
40,13	598700	± 1,25
45,025	549750	± 1,375
50	500000	± 1,5
54,975	450250	± 1,625
59,87	401300	± 1,75
64,565	354350	± 1,875
69,15	**308500**	**± 2**
73,405	265950	± 2,125
77,34	226600	± 2,25
80,92	190800	± 2,375
84,13	158700	± 2,5
86,97	130300	± 2,625
89,44	105600	± 2,75
91,545	84550	± 2,875
93,32	**66800**	**± 3**
94,79	52100	± 3,125
95,99	40100	± 3,25
96,96	30400	± 3,375
97,73	22700	± 3,5
98,32	16800	± 3,625
98,78	12200	± 3,75
99,12	8800	± 3,875
99,38	**6200**	**± 4**
99,565	4350	± 4,125
99,7	3000	± 4,25
99,795	2050	± 4,375
99,87	1300	± 4,5
99,91	900	± 4,625
99,94	600	± 4,75
99,96	400	± 4,875
99,977	**230**	**± 5**
99,982	180	± 5,125
99,987	130	± 5,25
99,992	80	± 5,375
99,997	30	± 5,5
99,99767	23,35	± 5,625
99,99833	16,7	± 5,75
99,999	10,05	± 5,875
99,99966	**3,4**	**± 6**

Tablica br. 6.12 – Tablica za izračun sigma razine u procesima

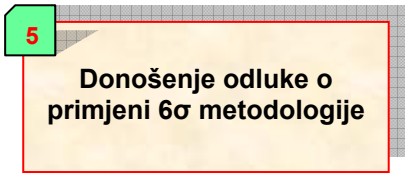
Red broj	Vrsta procesa	Naziv procesa	G	z	Broj pogrešaka po zahtjevima			δ	N	kσ
					ε_1	ε_2	ε_n			
1.	Glavni 1	P_1								
2.	Glavni 2	P_2								
3.	Pomoćni 1	P_3								
.	.	.								
.	.	.								
.	.	.								
n.	Pomoćni n	P_n								

Ako je poznato [79] da prosječne kompanije u svijetu rade s $(3 \div 4) \cdot \sigma$, WCM (World Class Manufacturing) s $(5 \div 6) \cdot \sigma$ a zrakoplovne kompanije s razinom većom od 6σ, onda vodstvo organizacije nakon izračuna razine sigme mora znati da je u 6σ metodologiju isplativo ići ukoliko je organizacija bar na razini prosječnih kompanija.

6.3 Pripremne aktivnosti

Pripremne aktivnosti predložene metodologije **PPDR** označene na slici br. 6.1 i 6.2 brojevima od 5 do 10 su:

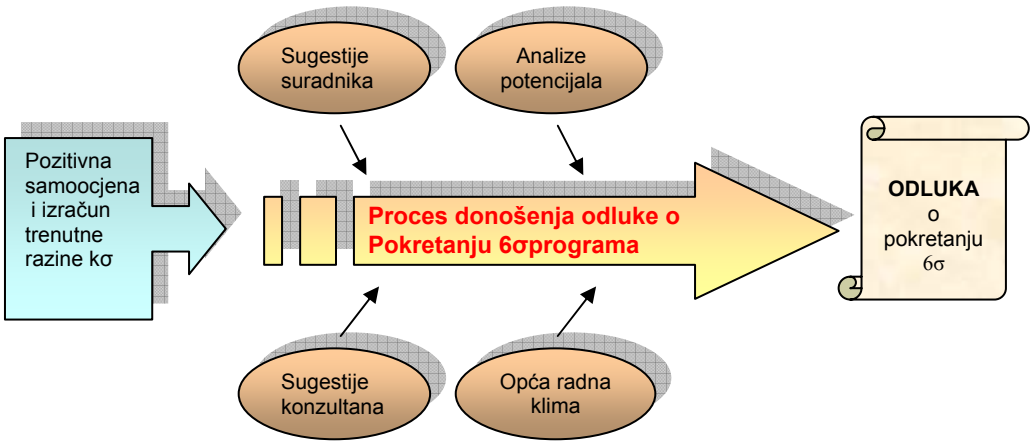
- Donošenje odluke o primjeni 6σ metodologije
- Izrada pravilnika za nagrađivanje i motivaciju zaposlenika
- Imenovanje odgovorne osobe za 6σ metodologiju i konzultanta
- Prikupljanje ideja i definiranje ciljeva
- Usporedba poslovanja u odnosu na ciljeve
- Prepoznavanje mogućnosti za poboljšavanje – projekti



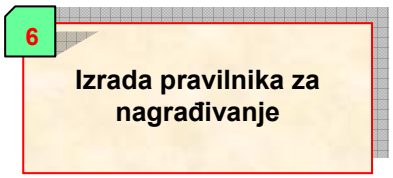
6.3.1 Donošenje odluke o primjeni 6σ metodologije

Najviše rukovodstvo male organizacije donosi odluku, temeljenu na rezultatima samoocjene trenutne razine uspješnosti organizacije, kojoj prethodi efikasan sustav upravljanja kvalitetom, pozitivne spoznaje o 6σ metodologiji, te definirana vizija i strategija (slika br. 6.11).

Prije donošenja odluke najviše vodstvo se konzultira s najbližim suradnicima i prema potrebi s konzultantima. Ponekad će se potražiti i mišljenje drugih stručnih institucija i pojedinaca. Odluku treba priopćiti zaposlenicima kad je uprava potpuno sigurna u svoja razmišljanja i izvedivost definirane vizije i strategije, uzimajući u obzir vlastite kapacitete (ljudske potencijale, tehnologiju, proizvode, zadovoljstvo kupaca, stanje na tržištu, i dr.).



Slika br. 6.11 – Proces donošenja odluke o pokretanju 6σ projekta



6.3.2 Izrada pravilnika za nagrađivanje i motivacija zaposlenika

Zadovoljstvo zaposlenika je vrlo bitno u poslovanju svake organizacije. Koliko je važno da kupci budu zadovoljni, toliko je važno da su zadovoljni i zaposlenici.

Vodstvo mora pronaći postupke za motivaciju svih zaposlenika da obavljaju kvalitetno svoj posao, sačuvaju inicijativnost i posvećenost poslu. Teško je i zamisliti uspješnu organizaciju bez dobro motiviranih zaposlenika. Primjeri koji ne potvrđuju ovo mišljenje su pojedinačni, specifični i proizlaze iz socijalno ekonomskih poremećaja u konkretnom okruženju.

Kod motivacije zaposlenika može se govoriti o:

- Motivaciji zaposlenika direktno uključenih u 6σ (članovi timova)
- Motivaciji ostalih zaposlenika.

Uloga novca u motivaciji zaposlenika je vrlo velika. Novac i motiviranost za rad su u bliskom odnosu. Neki autori [82] smatraju da je to samo djelomično točno i da se odnosi samo na siromašna okruženja. Pojašnjava se time da je novac potreban za zadovoljenje osnovnih potreba za hranom, odjećom, obućom, stanovanjem, školovanjem i drugim potrebama neophodnim za opstanak, što je potpuno istinito. Točno je i to da se povećanjem standarda mijenja stil života ljudi i pada uloga novca. Međutim, nitko od zagovornika ove teorije ne govori koliki je taj standard, koje su to „normalne“ ljudske potrebe i što ljudi očekuju. U ljudskoj prirodi je da se želi više i bolje, a za to uvijek treba više novca. Zato je novac bitan i bit će još dugo važan u poslovanju i nagrađivanju zaposlenika.

Kao što je već više puta naglašeno, temeljni cilj 6σ metodologije je stalno poboljšavanje poslovanja. S tim u vezi, 6σ metodologija može se u nekim elementima uspoređivati s japanskim Kaizenom. Tim više ukoliko se određena kulturološka obilježja Japanaca nadomjeste „zapadnim“ pristupom, što 6σ metodologija svakako uzima u obzir. Međutim, opseg, dubina i filozofija istinskog Kaizena još nije u potpunosti razumljiva na Zapadu. Primjenjuju se uglavnom samo pojedini elementi. Kaizen oslobađa potencijale zaposlenika. Motivacija koja se javlja iz „same sebe“ presudna je za kvalitetu. Nestane li želja za dokazivanjem zaposlenika, sputa li se kreativnost, nestat će i visoka kvaliteta obavljenog posla.

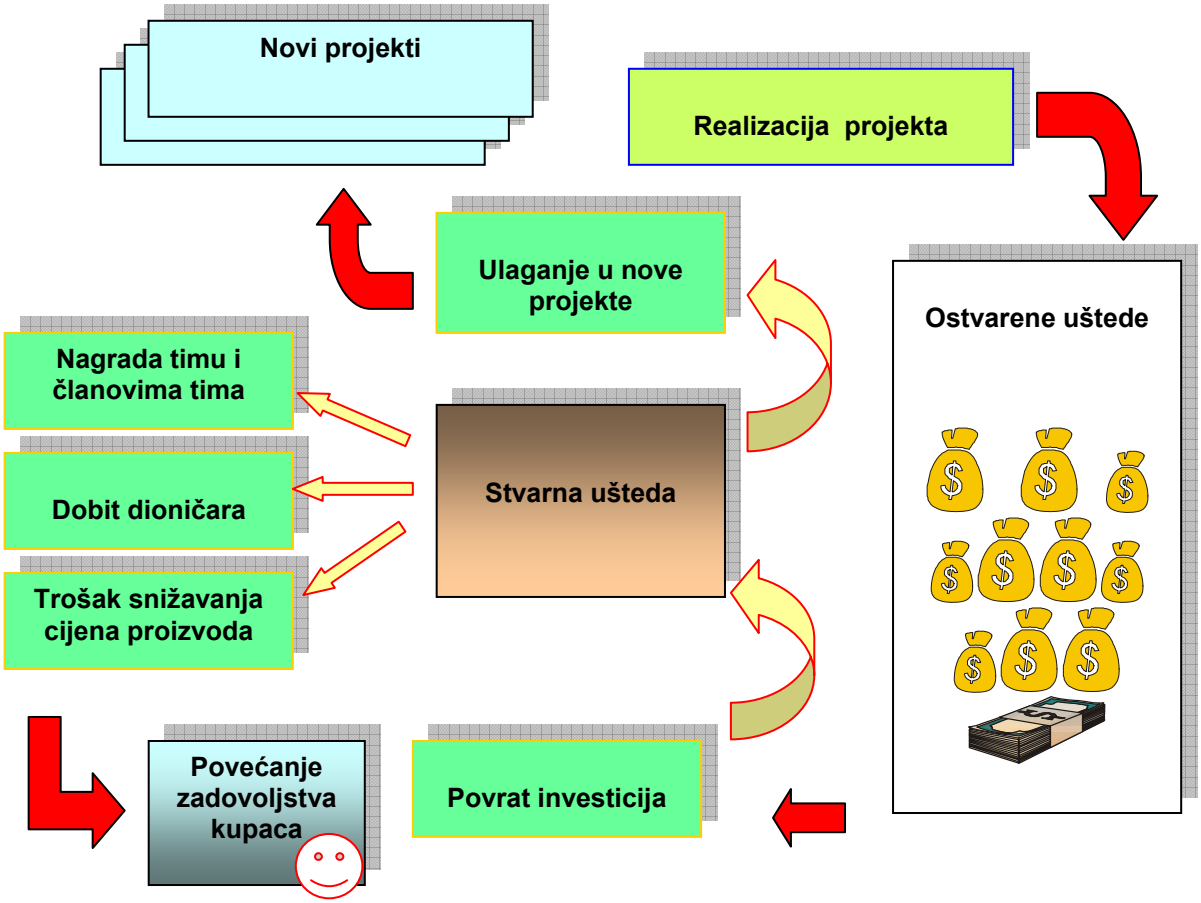
Na Zapadu nije uspjelo kopiranje mnogih tehnika Kaizena, a posebice krugova kvalitete. Da bi se postigli očekivani rezultati 6σ metodologija se temelji na odabranim i posebno obučenim ljudima, koji su jednim dijelom svog radnog vremena, uz primjereno nagrađivanje uključeni u izvođenje 6σ projekata. To je bitna postavka i ključ uspjeha predložene 6σ metodologije.

Lista najvažnijih faktora koji utječu na motivaciju zaposlenika [77] ide u prilog gore navedenom stavu:

- sustav nagrađivanja

- razvoj karijere
- komunikacije u organizaciji
- definirane odgovornosti i ovlasti
- uspostavljen princip „jednake prilike za sve“
- razvijen sustav „uključivanja“ ljudi u sustav poboljšavanja
- liderstvo
- prilike za edukacijom i usavršavanjem u struci
- sustav davanja priznanja (individualna i timska)
- definirani ciljevi i vizija poslovanja
- razvijen sustav predlaganja ideja za poboljšavanje
- mjerljive koristi od timskog rada
- brzo rješavanje problema zaposlenika

Vodstvo organizacije mora razraditi sustav nagrađivanja članova 6σ tima koji sudjeluju u realizaciji projekata. Slika br. 6.12 prikazuje opći model raspodjele ostvarenih ušteda.



Slika br. 6.12 – Princip raspodjele ostvarenih ušteda sa 6σ metodologijom

Nagrada za 6σ tim temelji se na stvarnom doprinosu tima mjerenom financijskim uštedama (tablica br. 6.13) i stvarnom zalaganju svakog člana tima (tablica br. 6.14). Nagrada može biti jednokratna i sukcesivna što ovisi o okolnostima i konkretnim situacijama.

Tablica br. 6.13 – Kriteriji za nagradu 6σ tima na osnovu financijskih ušteda

KRITERIJ	POKAZATELJI – STVARNE UŠTEDE	NAGRADA ZA 6σ TIM
Financijske uštede (stvarne)	Preko 100.000 Kuna	35% od uštede
	Od 50.001 – 100.000 Kuna	30% od uštede
	Od 20.001 - 50.000 Kuna	25% od uštede
	Ispod 20.000 Kuna	20% od uštede

Kod sustava praćenja ušteda postignutih realizacijom 6σ projekata treba imati u vidu:

- Direktne uštede (na primjer: uštede u materijalu, radu i energiji)
- Indirektne uštede (na primjer: skraćivanje i/ili pojednostavljenje poslovnih procesa, skraćivanje vremena podešavanja, poboljšanje uvjeta i sigurnosti na radu i sl.)

Bitno je obratiti pozornost na vrijeme u kojem se ostvaruju direktne i indirektne uštede. Trenutne uštede, vidljive nakon realizacije projekta lako su prepoznatljive i postupak s njima je vrlo jednostavan. Postupak s uštedama koje se evidentiraju tijekom vremena malo je složeniji. Iz tih razloga tim za realizaciju projekta mora točno razraditi postupak praćenja i evidentiranja ušteda.

Sustav nagrađivanja predložen prema tablicama br. 6.13 i 6.14 odnosi se na uspješno realizirane projekate, gdje se stvarne uštede mogu egzaktno izračunati odmah nakon realizacije ili u određenom vremenskom periodu. U slučaju nagrađivanja u dužem vremenskom periodu, predloženi se iznosi raspodjeljuju tijekom perioda. Svakako, postavlja se pitanje i ograničenja veličine nagrade. Model predlaže maksimalnu moguću nagradu članovima tima u visini prosječne godišnje plaće u organizaciji za jedan projekt. Isto tako, na prijedlog voditelja tima i odlukom najvišeg vodstva pojedini članovi mogu biti posebno nagrađeni (tablica br.6.14

Tablica br. 6.14 – Kriteriji za nagradu članova 6σ tima na osnovu financijskih ušteda i zalaganja

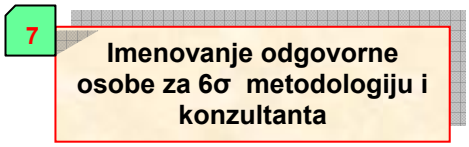
KRITERIJ	STVARNI DOPRINOS ČLANA TIMA	NAGRADA ZA SVAKOG ČLANA TIMA
Doprinos realizaciji projekta	Izuzetan doprinos	1% od uštede
	Značajan doprinos	0,7% od uštede
	Veliki doprinos	0,5% od uštede
	Srednji doprinos	0,3% od uštede
Voditelj tima za svakog člana tima predlože dodatnu stimulaciju ovisno o njegovom doprinosu.		

Nagrada članovima 6σ tima mora također postojati i za uspješno realizirane projekte, gdje se učinak teško može izraziti financijskim pokazateljima. Prvenstveno se misli na projekte vezane za poboljšavanje sigurnosti i zaštite na radu, ergonomiju rada, zaštitu okoliša i slično. Pitanje je kako odrediti veličinu nagrade i izvor sredstava. U predloženom modelu predviđen je „fond“ za ulaganje u nove projekte i razvoj 6σ metodologije. Upravo iz tog dijela ušteda predlaže se isplata adekvatne nagrade članovima tima. Visina nagrade određuje se na osnovu procjene

stvarne uštede, na prijedlog voditelja tima, uz konzultacije s financijskim menadžmentom ili upravom organizacije.

Model predviđa i mogućnost jednokratnog nagrađivanja zaslužnih stručnjaka, uključenih u realizaciju uspješnih projekata, iz organizacije i drugih institucija. Analogno tome, vodstvo organizacije može donijeti odluku o posebnoj jednokratnoj nagradi angažiranom konzultantu. Ove mogućnosti nisu pravilo, ali su poželjne i treba ih koristiti kad to rezultati dozvoljavaju. Treba biti oprezan kod jednokratnih nagrada, jer će u 6σ metodologiji biti i „promašenih“ projekata s gubicima.

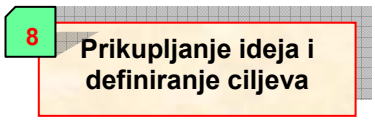
Pored nagrađivanja članova tima za uspješnu realizaciju 6σ projekata važna je i motivacija ostalih zaposlenika. Zato se kod izbora motivirajućih sadržaja u organizacijama treba polaziti od bazičnih elemenata motivacije i očekivanja zaposlenika. Pri tom, vodstvo mora koristiti motivirajuće faktore primjerene određenom životnom standardu i mogućnostima organizacije. Pred sposobnim vodstvom stoje različite mjere i mogućnosti da ciljeve organizacije učini privlačnim zaposlenicima, kako bi posao obavljali s voljom, uz maksimalno korištenje svojih potencijala.



6.3.3 Imenovanje odgovorne osobe za 6σ metodologiju i konzultanta

Paralelno s donošenjem odluke o implementaciji 6σ metodologije vodstvo male organizacije treba imenovati odgovornu osobu. U malim organizacijama predlaže se da odgovorna osoba za 6σ metodologiju bude zaposlenik najviše pozicioniran u hijerarhijskoj strukturi.
Iz izlaganja u poglavlju 4 vidljivo je da metodologija 6σ daje dobre rezultate u velikim organizacijama pa nema razloga da tako ne bude i u malima. Međutim, dovodi se u pitanje iz brojnih razloga. Prije svega, da bi metodologija 6σ bila zaista efikasna traži se kontinuirano prisustvo „Black Belt“-a. Teško je za malo poduzeće izdvojiti jednog od najboljih ljudi za trening, bez snažnog otpora rukovodstva. Pored toga, „Black Belt“ traži podršku „Master Black Belt“-a. To je potpuno nedostižno za male organizacije. Ovaj manjak može se nadoknaditi konzultantom, ali „dobri 6σ konzultanti“ su izvanredno skupi i teško ih je naći.

Kao što je već gore navedeno, predloženi model predviđa „Black Belt“-a s jakim menadžerskim umijećem u funkciji jednog od najodgovornijih zaposlenika organizacije ili Predstavnika uprave za sustav kvalitete, a na mjesto „Master Black Belt“-a vanjskog suradnika, odnosno „pravog“ konzultanta.



6.3.4 Prikupljanje ideja i definiranje ciljeva

Specifičnost predložene metodologije je u tome što 6σ projekti proizlaze iz poslovnih ciljeva te ideja koje se organizirano prikupljaju. Iniciranje ideja za pokretanje projekata je kontinuiran proces, odnosno „okidač“ cijelog projektnog ciklusa u predloženoj 6σ metodologiji. Pokretači

mogu biti korisnici (kupci), zaposlenici, menadžeri te druge zainteresirane strane u poslovnim procesima (slika br. 6.3).

Prijedlozi za buduće projekte 6σ pored zadovoljstva kupaca trebaju imati za cilj i povećanje dobiti. Sa svakim uspješno realiziranim projektom i zadovoljenjem zahtjeva kupaca povećava se ukupna dobit, a time i motivacija zaposlenika. Prijedlozi za 6σ projekte usmjereni na nematerijalne vrijednosti, kao što su moral zaposlenika, zaštita okoliša, zaštita na radu i sl. mogu biti značajni, ali u većini slučajeva prioritet se daje projektima usmjerenim na zadovoljstvo kupaca i povećanje dobiti.

Ideje za 6σ projekte mogu doći na osnovu informacija o:

- nesukladnim proizvodima u procesu proizvodnje
- reklamacijama na proizvode ili usluge
- nesukladnostima utvrđenim tijekom različitih prosudbi
- tržišnim uvjetima (konkurencija, zakonska regulativa i sl.)
- rezultatima poslovanja
- zahtjevima, potrebama i očekivanjima korisnika za proizvod – uslugu
- prethodno provedenim projektima
- definiranim poslovnim ciljevima

Inicirani projekti mogu biti fokusirani na glavne poslovne ciljeve, a mogu biti usmjereni na tri ciljane skupine: kupce, dioničare ili zaposlenike. Male organizacije moraju preferiratii kupce i fokusirati se na njihove zahtjeve, potrebe i očekivanja. Na taj način se mogu generirati 6σ projekti usmjereni na stratešku orijentaciju prema kupcu i locirati „lever points“ (osnovne-ključne točke), u kojima će 6σ projekti imati najveći utjecaj.

Pored razmatranja prijedloga za 6σ projekte s aspekta kupaca, treba razmotriti i njihov značaj u smanjenju troškova loše kvalitete.Troškovi povezani s lošom kvalitetom javljaju se kako zbog povremenih, tako i zbog trajnih problema kvalitete.

Razlika između povremenih i trajnih problema kvalitete važna je iz dva razloga:

- Povremeni su problemi dramatični (npr. „oštro“ reagiranje kupca na kašnjenje isporuke, kvarovi na kapitalnim strojevima u procesu proizvodnje, itd) i mora im se posvetiti velika pozornost. S druge strane, trajni problemi nisu dramatični i obično se javljaju tijekom dužeg vremenskog razdoblja (npr. 3% proizvoda tijekom godine na kojima se vrši dorada). Često ih je teško riješiti i zahtijevaju sustavan pristup rješavanju. Treba uočiti opasnost da „gašenje požara“ nad povremenim problemima ne preuzme prioritet sustavnom rješavanju trajnih problema.

- Obzirom na razlike u karakteru povremenih i trajnih problema razlikuju se i pristupi njihovom rješavanju. Povremeni problemi vežu se uz preventivne i korektivne aktivnosti, odnosno nesukladne proizvode, a trajni problemi mogu se riješiti kroz 6σ projekte.

Iniciranje budućih projekata zahtjeva i dokazivanje potreba kod odgovarajuće razine menadžmenta kako je konkretni problem vrlo značajan i zahtjeva 6σ pristup. Za dokazivanje važnosti problema potrebno je:

- Skupiti podatke i informacije koje odgovaraju činjenicama da bi realno prikazali problem

- Prikazati moguće koristi koje proizlaze iz rješenja problema, te opravdati resurse koje treba uložiti tijekom rješavanja projekta. Čak, kad postoji suglasnost o važnosti nekog problema, još uvijek je od pomoći da se kvantificiraju gubici, kao i potencijalne uštede, budući da one mogu opravdati dodatno ulaganje za rješenje problema.

- Prikazati podatke da je problem moguće riješiti u okviru organizacije i predviđenom vremenu

- Pripremiti ostale informacije potrebne za dokazivanje opravdanosti i važnosti problema

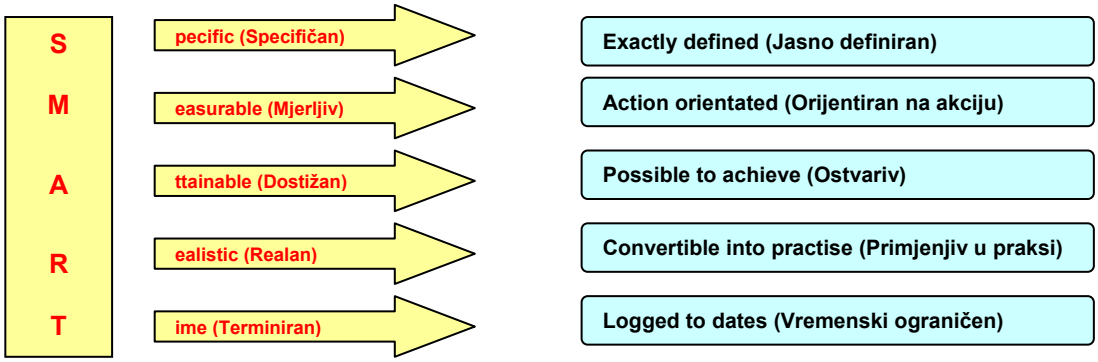
Ideje i dokaze o opravdanosti i važnosti problema za organizaciju (eventualni budući projekt) treba pripremiti na „jeziku novca“. To je jezik koji vodstvo najbolje razumije, dok niža razina rukovođenja govori drugim jezicima (primjeri u tablici br. 6.15)

U fazi iniciranja veoma je važno znati kako se projekt uklapa u strateške smjernice cjelokupne organizacije, a samu selekciju iniciranih projekata moguće je obaviti raznim metodama selekcije projekata što se pojašnjava u sljedećoj fazi.

Tablica br. 6.15 – „Jezik novca“ i „drugi jezici“ menadžmenta

„Jezik novca“ (godišnji troškovi loše kvalitete)
20.000 EUR-a utrošeno na doradu proizvoda A u zadnjih 6 mjeseci
5% pad ukupnog prihoda
17% troškovi proizvodnje
20 EUR-a po dionici iz čistog prihoda
15% porast troškova škarta na proizvodima A,B i C u odnosu na prethodnu godinu
1.000 EUR-a uštede po jednom proizvodu
25% operativnih troškova jednog procesa
100.000 EUR-a troškova „leži“ u nekurentnim zalihama rezervnih dijelova
„Drugi jezici“
12% pogrešnih otpremnica i računa u prethodnoj godini
10% zaposlenika radi na poslovima kontrole i ispitivanja proizvoda
10% proizvodnih kapaciteta angažirano za ispravak nesukladnih proizvoda
12% zaposlenika ima fakultetsko obrazovanje
5 bitnih dobavljača materijala nemaju dokaznice o kvaliteti materijala

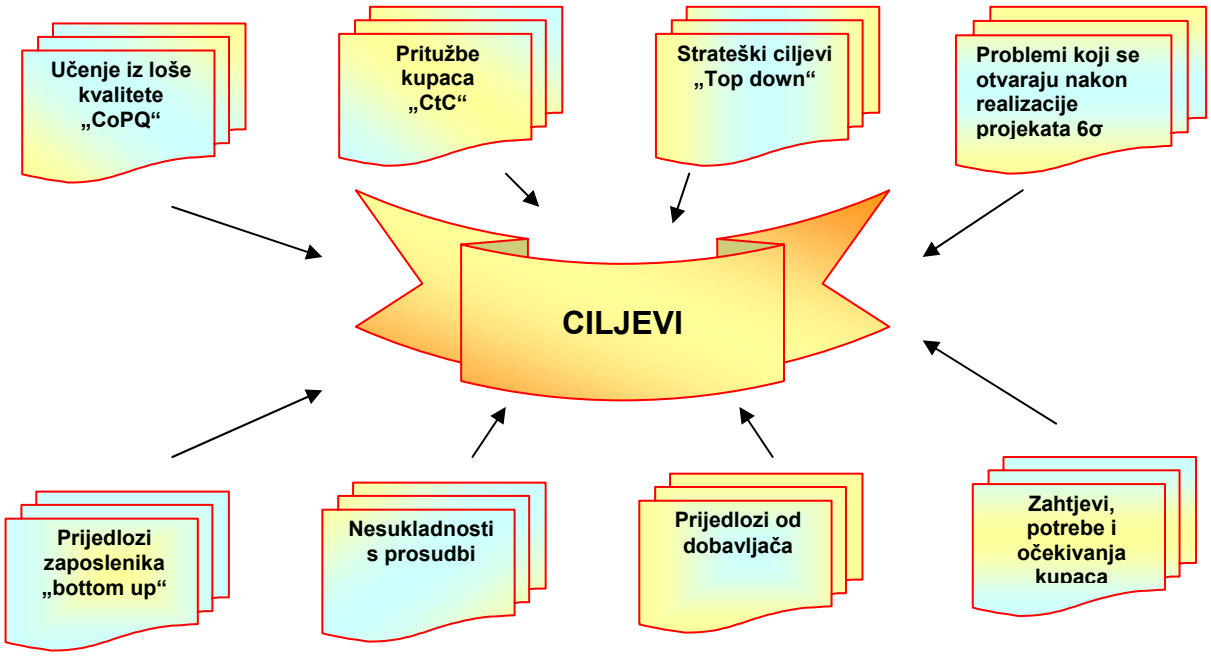
Na osnovu definirane vizije male organizacije, te na osnovu prijedloga za poboljšanje, najviše vodstvo mora definirati poslovne ciljeve vodeći računa o „SMART“ zahtjevima (slika br.6.13). To znači da ciljevi trebaju biti: mjerljivi, realni (dostižni, ostvarivi), opravdani, razumljivi, isplativi, odnosno ekonomični, kao i optimalni u smislu ukupnih rezultata, te sveobuhvatni što je u vezi s njihovom hijerarhijom. Posebno treba naglasiti njihovu mjerljivost i realnost, tj. da su dostižni, odnosno ostvarivi, jer bi u suprotnom bili slabo motivirajući faktori. Ako bi zaposlenici smatrali da ih ne mogu dostići, ciljevi bi djelovali negativno. Kako s druge strane postoji težnja da ciljevi budu što viši, to se u praksi pronalazi kompromis po principu da njihova razina treba biti tako utvrđena da su dohvatljivi „stojeći na vrhovima prstiju“.



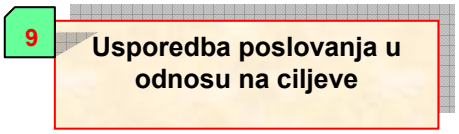
Slika br. 6.13 – „SMART“ zahtjev za definiranje ciljeva

Prikupljanje prijedloga za poboljšavanje vrši se na strukturirani način (slika br. 6.3 i slika br. 6.14).

Iz svih prikupljenih podataka i informacija moguće je uočiti probleme koje je potrebno riješiti, odnosno pokrenuti projekt poboljšanja. Važno je naglasiti da u proces prikupljanja prijedloga za poboljšanje moraju biti uključeni svi zaposlenici.



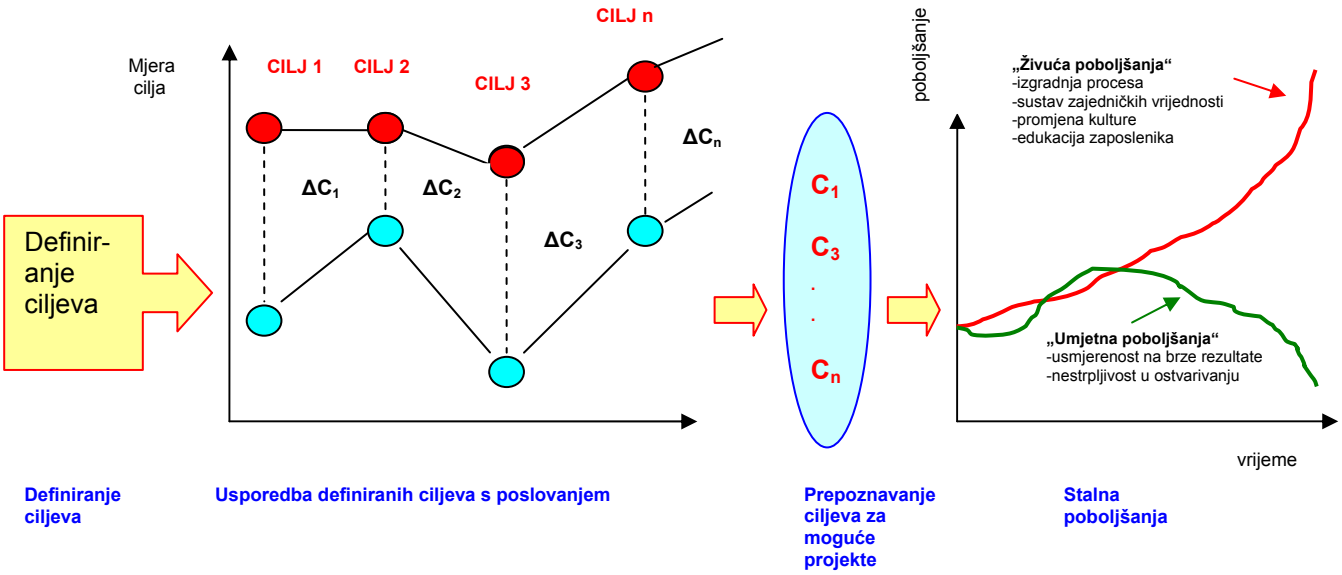
Slika br. 6.14 - Prikupljanje prijedloga za poboljšavanje (ciljeve)



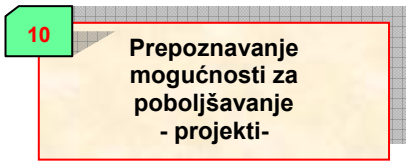
6.3.5 Usporedba poslovanja u odnosu na ciljeve

Definirane poslovne ciljeve potrebno je usporediti sa stvarnim stanjem u organizaciji. U takvoj situaciji realno je za očekivati da između trenutnog i željenog stanja uvijek postoji određeni jaz (slika br.6.15). Veličina jaza pomaže prepoznavanju mogućnosti za poboljšavanje.

Predloženi model 6σ metodologije u malim organizacijama temelji se na rezultatima dobro definiranih i odmjerenih ciljeva na troškovnom principu. Takvim postupkom moguće je provesti „živuće“ (stvarno) poboljšanje koje je za razliku od „umjetnog“ znatno efikasnije (vidi sliku 6.14).



Slika br. 6.15 - Usporedba poslovanja u odnosu na ciljeve te prikaz „živuće“ i „umjetne“ kulture stalnih poboljšanja



6.3.6 Prepoznavanje mogućnosti za poboljšavanje - projekti

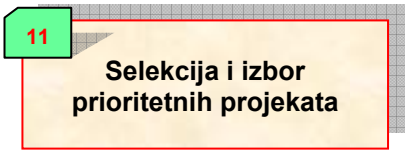
Nakon prikupljenih ideja za poboljšavanje te definirane vizije i strategije male organizacije moguće je definirati poslovne ciljeve. Iz definiranih ciljeva i njihove usporedbe s poslovanjem u procesima moguće je prepoznati prave mogućnosti za buduće projekte, odnosno za poboljšavanje.

Najviše vodstvo organizacije mora definirati moguće projekte nakon čega se vrši njihova selekcija i prioritetni izbor.

6.4 Definiranje projekata i tima za realizaciju

Aktivnosti faze definiranja projekta i tima za realizaciju u predloženoj metodologiji **PPDR** označene na slici br. 6.1 i 6.2 brojevima od 11 do 15 su:

- Selekcija i izbor prioritetnih projekata
- Dodjeljivanje sponzora projektu
- Izbor voditelja 6σ tima
- Izbor i imenovanje članova 6σ tima (ugovor s poslodavcem)
- Izrada kratkog sadržaja projekta



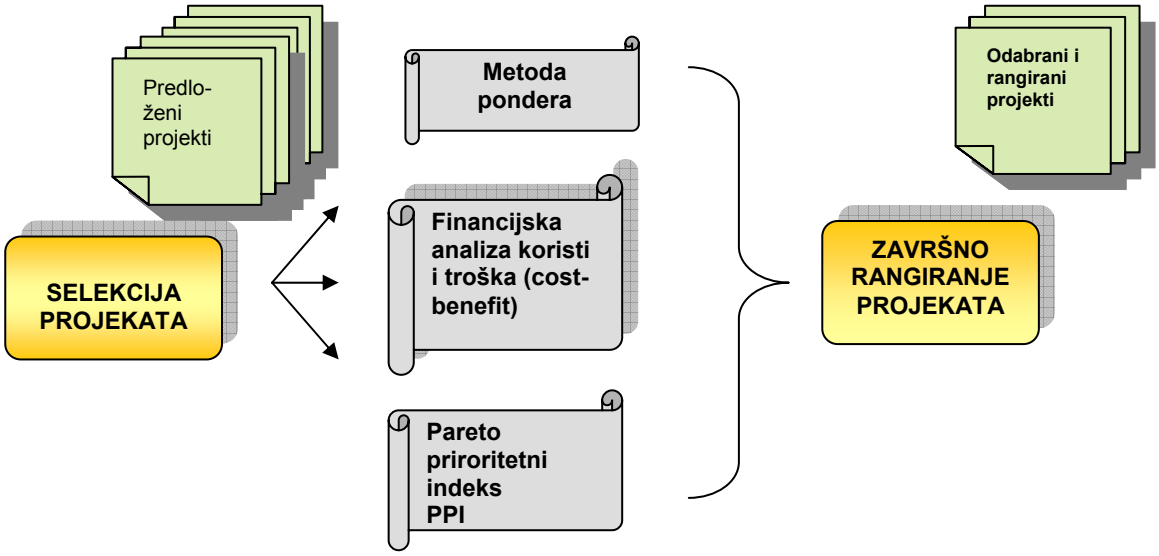
6.4.1 Selekcija i izbor prioritetnih projekata

Selekcija projekata je proces u kojem se evaluiraju predloženi projekti, te se obavlja izbor onih koje će organizacija implementirati, kako bi ostvarila postavljene ciljeve (slika br. 6.16). Dobro poznavanje postupaka ocjenjivanja i selekcije projekata može donijeti željene rezultate. U protivnom, ako je selekcija projekata neadekvatna, sav trud uložen u realizaciju projekata može biti uzaludan.

Za selekciju projekata u predloženom modelu upotrebljavaju se dva bazna sustava: numerički i nenumerički. Nenumeričke metode, kako samo ime implicira, ne upotrebljavaju brojeve kao input, dok ih numeričke upotrebljavaju. Kriteriji prilikom mjerenja mogu biti subjektivni i objektivni. Kvaliteta pojedinog projekta ne mora se nužno izraziti brojevima, budući da subjektivna mjerila nisu nužno manje korisna od objektivnih. Pored toga, važno je naglasiti kako metode selekcije ne donose odluke, već ih donose ljudi. Na menadžerima je, a ne na metodama, odgovornost za implementaciju projekata koji mogu donijeti prepoznatljivu vrijednost za organizaciju. Isto tako, sve metode, koliko god bile sofisticirane, odražavaju tek malen dio realnosti, koja je vrlo kompleksna. Niti jedna metoda ne može donijeti apsolutno točnu odluku s obzirom na ograničenja koja na nju utječu.

Kod donošenja odluka za koje se metode odlučiti pri ocjeni i selekciji projekata, od presudne važnosti su sljedeći kriteriji:

- Jednostavnost za korištenje
- Realnost
- Kapaciteti
- Fleksibilnost
- Troškovi



Slika br. 6.16 - Selekcija i izbor prioritetnih projekata

Metode koje se mogu koristiti za ocjenu i selekciju projekata u malim organizacijama su:

a) Metoda pondera
b) Financijska analiza koristi i troška (cost-benefit)
c) Pareto prioritetni indeks

6.4.1.1 Metoda pondera

Metoda pondera razvijena za predloženu metodologiju je subjektivna, jer se traži interpretacija situacije, procjena vjerojatnosti, troškova, zadovoljstva, itd. Međutim, strogost koja ide uz proces ocjenjivanja, pomaže da se bolje prosudi projekt. Za svaki kriterij skala mjerila je od 0 do 90, a za sumu pondera (težina) do 1,00. Na osnovu ovih ocjenjivanja menadžment može usporediti projekte. Sortirajući rezultate (ocjene) padajućim redoslijedom, dolazi se do projekata koji će imati prioritet pri izboru.

Slika br. 6.17 prikazuje prikladan obrazac za ocjenjivanje projekta, a na slici br. 6.18 detaljnije su prikazani kriteriji.

Ocjenjivanje 6σ projekata

Naziv tvrtke:	Naziv projekta:	Broj projekta:	Datum ocjenjivanja:	

Red.br.	Kriterij	ocjena	Težina (ponder)	Ponderiran ocjena
1.	Zadovoljstvo kupca		0,30	
2.	Financijska korist		0,25	
3.	Poboljšavanje kvalitete		0,15	
4.	Zadovoljstvo zaposlenika		0,10	
5.	Vrijeme realizacije projekta		0,10	
6.	Raspoloživost resursa (osim tima ljudi)		0,05	
7.	Raspoloživost stručnih ljudi		0,03	
8.	Vrijednost 6σ pristupa (FPON)		0,02	

Ocjenu proveli:	Sponzor projekta	
	Black Belt (Green Belt)	
	Ukupna ponderirana ocjena	

Slika br. 6.17 – Kriteriji i mjerila za ocjenu projekta

6.4.1.2 Financijska analiza koristi i troška (cost-benefit)

Financijska analiza koristi i troškova [prema 42, 81] svodi se na izračun sljedećih pokazatelja:

a) Period povrata
b) Prosječna stopa povrata
c) Neto sadašnja vrijednost (Net present value – **NPV**)
d) Interna stopa povrata (Internal Rate of Return- **IRR**)

Ocjene i objašnjenja za ocjene

Kriteriji: ZADOVOLJSTVO KUPCA		**Kriteriji: FINANCIJSKA KORIST**	
Ocjena	**Objašnjenje ocjene**	**Ocjena**	**Objašnjenje ocjene**
90	Bitan i statistički značajan porast oduševljenosti ili lojalnosti kupaca.	90	Neto uštede veće od 500.000 kuna. Izvrstan ROI.
50	Bitan i statistički značajan porast vrlo zadovoljnih kupaca.	50	Neto uštede od 200.000 do 500.000 kuna. Izvrstan ROI.
30	Bitan i statistički značajan porast zadovoljnih kupaca.	30	Neto uštede veće od 100.000 do 199.999 kuna. Dobar ROI.
10	Bitan i statistički značajan porast djelomično zadovoljnih kupaca.	10	Neto uštede veće od 50.000 do 99.999 kuna. Prihvatljiv ROI.
0	Projekt ne utječe na zadovoljstvo kupaca.	0	Projekt pretpostavlja financijsku korist, ali su manje od 50.000 kuna
Kriteriji: POBOLJŠAVANJE KVALITETE		**Kriteriji: ZADOVOLJSTVO ZAPOSLENIKA**	
Ocjena	**Objašnjenje ocjene**	**Ocjena**	**Objašnjenje ocjene**
90	10 puta ili veće poboljšavanje po CTQ metodi	90	Bitan i statistički značajan porast oduševljenosti zaposlenika
50	5 do 9 puta veće poboljšanje po CTQ metodi	30	Bitan i statistički značajan porast zadovoljstva zaposlenika
30	2 do 4 puta veće poboljšanje po CTQ metodi	10	Bitan i statistički značajan porast djelomičnog zadovoljstva zaposlenika
10	Statistički značajno poboljšanje po CTQ metodi, ali manje od 2 puta	0	Projekt ne utječe na zadovoljstvo zaposlenika
0	Projekt ne utječe na poboljšavanje kvalitete		
Kriteriji: VRIJEME REALIZACIJE PROJEKTA		**Kriteriji: RASPOLOŽIVOST RESURSA (OSIM TIMA LJUDI)**	
Ocjena	**Objašnjenje ocjene**	**Ocjena**	**Objašnjenje ocjene**
90	Projekt moguće realizirati za manje od 3 mjeseca	90	Potrebni resursi mogu biti pravovremeno na raspolaganju
50	Projekt moguće realizirati u periodu od 3 do 6 mjeseci	30	Ograničen ili teži pristup potrebnim resursima
30	Projekt moguće realizirati u periodu od 7 do 9 mjeseci	0	Resursi nisu raspoloživi ili su nedostupni
10	Projekt moguće realizirati u periodu od 10 do 12 mjeseci		
0	Za realizaciju projekta trebat će više od 12 mjeseci		
Kriteriji: RASPOLOŽIVOST STRUČNIH LJUDI		**Kriteriji: VRIJEDNOST 6σ PRISTUPA (DMAIC)**	
Ocjena	**Objašnjenje ocjene**	**Ocjena**	**Objašnjenje ocjene**
90	Projekt je moguće realizirati sa zaposlenicima iz tvrtke	90	6σ pristup esencijalan za uspjeh projekta
30	Projekt je moguće realizirati uz manji angažman vanjskih stručnih suradnika	30	6σ pristup od koristi, ali nije esencijalan
10	Projekt je moguće realizirati uz veći angažman vanjskih stručnih suradnika	0	Nije očita korisnost 6σ pristupa
0	Udio zaposlenika tvrtke u realizaciji projekta je znatno manji od udjela vanjskih suradnika		

Slika br. 6.18 – Ocjene i objašnjenje ocjena za metodu pondera

a) Period povrata

Period povrata predstavlja odnos inicijalnih fiksnih investicija u projekt i procijenjenog priliva novčanih sredstava od projekta. Omjer ovih dviju veličina je vremenski period u kojem se očekuje da će projekt vratiti inicijalno uložena sredstva. Ovaj pokazatelj polazi od uvjerenja da će projekt živjeti barem toliko dugo dok ne povrati uložena sredstva. Što je broj godina u kojima se vraća početno ulaganje manji, to je investicija bolja. Nedostatak je što ne uzima u obzir tijek novca nakon razdoblja povrata ulaganja, pa se ne prepoznaju investicije isplativije na dugi period. Ovaj pokazatelj koristi se u situacijama kad tvrtka ima probleme s likvidnošću i kod rizičnijih ulaganja. Što se ostvari brži povrat uloženih sredstava, organizacija je izložena manjem riziku.

Izraz za izračun ovog pokazatelja je:

$$T_p = \frac{I_s}{P_N} \tag{6.4}$$

Gdje je:

T_p - Period povrata [godina]

I_s - Inicijalna fiksna investicija [kune]

P_N - Procijenjeni priliv novčanih sredstava od projekta [kune]

Ako se pretpostavi da je projekt za implementaciju trebao investiciju od 50.000 kuna, a prosječna godišnja dobit od projekta je 10.000 kuna, onda je period povrata izračunat prema izrazu (6.4):

$$T_p = \frac{I_s}{P} = \frac{50.000}{10.000} = 5\left[godina\right]$$

Pokazatelj perioda povrata jedan je od najčešće korištenih numeričkih pokazatelja, jer je jednostavan za izračun, a daje korisne podatke. Međutim, uglavnom se kombinira s nekim drugim numeričkim ili nenumeričkim pokazateljem. Iako je pokazatelj perioda povrata široko u uporabi, nedovoljan je za donošenje odluke o pokretanju projekta. Glavna prednost ovog pokazatelja je jednostavnost, međutim ovaj pokazatelj ne uzima u obzir vremensku vrijednost novca. Stoga se za potpunu informaciju o izboru projekta koristi samo u slučaju ako je kamatna stopa veoma niska, a inflacija blizu ili jednaka nuli.

b) Prosječna stopa povrata

Prosječna stopa povrata čini omjer između prosječne godišnje dobiti nakon oporezivanja i investicije u projekt. Ovaj pokazatelj koristi se u slučajevima kratkoročnih ulaganja. Prednost je jednostavno računanje, a nedostatak što ne uzima u obzir vremensku komponentu kod vrednovanja novčanih iznosa. Za popunu informaciju o izboru projekta ovaj pokazatelj se jednako kao i prethodni upotrebljava samo u slučaju veoma niske kamatne stope i inflacije blizu nule ili jednake nuli

Izraz za izračun ovog pokazatelja je:

$$T_{pp} = \frac{P_p}{I_s} \tag{6.5}$$

Gdje je:

T_{pp} - prosječna stopa povrata

P_p - prosječna godišnja dobit nakon oporezivanja [kune]

I_s - vrijednost investicije [kune]

Za gore navedeni primjer gdje je ukupna inicijalna investicija bila 50.000 kuna, a prosječna godišnja dobit nakon oporezivanja 7.500 kuna, prosječna stopa povrata iznosi:

$$T_{pp} = \frac{P_p}{I_s} = \frac{7.500}{50.000} = 0,15$$

Nedostatke gore navedenih dvaju pokazatelja rješavaju pokazatelji koji diskontiraju tijek novca, odnosno uzimaju u obzir i vremensku vrijednost novca. Dva su osnovna pokazatelja diskontiranog tijeka novca, i to neto sadašnja vrijednost i interna stopa povrata.

c) Neto sadašnja vrijednost (Net present value – NPV)

Razlog izračuna ovog pokazatelja je u vremenskoj dimenziji novca, a to znači da jedna kuna danas vrijedi više nego jedna kuna u budućnosti.

Izraz za izračun ovog pokazatelja je:

$$NPV = I_s + \sum_{t=1}^{n} \frac{Q_t}{(1 + k_{sp} + I_f)^t} \tag{6.6}$$

Gdje je:

NPV - Neto sadašnja vrijednost projekta [kune]

I_s - Inicijalna investicija u projekt [kune]

Q_t - Neto tijek novca za vremenski period „t“ [kune]

K_{sp} - tražena stopa povrata [%]

I_f - predviđena inflacija (ili deflacija) za vremensko razdoblje „t“ [%]

Ako je neto sadašnja vrijednost projekta jednaka ili veća od nule, projekt je prihvatljiv.

Za računanje neto sadašnje vrijednosti koristi se Excel-ova financijska funkcija NPV.

d) Interna stopa povrata (Internal Rate of Return- IRR)

Interna stopa povrata (IRR) definira se kao stopa povrata koja izjednačava sadašnju vrijednost budućih neto prihoda s troškom investicije. Internom stopom povrata traži se vrijednost pri kojoj će diskontinuirani prihod i diskontinuirani rashod biti jednaki.

Interna stopa povrata korisna je kod neuravnoteženih godišnjih neto prihoda a računa se pomoću funkcije u Microsoft Excelu IRR (Internal Rate of Return).

6.4.1.3 Pareto prioritetni indeks

Pareto Priority Indeks **(PPI)** je jednostavan način za ocjenjivanje i selekciju projekata. Prioritet se daje projektima s većim indeksom. Za slučaj kad dva ili više projekata imaju sličan ili jednak PPI prioritet se definira na osnovu neke druge metode.

PPI se računa [42,56,81]:

$$PPI = \frac{Uštede \times VjerojatnostUspjeha}{Trošak \times VrijemeOkončanja(godine)} \qquad (6.7)$$

PPI formula odnosi se na povrat investicije ponderirane vjerojatnošću uspjeha. Inputi se, naravno, procjenjuju i rezultat u cijelosti ovisi o točnosti procjene inputa. Rezultirajući broj je indeksna vrijednost za dani projekt. Ako se pretpostavi za neki projekt da bi uštede mogle biti oko 50.000 kuna, vjerojatnost uspjeha projekta 90%, trošak 20.000 kuna, a vrijeme okončanja projekta jedna godina, onda bi PPI za ovaj projekt iznosio 2.25. Ocjenom više projekata na ovaj način moguće je usporediti njihove PPI i na osnovu toga odrediti prioritete.

Tablica br. 6.16 prikazuje primjenu ovog indeksa na pet potencijalnih projekata. Visoke vrijednosti PPI sugeriraju visoki prioritet.

Tablica br. 6.16 – Ilustracija rangiranja projekata Pareto Priority Indexom (PPI)

Projekt	Uštede u kunama [0000]	Vjerojatnost	Trošak u kunama [0000]	Vrijeme u godinama	PPI
A	1,5	0,6	1,0	0,1	9,0
B	10	0,9	0,5	0,5	36,0
C	30	0,8	1,6	0,25	60,0
D	50	0,7	2,0	1,0	17,5
E	100	0,7	10,0	2,0	3,5

Prilikom izbora projekata prioritet treba dati projektima koji se:

- bave trajnim problemima – očekuje se dugoročno rješenje
- mogu realno ostvariti, tj. imaju mogućnosti dovođenja do uspješnog završetka u predviđenom roku
- mogu prepoznati kao „značajni“ (krajnji rezultati trebaju biti dovoljno korisni da bi zaslužili pozornost i priznanje)
- mogu se izraziti kroz brojke, znači mjerljivi su financijski i tehnološki
- mogu prepoznati po svojim edukacijskim karakteristikama

6.4.1.4 Završno rangiranje projekata

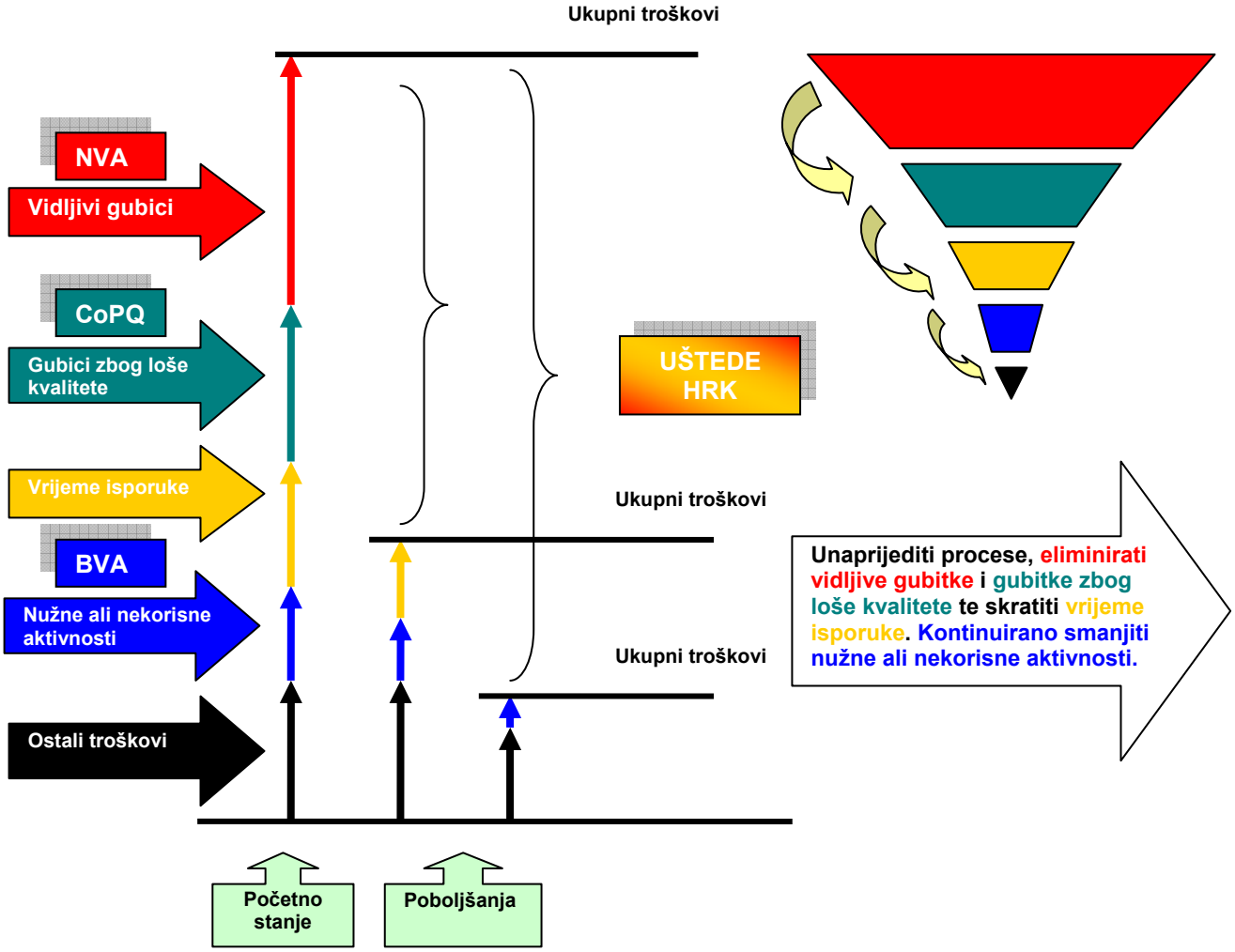
Koristeći veći broj različitih kriterija za ocjenu projekata potrebno je izabrati projekte kandidate. Projekti se moraju rangirati, a zatim se vrši preliminarna (prethodna) selekcija. Za pomoć se može koristiti obrazac prikazan u tablici br. 6.17. Selekcije su preliminarne (prethodne) zbog nedostatka svih relevantnih informacija i podataka. Prilikom rada na projektu, 6σ projektni tim će kontinuirano ponovno ocjenjivati projekt, pa tako može doći do važnih pokazatelja koji mogu

sniziti ili podići prioritet projekta. Sponzor projekta je odgovoran za koordinaciju promjena prioriteta s vlasnicima procesa.
Najviše rukovodstvo male organizacije odabire projekte koji najbolje mogu doprinijeti ostvarenju definiranih poslovnih ciljeva. Prirodno je usmjeriti pozornost na uočljive probleme unutar postojeće tehnologije i procesa, a to znači definirati i nastojati eliminirati sve vidljive gubitke (NVA – Non Value Added Activities) i gubitke uslijed loše kvalitete (CoPQ), te skratiti vremena isporuka. Zatim treba smanjiti sve nužne, ali nekorisne aktivnosti (BVA – Business Value Added Activities). Jasno je da se to mora rješavati kontinuirano (slika broj 6.19)

Tablica br. 6.17 – Preglednik ocjenjivanja projekta

Broj projekta	Naziv projekta	Ponderirana metoda	**PPI** Priority	Period povrata	Prosječna stopa povrata	Neto sadašnja vrijednost (Net present value – **NPV**)	Interna stopa povrata (Internal Rate of Return- **IRR**)	Komentar

Male organizacije uvijek će imati za realizaciju više projekata, nego što ima resursa. Činjenica da su resursi nedovoljni dovodi do toga da projekti trebaju biti vremenski raspoređeni, tj. neki projekti moraju se provesti prije drugih.



Slika br. 6.19 – Smanjivanje troškova kao jedan od kriterija za rangiranje projekata

Metodologija predlaže da se u početnom periodu primjene ljudi i ostali resursi usmjeravaju na jedan po jedan projekt. Nakon rješavanja problema edukacije ljudi i rješavanja drugih kritičnih resursa moguć je „multi-tasking“ (eng. multi-tasking se definira kao korištenje resursa za nekoliko projekata u istom vremenskom razdoblju). Da bi organizacija bila uspješna, mora odrediti svoje kapacitete za završetak projekata. Pred svakom organizacijom postoji više mogućnosti za uspješnu realizaciju projekata uz ograničene resurse. To znači, da se u svakom vremenskom intervalu selektirano upravlja financijskim sredstvima namijenjenima za projekte. Ograničavajući resurs ima uvijek ključnu poziciju u organizaciji, a sponzorima, inženjerima i članovima 6σ timova govori o vremenu izvršenja projekta. Prema raspoloživosti ključnog resursa može se planirati datum početka realizacije projekta i odrediti potreban kapacitet. Ovo se zove sinkronizacija pokretanja projekta (eng. *project launch synchronization*), a deficitaran resurs koji određuje tempo realizacije projekta zove se resurs sinkronizacije (eng. *synchronizer resource*).

Financijska korist (eng. benefit) za svaki projekt mora biti potvrđena od strane stručnjaka u financijama. Inicijalne (početne) procjene ušteda mogu biti kalkulirane od strane „Black Belt“-a ili sponzora, ali konačni rezultati zahtijevaju potvrdu od strane financijskog odjela. Osoba iz financija, koja se uključuje u rad tima treba biti navedena u „projektnom zadatku“ (eng. project charter). Bez angažmana financijskih stručnjaka konstatirane uštede nemaju kredibilitet. Najbolji ljudi za kalkuliranje koristi od projekata su u pravilu osobe kojima su financije primarni posao.

Brojke financijskih stručnjaka nisu neosporne. U slučaju ekstremnih (izuzetno visokih ili niskih) nerealnih rezultata, voditelju 6σ metodologije potrebno je osigurati dodatnu validaciju brojeva. Pogrešni rezultati opasni su za održivost 6σ projekta.

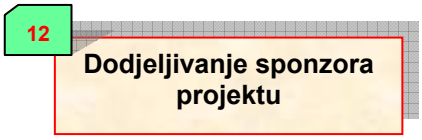
6.4.1.5 Tipovi ušteda

Uštede su veoma bitne u izboru projekata. U predloženom modelu sve uštede koje se mogu postići razvrstavaju se u kategorije:

- „Teške uštede“ (značajne uštede)
- „Mekane uštede“ (umjerene uštede)

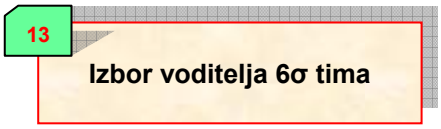
„Teške uštede“ (eng. hard savings*)* su momentalne, aktualne uštede u odnosu na sadašnju potrošnju, izražene u kunama, kao što je smanjivanje financijskih izdataka, smanjivanje broja zaposlenih, snižavanje cijena u ugovorima kupnje, itd. Značajne uštede se mogu iskoristiti za sniženje prodajnih cijena, promjenu modela ponude, povećanje dobiti, ili u druge svrhe, gdje se utječe na dobit.

„Mekane uštede“ (eng. soft savings*)* su npr. uštede zbog smanjenog broja inventura, smanjenih kontrola (testiranja), povećanja koeficijenta obrtaja, smanjenje poslova dorade, smanjenje škarta (otpadnih materijala) i dr.



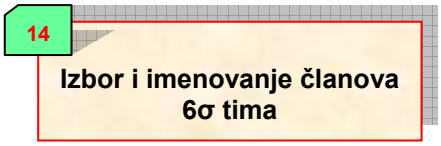
6.4.2 Dodjeljivanje sponzora projektu

Odabrani 6σ projekti moraju imati svoje sponzore. U predloženoj metodologiji članovi najvišeg vodstva organizacije su sponzori svih projekata, a izuzetno, u malim organizacijama to mogu biti vlasnici procesa. Odgovornosti i ovlasti sponzora projekata detaljno su razrađene u poglavlju 4.



6.4.3 Izbor voditelja 6σ tima

Nakon dodjeljivanja sponzora najvažniji zadatak je izbor voditelja 6σ tima. Njegove kompetencije se ocjenjuju u smislu znanja o konkretnom problemu. Prema potrebi se definiraju dodatni treninzi koji se moraju provesti prije realizacije projekta. Nakon dodatne izobrazbe vrši se ponovna ocjena kompetencija. Voditelji 6σ timova su „Green Belt“ ili „Black Belt“ (nije obvezan formalni certifikat).



6.4.4 Izbor i imenovanje članova 6σ tima (ugovor s poslodavcem)

Članovi tima izabiru se nakon imenovanja voditelja tima. Specifičnost metodologije je u imenovanju jednog broja zaposlenika iz „režije“ u 6σ projekte. Oni se angažiraju na rješavanju problema iz svojih procesa (nabava, prodaja, i dr.), te glavnih procesa organizacije.

Tablica br. 6.18 – Uloge i titule u 6σ metodologiji za male i velike organizacije

Opće uloge	Pojasevi i druge titule	
	Velike organizacije	Male organizacije
Vijeće 6σ (Leadership council)	6σ vijeće (Six Sigma Steering), Vijeće za kvalitetu (Quality council)	
Voditelj poboljšanja (Implementation Leader)	6σ direktor (Six Sigma Director), Voditelj kvalitete (Quality Leader) Učitelj crnih pojasa (Master Black Belt)	Najviša uprava
Sponzor projekta	Champion, Process Owner	Član najviše uprave (izuzetno vlasnik procesa)
Trener (Coach)	Master Black Belt ili Black Belt	Master Black Belt (vanjski suradnik-konzultant)
Vođa tima (Team Leader)	Black Belt ili Green Belt	Black Belt ili Green Belt (nije obvezan formalni certifikat)
Član tima (Team member)	Green Belt ili ostali (bijeli, žuti,..)	Green Belt ili ostali (bijeli, žuti,..)- nije obvezan formalni certifikat

Predložena metodologija predviđa tim za 6σ projekt, koji se sastoji od 4 do 6 zaposlenika (slika br. 6.20). Njihov zadatak je dovesti projekt do uspješnog završetka, kako je definirano u projektnom zadatku. Tim se sastaje povremeno, a članovi uz obavljanje redovitih poslova odvajaju dio svog radnog vremena. Kad je projekt završen tim se raspušta ili jednostavno nastavlja s drugim projektom uz potrebne promjene (ili bez).

Projektni 6σ tim sastoji se od :

1. voditelja
2. tajnika
3. članova

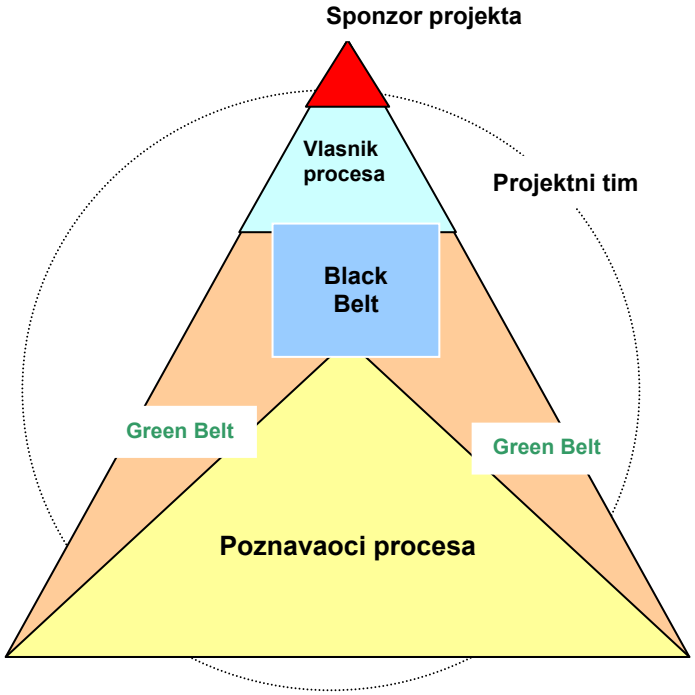
Nazivi članova tima, kako je opisano u točci 4, preuzeti su iz borilačkih vještina i označavaju različite stupnjeve znanja i vještine služenja alatima za poboljšavanje, odnosno rješavanje problema. Njihovi nazivi Black (crni), Green (zeleni) i Master (majstor–učitelj) sinonimi su za obučenost i iskustvo.

Specifičnost malih organizacija je kronični nedostatak educiranih ljudi. U tablici br. 6.18 prikazane su uloge i titule u velikim i malim organizacijama za 6σ metodologiju.

Voditelj 6σ projektnog tima usmjerava tim pri realizaciji projekta. Uspješno upravljanje zahtjeva poznavanje projektnog područja i vještine potrebne za rješavanje problema, te iskustvo u realizaciji 6σ projekata. Često je korisno da je voditelj tima iz procesa na koji se „najviše“ odnosi problem koji se rješava.

Tajnik se bira između članova tima, a osnovni zadatak mu je rukovanje dokumentacijom: planovi i programi rada, zapisnici sa sastanaka, izvještaji upravi itd. Pored obveza vezanih za dokumentaciju, tajnik aktivno sudjeluje u projektu.

Općenito, vodstvo organizacije mora uložiti određene napore prilikom definiranja učinkovitog 6σ tima tražeći odgovore na pitanja prikazana u tablici br. 6.19.



Slika br. 6.20 – Projektni 6σ tim

U timskom radu članovi surađuju kako bi ostvarili određene rezultate i sudjelovali u cjelokupnom uspjehu organizacije. Iako svaki zaposlenik ima svoje zanimanje i ciljeve, te pripada svojem procesu rada, njegov zadatak u timu je da sve to podredi zajedničkom interesu. Ukupni doprinos svakog člana tima neće izostati ako voditelj tima ili vodstvo organizacije svakom članu tima odgovori na sljedeća pitanja:

- Što očekuju od njega?
- Da li su mu dali mogućnosti da realizira dobiveni zadatak?
- Da li su mu osigurali informacije kako bi ocijenio da li je dobro izvršio zadatak?
- Da li ima pravilne upute kad je i gdje potreban?
- Da li je definirana nagrada prema doprinosu?

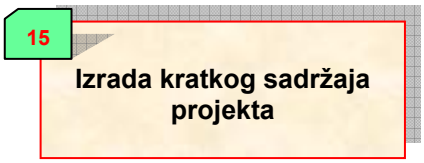
Potrebno je naglasiti kako se timski rad bitno razlikuje od radnih grupa, prije svega time što zahtijeva individualnu i zajedničku odgovornost članova, te posvećenost zajedničkoj svrsi i cilju . Niti jedan pojedinac se ne može mjeriti s kvalitetnim timom, jer složene probleme tim rješava zajedno, pa se stvara sinergijski efekt.

Tablica br. 6.19 – Pitanja koja zahtijevaju odgovor pri formiranju 6σ tima

Red. br.	Pitanje?	Obrazloženje pitanja
1.	**Svrha**	Shvaćaju li članovi zašto su baš oni dio 6σ tima? Znaju li kako će tim pomoći organizaciji u ostvarivanju ciljeva? Znaju li kolika je važnost tima za proces i organizaciju? Uklapa li se tim u organizacijske norme i vrijednosti?
2.	**Cilj**	Je li tim preuzeo odgovornost i stekao preduvjete za realizaciju ciljeva? Je li tim definirao svoje ciljeve, vremenske granice i odredio kako će mjeriti svoj uspjeh? Podržava li vodstvo odluke tima i stoji li iza njih?
3.	**Jasna očekivanja**	Je li vodstvo jasno obznanilo svoja očekivanja od tima i očekivane rezultate? Shvaćaju li članovi tima zbog čega je formiran tim? Osigurava li vodstvo sve potrebne resurse timu? Poklanja li vodstvo timu dovoljnu pozornost tijekom cijelog životnog ciklusa projekta?
4.	**Predanost**	Žele li članovi biti dio tima? Shvaćaju li važnost zadatka? Jesu li predani ostvarenju očekivanih rezultata? Shvaćaju li kako kroz rad na projektu usavršavaju svoje vještine? Žele li prihvatiti izazov?
5.	**Mogućnosti**	Osjeća li tim da ima prave ljude? Osjeća li tim kako uključeni ljudi imaju odgovarajuće znanje, vještine i kapacitete? Ima li tim odgovarajuću pomoć? Ima li tim sve resurse za uspješno obavljanje projekta?
6.	**Kreativnost**	Želi li vodstvo zaista rješenje problema i poboljšanja? Cijeni li vodstvo kreativno razmišljanje zaposlenika i nove ideje? Nagrađuje li svoje zaposlenike za uspješno uloženi trud?
7.	**Suradnja**	Shvaća li tim što je to timski rad i kako se razvija? Rade li članovi tima efikasno zajedno? Ima li u timu pojedinaca koji ometaju uspješan rad tima?
8.	**Komunikacija**	Kakve su interne komunikacije unutar tima? Koliko često i kako komuniciraju članovi tima?
9.	**Posljedice**	Osjećaju li se članovi tima odgovorni za rezultate tima? Postoje li nagrade i priznanja za uspjeh? Vidi li tim svoju ulogu u ukupnoj 6σ metodologiji? Kakve su posljedice neuspjeha?
10.	**Koordinacija**	Postoji li zajedničko vodstvo koje koordinira 6σ timove? Jesu li prioriteti pravilno definirani po procesima? Surađuju li timovi i članovi iz različitih timova?
11.	**Kontrola**	Ima li tim dovoljno slobode i moći na putu do realizacije cilja? Razumiju li članovi tima svoja ograničenja? Je li vodstvo odredilo način kontrole rada tima? Tko je odgovoran za kontrolu?

Predložena metodologija PPDR predviđa ugovorno reguliranje obveza uprave organizacije, koja se javlja kao „naručitelj posla“ i članova tima koji se javljaju kao „izvršitelji posla“. Ugovorom se točno definira:

- Predmet ugovora (naziv projekta)
- Odgovornosti obje strane, te slučajevi ograničenja i prestanka ugovora
- Početak i kraj projekta
- Uloga voditelja i članova tima
- Ovlasti članova tima tijekom realizacije projekta
- Praćenje i izvještavanje
- Postupak u slučaju nepredviđenih situacija
- Visina, način i dinamika isplate nagrade za uspješno obavljeni posao
- Način raskida ili promjene ugovora
- Ostala pitanja bitna za efikasnu realizaciju projekta



6.4.5 Izrada kratkog sadržaja projekta

Osnovna razlika između predložene 6σ i drugih metodologija je naglasak na opipljivim, mjerljivim rezultatima. Predložena 6σ metodologija naglašava činjenicu da su projekti selektirani tako da realiziraju „mješavinu“ kratkoročne i dugoročne dobiti, što opravdava investiciju i uložene napore. Bez dokaza, svaka hipoteza koja se odnosi na dobit nije ništa drugo do prazna tvrdnja.
Prema logici transparentnosti i drugi podaci važni za uspjeh metodologije moraju biti precizni i točni. To se prije svega odnosi na podatke koji ukratko opisuju projekt. Sponzor projekta u suradnji s „Black Belt“ ili „Green Belt“ u kratkom pregledu projekta opisuje sljedeće:

- Osnovne podatke o projektu (naslov, sponzor, članovi, rok izvršenja, itd)
- Opis projekta jednostavnim rječnikom
- Tip ušteda - značajne (eng. hard), umjerene (eng. soft)
- Proces ili vlasnik procesa
- Ključne informacije o dobiti
- Pokretač projekta
- Strategija višeg nivoa obuhvaćena projektom
- Komentari, zahtjevi
- Nove spoznaje
- Ključne riječi (za buduća pretraživanja)
- Dokumenti i linkovi povezani s projektom
- Kontrolni prikaz promjena
- Projektni zadatak i informacija o vremenskom rasporedu

Prikaz i definiranje problema nikada ne treba sadržavati uzrok ili rješenje. Na primjer, „Tijekom prošle godine 2,5% isporuka imalo je greške kod pakiranja proizvoda“. Vidi se da je problem samo naveden i konstatiran na osnovu stvarnih rezultata i omogućava usmjerenje 6σ tima. U istom projektu tim bi bio zamoljen da smanji broj pogrešaka kod pakiranja proizvoda na 1% ili manje, u roku sljedeća 3 mjeseca.

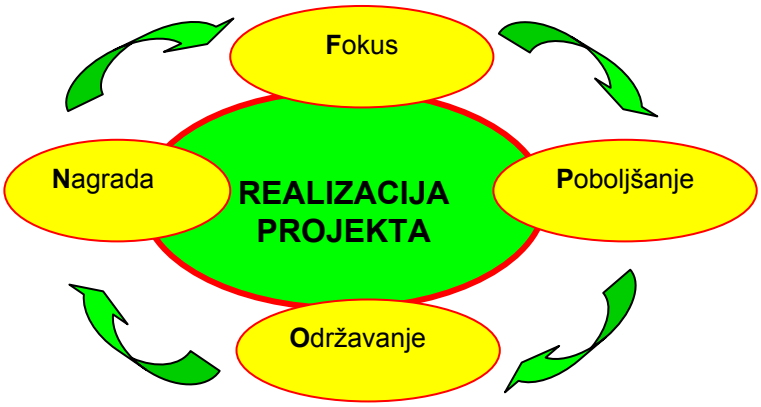
Na kraju se izrađuje pregled svih 6σ projekata.

6.5 Realizacija projekata (poboljšanja) modelom FPON

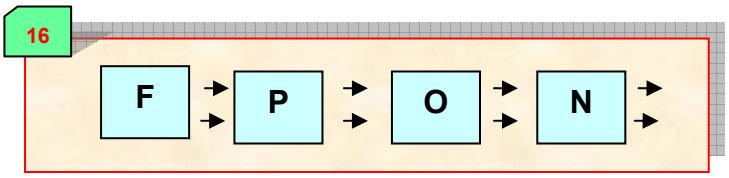
Umjesto složenog modela realizacije 6σ projekata DMAIC, detaljno opisanog u poglavlju 4, u ovoj metodologiji se prema [33] predlaže znatno jednostavniji model – **FPON**. Na slikama br. 6.1 i 6.2 ova aktivnost prikazana je brojem 16.

FPON model sastoji se od 4 faze (slika br. 6.21):

1. **F**okusiranje tima na problem
2. **P**oboljšanje – rješavanje projekta
3. **O**državanje poboljšanog procesa
4. **N**agrade i priznanja za uspješno realizirane projekte



Slika br. 6.21 – FPON princip realizacije projekta



6.5.1. Fokusiranje tima na problem

a) Orijentacija o projektu

Orijentacija je snalaženje u problemu. Kada 6σ tim dobije zadatak za rješavanje, o njemu se treba orijentirati. Postavlja se pitanje: „Čime će se projekt baviti?“. Često puta ovo pitanje je i najveći problem 6σ tima. Članovi tima moraju pored toga odgovoriti na još neka veoma bitna pitanja, kao što su: „Zašto rješavati upravo taj problem?“, „Koji su zahtjevi kupca?“, „Kako se sada radi?“, „Kakve koristi donosi rješenje problema?“, „Što trebaju očekivati članovi tima nakon uspješne realizacije projekta?“.

Nakon ovih početnih pitanja i dobivanja pozitivnih odgovora tim se usmjerava na prepoznavanje najvažnijeg čimbenika u cijelom projektu, kupca. Kupac može biti unutarnji (u sklopu organizacije, nekog drugog procesa) ili vanjski (koji plaća). Zadatak tima je dobro prepoznati i definirati što kupac želi – posebno vanjski, koje su njegove potrebe i zahtjevi. Svakako, ovaj zadatak koji sadrži glas kupca (VOC) može biti vrlo zahtjevan. Kupci ponekad ni sami ne znaju što žele ili pak imaju problema i ne znaju izraziti svoje zahtjeve. S druge strane, jako dobro znaju objasniti što ne žele, pa 6σ tim mora slušati glas kupca i prevesti ga u razumljive zahtjeve (tablica br. 6.20).

Pored toga 6σ tim mora izvršiti:

- stručnu, i
- osobnu orijentaciju.

Kako je većina problema interdisciplinarna, za njihovo rješavanje treba odrediti potrebna znanja. Ako je problem iz područja održavanja tehničkih sustava (npr. narušena točnost stroja zbog slabog preventivnog održavanja) rješenje zahtijeva znanja iz područja organizacije i tehnologije održavanja, pouzdanosti sustava i dr.

Tablica br. 6.20 – Prevođenje glasa kupca u zahtjev

Glas kupca	Značenje glasa kupca u organizaciji	Glas kupca preveden u zahtjev kupca
„Pakiranje proizvoda je loše“	Kupac smatra da je pakiranje neprikladno u smislu zaštite, a oznake su loše za identifikaciju i upozorenja.	Pakiranje proizvoda mora biti u boljoj ambalaži, a oznake se moraju uskladiti prema standardu.
„Vaš proizvod nije prikladan za servisiranje“	Ovdje kupac očito misli na učestalost servisa proizvoda „X“.	Izvršiti redizajn proizvoda „X“ s aspekta prikladnosti za održavanje, a servisiranje svesti na jednom godišnje.
„Vaša dostava je prespora“	Kupci smatraju da je dostava spora i nije u očekivanim rokovima.	Sve narudžbe moraju biti realizirane i dostavljene kupcu u npr. „četiri radna dana“.

Kad je izvršena stručna, vrši se osobna orijentacija. To je orijentacija tima, kako bi odredili gdje se nalaze sa svojim znanjima o problemu koji se rješava. Često puta nakon orijentacije o problemu, trebat će u 6σ tim uključiti još stručnjaka ili će neke trebati zamijeniti. Prema potrebi se mogu angažirati stručnjaci izvan organizacije u početnim ili drugim fazama tijekom rješavanja.

b) Definiranje ciljeva projekta

Bez obzira što 6σ tim uz kratki opis projekta dobije i cilj projekta, tim mora dobro formulirati ciljeve i jasno odrediti što treba izvesti, u kojem vremenskom periodu, uz koje resurse itd. Kod ovoga valja upozoriti na potrebu da cilj projekta bude realan, tj. dostižan, odnosno ostvariv, jer bi u suprotnom bio slabo motivirajući faktor za članove 6σ tima. Kako s druge strane postoji težnja da ciljevi budu što viši, to se u praksi pronalazi kompromis.

Pored navedenog treba posebno naglasiti potrebu mjerljivosti ciljeva. Cilj koji nije mjerljiv može postati fikcija, želja ili nešto drugo. Tako dugo dok se ciljevi projekta ne mogu izraziti kroz konkretne brojke, ne ide se u daljnju realizaciju projekta. Ukoliko cilj ne bi bio mjerljiv, ne bi se mogla valorizirati aktivnost tima i projekta.

Pri formuliranju ciljeva treba:

- odrediti glavni i sporedni cilj
- voditi računa o rezultatima koji se žele postići
- formulirati cilj u pozitivnom smislu, tj. što treba napraviti, a ne što ne treba
- ukratko i jasno napisati cilj
- odrediti prioritete

c) Granice za rješavanje

Definirati granice u procesu rješavanja problema, znači definirati:

- prostorne granice
- vremenske granice
- razna ograničenja

Definicija problema mora sadržavati točne organizacijske i prostorne granice unutar kojih se smješta problem, što znači, odrediti organizacijske dijelove koji će biti angažirani tijekom istraživanja. Drugi dio te faze rada određuje koliko duboko će se problem obrađivati unutar zadanih granica, što znači, kako će se detaljno promatrati.
Pitanje definiranja vremenskih granica je osjetljivo. To su praktički granice za rješavanje problema ili njegovih dijelova. Onaj tko određuje ove granice mora voditi računa o složenosti i drugim aspektima problema. U slučaju 6σ projekta te su granice zadane od strane vodstva organizacije. To ne znači da se tim ne može kritički osvrnuti na definirane vremenske granice i prema potrebi usuglasiti realne granice s vodstvom.

Pored prostornih i vremenskih granica, 6σ tim treba definirati i različita ograničenja po pitanju:

- vremena, podataka, informacija, tehnologije i sl.
- novčanih sredstava
- nekih ispitivanja i sl.

d) Izrada SIPOC prikaza

Tim prikazuje proces u globalnom planu kroz nekoliko najvećih aktivnosti, potrebnim ulaznim parametrima i rezultatima. Taj grafički prikaz zove se „SIPOC“ (eng. supplier-input-process-customer).
Važno je naglasiti da se u ovoj fazi 6σ tim ne smije opterećivati detaljima procesa. Prvi dijagram tijeka procesa prikazuje se u 5 do 10 najvažnijih koraka, a omogućava svim članovima 6σ tima istu sliku procesa i rad s istim predodžbama. Pored toga, izrada grubog dijagrama tijeka procesa stvara ozračje za sljedeći korak–mjerenje, jer daje članovima tima ideju o tome gdje bi mogli prikupiti podatke.

e) Izrada plana realizacije projekta

Kad su članovi 6σ tima u potpunosti razumjeli problem i zahtjeve vodstva i orijentirali se o problemu, prepoznali ograničenja, te definirali ciljeve projekta pristupa se izradi plana projekta.
Dobar plan projekta sadrži razmatranja o ciljevima, cost/benefit analizu, analizu opravdanosti, popis glavnih koraka koje treba poduzeti, terminski plan, te opis potrebnih resursa (uključujući ljudske resurse).

Pored plana projekta 6σ tim mora izraditi točan pregled odgovornosti za njegovu realizaciju. Svaki član tima mora znati koje su njegove odgovornosti (ponekad je dobro definirati i ovlasti pri realizaciji projekta).

6.5.2 Poboljšavanje – rješavanje projekta

Osnovno načelo na kojem se zasniva predložena 6σ metodologija je:

„Ne može se poboljšati nešto čija se vrijednost ne zna. Samo mjerenjem se može saznati ta vrijednost."

Poboljšanje može biti uspješno kad je zasnovano na činjenicama i proizašlo iz analize uzroka. To uključuje različita mjerenja unutar procesa. Pri tome nije bitno mjeri li se, nego što se dobiva mjerenjem. Ne može se postići poboljšanje bilo kojeg procesa bez neprestanog mjerenja rezultata procesa. Važno je mjeriti trenutne procesne rezultate, testirati poboljšanja, postaviti ciljeve i zadaće na način da budu mjerljivi, standardizirati poboljšane procese, mjeriti rezultate novih procesa i postavljati nove zadaće. Mjerenje potiče neprestano poboljšavanje, a neprestano poboljšavanje potiče ljude. Primjena statističkih metoda i alata u postupcima planiranja, sakupljanja i analize mjerenih podataka nema alternative.

Tim prepoznaje ključne unutrašnje procese koji utječu na lošu kvalitetu, te planira i provodi prikupljanje podataka. U početnom stadiju utvrđuje se trenutna „sigma" razina (kσ), a kasnije se vrši mjerenje parametara procesa.

Detaljno crtanje procesa i označavanje točaka nesukladnosti je glavna aktivnost u fazi analize. Nakon toga, u ovoj fazi traže se uzroci nesukladnosti, odnosno otkrivaju uzroci varijacija procesa i prepoznaju (izdvajaju) ključne varijable (izvori varijacija).
Utvrđuju se razlike trenutne i ciljane „sigma" razine. U ovoj fazi se u velikoj mjeri koriste statistički alati.

Tim potvrđuje ključne varijable i određuje mjeru njihovog utjecaja na kvalitetu (posljedicu). Kreativnim pristupom tim oblikuje i mijenja proces s ciljem da se radi brže, bolje i jeftinije. Poboljšanja se provjeravaju statističkim alatima.

Tim za provedbu poboljšanja mora razraditi proces nadzora primjene rješenja, kao i plan otklanjanja problema i poremećaja koji se realno mogu očekivati u ovoj fazi. Pored toga, tim uvodi statističke i druge alate za kontrolu ključnih varijabli poboljšanog procesa.

6.5.3 Održavanje poboljšanog procesa

Održavanje poboljšanog stanja podrazumijeva:

- Definiranje mjera za kontrolu
- Mjerenje rezultata poboljšanja
- Poduzimanje mjera za poboljšavanje
- Edukacija zaposlenika prema ukazanim potrebama

6.5.4 Nagrade i priznanja za uspješno realizirani projekt

Na kraju realizacije projekta 6σ tim predaje odgovornosti korisnicima projekta i vrši se konačni obračun projekta. Moraju se realizirati ugovori s članovima tima.

6.6 Faktori za uspješnu primjenu predložene metodologije

6.6.1 Izobrazba za predloženu metodologiju

Vodstvo najčešće nakon prethodnih spoznaja o 6σ metodologiji poduzima korake za daljnje prikupljanje informacija tražeći odgovore na sljedeća pitanja:

- Što je to 6σ?
- Što se može dobiti sa 6σ?
- Koliko to košta?
- Kako to realizirati „kod nas“?
- Koje su specifičnosti kod malih organizacija?
- Tko će to realizirati?
- Koliko to traje?
- Koji su potrebni resursi?
- Gdje su drugi došli s primjenom 6σ?
- Da li su te uštede (koje se navode u literaturi) istinite i moguće?
- Kakvi su temelji za 6σ?
- Kakvo je okruženje i spremnost?

Nakon donošenja odluke o pokretanju 6σ metodologije potrebno je provesti izobrazbu zaposlenika koji će biti direktno uključeni u 6σ projekte.

Kako je već navedeno u poglavlju broj 4 za olakšavanje razumijevanja stupnjeva izobrazbe, u 6σ metodologiji je preuzet sustav pojaseva iz istočnjačkih borilačkih vještina:

- Glavni menadžer (eng.Leadership)
- Prvak –šampion (eng. Champion)
- Majstorski crni pojas (eng. Master Black Belt)
- Crni pojas (eng. Black Belt)
- Zeleni pojas (eng. Green Belt)
- Bijeli pojas (eng. White Belt)

Ovakva struktura sigurno nije moguća u malim organizacijama. Uloga pozicija je „prekomotna“. Glavni menadžer i šampion moraju proći određenu izobrazbu za 6σ ukoliko se želi dobar rezultat. Za glavne menadžere postoje programi izobrazbe koji nisu standardizirani. Uglavnom se radi o izobrazbi u trajanju 1 do 2 dana. Ako se pogledaju situacije u velikim svjetskim tvrtkama, primjerice „Samsung SDI“, direktori (tj., „Šampioni“) trebaju biti vođe Six Sigme i pored toga:

- moraju upisati edukaciju za „Šampione“ koja traje četiri dana i dobivaju certifikat „Green Belt“

- izrađuju „6σ plan“ za svoj tim i to najmanje dva puta godišnje

- odlučuju o temama projekata, te nadgledaju realizaciju 6σ plana za svoj tim

- jedan dan u mjesecu obilježavaju kao „dan Šampiona“ kada nose 6σ uniforme, i raspravljaju o svemu vezano uz 6σ.

Ovakvu situaciju teško je i zamisliti u malim organizacijama zbog svih specifičnosti opisanih u poglavlju 5 ovog rada. Funkciju glavnog menadžera i šampiona svakako mora preuzeti jedan od članova najvišeg vodstva koji mora proći izobrazbu najmanje za „Green Belt“.

Teško je vjerovati da mala organizacija može imati zaposlenika s majstorskim crnim pojasom (eng. Master Black Belt). U praksi se ova funkcija zove „Učitelj crnih pojaseva“. To je zaposlenik koji na 6σ projektima radi puno radno vrijeme, odgovoran za strategiju, mentorstvo, razvoj i rezultate projekta. Nije član projektnog tima, ali ga savjetuje i usmjerava pri rješavanju problema, a zadužen je i za tehničko vođenje 6σ. Prateći logiku 6σ postavlja se pitanje: „Tko će obavljati poslove nositelja majstorskog crnog pojasa u predloženoj metodologiji?“. Odgovor treba tražiti u vanjskom konzultantu .

Situacija je slična i kod „Black Belt“-a. Kod većine malih organizacija nije realno očekivati da „Black Belt“ može biti angažiran puno radno vrijeme na 6σ projektima. Pored toga, upitna je i izobrazba koja je vrlo temeljita. Najčešće, trening za „Black Belt“-e traje 160 sati. Broj sati se uvećava za vrijeme realizacije projekta pod pokroviteljstvom „Master Black Belt“-a.
„Black Belt“ s punim radnim vremenom je glavni oslonac klasične 6σ metodologije.

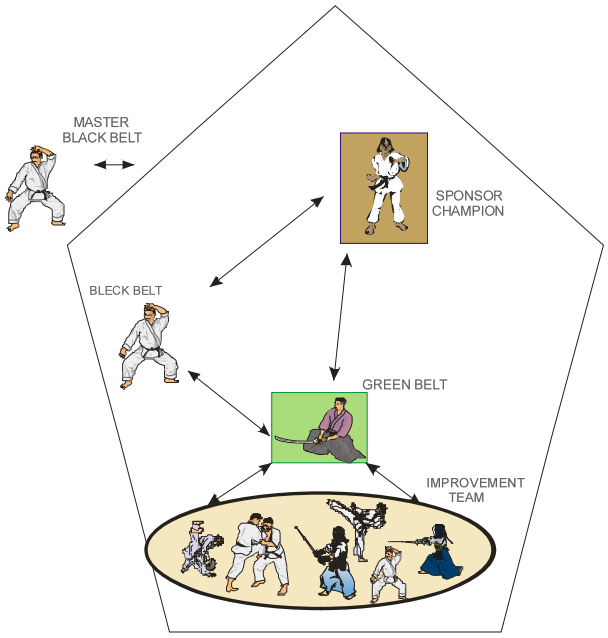
Ako se zna da trening „Black Belt“-a traje više tjedana u predloženoj metodologiji postavlja se pitanje: „Koji poslodavac u maloj organizaciji može dopustiti duže odsustvo vrlo značajnih ljudi?“. Posebno je pitanje cijene izobrazbe i ispita. Predložena metodologija 6σ predviđa da funkciju „Black Belt“-a obavlja jedan od članova uprave ili predstavnik uprave za sustav upravljanja kvalitetom, koji bi puno radno vrijeme bio angažiran na 6σ projektima i dijelom bio plaćen iz ostvarenih ušteda. Ako je poznato da organizacije s 1000 zaposlenika u prosjeku imaju oko 10 „Black Belt“-a, onda bi tom logikom organizacija s oko 100 zaposlenih mogla imati jednog „Black Belt“-a.

„Green Belt“-i ne moraju biti profesionalci. Međutim, njihov angažman se ne smije pretvoriti u volonterski rad. Predlaže se njihov angažman na 6σ projektima u trajanju oko 20% radnog vremena. „Green Belt“-i su rukovoditelji, koordinatori i ostali zaposlenici educirani za primjenu 6σ, koji određeno vrijeme provode na projektima, kao članovi ili voditelji, ali istovremeno obavljaju i svoje redovite poslove. Uloga „Green Belt“-a uključuje: vođenje i sudjelovanje u 6σ projektima u vlastitom procesu (odjelu), komunikaciju s „Black Belt“-om i linijskim menadžerima vezano za projekt, sudjelovanje u provjeravanju napretka projekta. „Green Belt“-i su ujedno baza za nove „Black Belt“-e. Trening „Green Belt“-a traje 3 do 5 dana tijekom godine. U malim organizacijama ključna je njihova uloga. Predlaže se da u organizacijama do 100 zaposlenika bude 5-6 „Green Belt“-a.

Pored opisanih „pojaseva“ u strukturi zaposlenika koji se direktno angažiraju na 6σ projektima model zahtjeva i povremeni angažman financijskog stručnjaka. Razlog tome je što će se u zrelijoj fazi implementacije 6σ metodologije pojaviti veći broj projekata gdje parametre procesa koji se optimiraju nije jednostavno dovesti u vezu s financijskim uštedama. Uloga financijskog stručnjaka je vrlo bitna i prilikom definiranja prioriteta projekata koji će se pokrenuti, a za što su ključni kriteriji financijski pokazatelji. Treći razlog je taj, što je kod uvođenja 6σ na globalnoj razini (male organizacije koje su u sastavu velikih grupacija) gdje je uključeno više lokacija diljem svijeta, potrebno standardizirati pristup računanju ušteda, kako bi se rezultati mogli međusobno uspoređivati.

Na slici br. 6.22 prikazana je struktura „pojaseva“ u malim organizacijama.

Prema [1,2] kaže se da je glavna prepreka za primjenu 6σ metodologije novac, a potom ljudi. U malim organizacijama ova dva faktora posebno dolaze do izražaja. Male tvrtke nemaju dovoljno novca potrebnog za početnu investiciju i edukaciju stručnjaka. Masovni programi školovanja su veoma skupi i zbog toga male organizacije moraju slati svoje stručnjake (i vodstvo) na treninge, odnosno „otvorene tečajeve“. Predloženi **besplatni** „otvoreni tečajevi“ su u organizaciji državnih i stručnih institucija, gdje svoje interese mogu naći sve zainteresirane strane.



Slika br.6.22 - Struktura pojaseva u malim organizacijama

6.6.2 Neke sociološko - psihološke prepreke

Kad se radi o formalnom odnosu prema 6σ, u startu su svi oduševljeni i podržavaju ga. Međutim, kad projekt počne, svi su „zauzeti“, imaju „previše posla“ i vrlo je teško nekog od rukovoditelja ili vodstva organizacije usmjeriti na projekte i metodologiju. Mnogobrojne su barijere pri uvođenju i primjeni 6σ. Javljaju se po pravilu u svakoj organizaciji i vezane su za okruženje, mentalitet i kulturu

Neke od psiholoških prepreka koje vodstvo treba uzeti u obzir su:

- **Okruženje** - ukoliko tržište ili kupci ne zahtijevaju 6σ od organizacije i ukoliko svi „uspješno rade“ u uvjetima „monopola“ i „kaosa“, ne postoje motivi za ovu metodologiju
- **Moral** – mnogi u organizaciji i izvan nje imaju osobne interese za rad u uvjetima nereda
- **Neznanje** – veliki broj voditelja u organizacijama ima slabo ili „nikakvo“ znanje o 6σ metodologiji i njegovoj stvarnoj koristi
- **„Certifikat“** – kako se za uvođenje 6σ ne zahtijeva certifikat jedan dio voditelja smatra da 6σ nije tako bitan
- **Navike** – menadžeri koji nisu navikli djelovati proaktivno boje se odgovornosti predviđanja i planiranja, a svaku normizaciju svoga rada smatraju nemogućom zbog velikih specifičnosti

- **Strah od promjena** – mnogi u organizacijama su za zadržavanje „statusa quo“, jer svaka promjena može ugroziti njihovu poziciju
- **Mentalitet** – mentalitet sklon improvizacijama, brzim rješenjima i radu bez plana i cilja, u osnovi je uvijek protiv uvođenja reda u organizaciji
- **Konfliktnost** – osobe sklone konfliktima po svojoj prirodi unose nezdravu atmosferu u organizaciju, ne slušaju drugu stranu, precjenjuju svoje mogućnosti i ruše timski rad
- **Emotivnost** – temperamentan duh u kojem su emocije uvijek iznad razuma, nema strpljenja za sistematičnost
- **Kultura** – manjak osobne i radne kulture smanjuje osjećaj za red i održavanje reda, čistoće i sustavnog pristupa svim aktivnostima
- **Duhovna lijenost** – odlaganje poslova za sutra, sklonost kašnjenjima, nepoštivanje preuzetih obveza, često donošenje privremenih rješenja, gomilanje zadataka, kampanjski rad, pretvaranje reda i poboljšanja u nered i pogoršanja
- **„Pogonsko sljepilo“** – problemi se ne primjećuju, jer se s njima živi i radi duži period

Najveća od svih psiholoških barijera uvođenju 6σ metodologije je tvrdnja uprave i menadžera u organizaciji da ne postoje barijere.

Barijere vezane uz psihologiju zaposlenika su prisutne u svim organizacijama bez obzira na njihovu veličinu, tip, lokaciju i dr. Vodstvo koje je svjesno toga djelovat će preventivno, mudro i sve moguće negativne utjecaje pretvarati u pozitivne efekte.

6.6.3 Uključivanje zaposlenika u 6σ projekte

Zadatak je uprave i svih rukovoditelja u organizaciji stvoriti povoljnu klimu za što veće uključivanje zaposlenih u aktivnosti 6σ metodologije. To znači, da treba uložiti mnogo truda i napora, kako bi se zaposlenike uopće pokrenulo na takav način razmišljanja i rada. Ljudi u našim organizacijama nisu bili naučeni (rijetki izuzeci su mogući) na progresivan i napredan način rada i razmišljanja. U takvom okruženju osjećali su se zaštićeni, bez obzira koliko i kako radili. Sad smo u prilikama kad radnik mora razmišljati o svom poslu, okrenuti se sebi i svojim problemima. To je pravi put koji vodi napretku i boljitku. Iz tih razloga je velika odgovornost na upravama i cijeloj rukovodećoj strukturi. Oni moraju razumjeti i poduzeti aktivnosti za stvaranje uvjeta, u kojima se zaposlenike može uključiti u sve aktivnosti i motivirati na razmišljanja o unapređenju proizvoda i procesa. Centralna ideja je korištenje potencijala zaposlenika i njihovo motivirano uključivanje u kreiranje rješenja problema i donošenje odluka. Pristup se temelji na logici da su zaposlenici „bliski s problemom“ ili s „prilikama za poboljšavanje“. Na taj način moguće je poboljšavati kvalitetu „iz organizacije“.

Uključivanje zaposlenika predstavlja proces u kojem se oni ovlašćuju i ohrabruju od strane vodstva za rješavanje problema i donošenje odluka koje odgovaraju njihovom statusu u procesu i organizaciji. Vodstvo mora „stvoriti“ povoljnu „klimu“ za participaciju zaposlenika u poboljšanjima. Za razliku od organizacija u kojima vlada klima konfrontacije, gdje se svaka ideja „siječe“ u krojenu, u organizacijama u kojima vlada inovativna klima kooperacije i zdrave unutarnje komunikacije, svaka ideja se analizira i cijeni.

Kako stvoriti povoljnu klimu za „masovno“ uključivanje ljudi u 6σ? Odgovor na ovo pitanje može se potražiti u realizaciji sljedećih aktivnosti:

- edukacija što većeg broja ljudi u organizaciji
- pravilna uspostava unutarnje komunikacije

- propisivanje odgovornosti, ovlaštenja i kompetencija za sva radna mjesta
- adekvatna plaća
- zadovoljstvo radnom okolinom
- sigurnost na radnom mjestu
- sloboda izražavanja i iznošenja ideja
- razmatranje svih prijedloga i ideja
- stvaranje povoljnih uvjeta rada
- mogućnost napredovanja i dr.

Praksa je pokazala da je najbolji način uključivanja ljudi u procese poboljšanja, rad u različitim 6σ timovima. Rad u timovima osigurava zaposlenicima slobodno iznošenje ideja, mišljenja, te komunikaciju s drugim zaposlenicima koji imaju drugačiji kut gledanja na predložena rješenja. Što je više organiziranih 6σ timova, raste mogućnost uključivanja većeg broja ljudi i dobivanja kvalitetnijih rješenja. Najbolji primjer ovakvog pristupa je japanska praksa i organiziranje krugova kvalitete.
Bitno je vođenje evidencije u organizaciji o broju pojedinaca i timova koji su sudjelovali u rješavanju problema, kao i o efikasnosti i učinkovitosti njihovog angažiranja u 6σ projektima. Organizacija treba pokrenuti posebni program za promociju poboljšanja, te poticanje zaposlenika da se uključuju u aktivnosti u kojima mogu izraziti svoje znanje i interes. Kao što je već više puta naglašeno, proces uključivanja zaposlenika mora biti upotpunjen priznanjima i sustavnim nagrađivanjem za realiziranu inicijativu i kreativnost u rješavanju problema i poboljšanja. Uprava mora kreirati ovaj sustav motiviranja.

Jedan od veoma važnih preduvjeta za pravilno i efikasno uključivanje zaposlenika u procese poboljšanja jeste uspostava interne komunikacije u organizaciji. Sustav mora regulirati prijenos informacija i komunikaciju odozgo prema dolje i obrnuto. Zaposlenicima mora biti jasno kako i kada mogu razgovarati sa svojim nadređenim ili s nekim mjerodavnim u organizaciji za određena stručna područja.

Neposredna komunikacija sa zaposlenicima na njihovim radnim mjestima je posebno važna s psihološkog aspekta i dobre vođe je često koriste. To je prilika da se nadređeni direktno upoznaju s konkretnim problemima i idejama što ih ljudi iznose. Na taj način stvara se čvršći i prisniji odnosi između nadređenih i podređenih. Prilika je to da se razbiju predrasude o radnicima i "šefovima". Ljudima treba dati mogućnost da pokažu ono što znaju i što im se "mota" u glavi. Njima je u krajnjem slučaju svejedno tko je "šef".

Uključivanje zaposlenika u 6σ uvijek prate i psihološko sociološki aspekti. Psihološki je sasvim razumljivo da su zaposlenici uvijek manje otvoreni prema novim stvarima na koje nisu navikli i ne znaju na koji način će se u njih „uklopiti“. Kod 6σ metodologije strah je posebno izražen, jer se radi o optimizaciji procesa koji u budućnosti može značiti i nesigurnost za radno mjesto. Pored toga, prirodno je da se zaposlenici pitaju: „Što mi taj 6σ donosi?“ i „Što ću ja imati od toga?“. Odgovori na ova pitanja kriju jednu od velikih aduta nove poslovne filozofije, a to je sustav nagrađivanja. Ako je sustav jasan i definiran, onda je moguće očekivati inicijative od zaposlenika za promjenu procesa.

Kako je „kronični“ problem u malim organizacijama nedostatak ljudi, u 6σ metodologiji to se može riješiti uključivanjem većeg broja ljudi iz „režije“, kako je već rečeno.

Potrebno je pokretati posebne programe za promociju poboljšanja i rezultata. Ovakvi programi i ceremonije moraju imati visoku razinu značajnosti među događajima koji se obilježavaju u organizaciji, uz obvezno učešće najvišeg vodstva.

6.6.4 Definiranje odgovornosti i ovlasti u procesima

Definirane odgovornosti i ovlasti u procesima su također ključni faktor za uspjeh 6σ. Bez obzira na podršku vodstva metodologiji 6σ od svih zaposlenika zahtjeva samokritičnost i iskrenost prema samom sebi i organizaciji. Nikome nije lako priznati da njegov proces radi s poremećajima (gubicima) i da se u njemu nalaze realni problemi (mogućnosti za poboljšavanje). Svaki proces mora imati odgovornu osobu (vlasnik procesa). Bez podrške vlasnika procesa, promjene i evaluacije procesa ne mogu zaživjeti, a promjene i optimiranja (ako se uopće dogode) bit će „kratkog daha“. Uvijek će nedostajati vremena, resursa, podataka. Definiranje odgovorne osobe za proces (eng. Process owner) je u ovom slučaju ključno. Bez vlasnika procesa kao važne karike u optimiranju procesa i njegovom nadziranju nakon završetka samog projekta, izostat će sustavno optimiranje, uključenost stručnjaka, a napokon će izostati i sami dugoročni rezultati koji su svrha 6σ inicijative.

Pored definiranja odgovornosti i ovlasti vlasnika procesa bitno je precizno definirati odgovornosti i ovlasti drugih zaposlenika u procesu. Najčešća greška koja se pri tom javlja je samo detaljno opisivanje radnog mjesta, bez definiranja odgovornosti i ovlasti. Svaki zaposlenik mora znati svoje odgovornosti i ovlasti. U protivnom, njegova uloga i značaj svodi se na „broj“. Kako se u malim organizacijama odgovornosti zaposlenika „preklapaju“ u više različitih procesa, to posebno pojačava potrebu preciznog definiranja.

7. ZAKLJUČAK

Svjedoci smo vremena u kojem metode poboljšavanja kvalitete i dostizanja poslovne izvrsnosti postaju važan faktor u svim poslovnim sustavima s ciljem smanjenja i eliminacije troškova i povećanja zadovoljstva kupaca do njihove oduševljenosti.

Ovim radom istraživana je mogućnost prilagodbe kompleksne i strogo usmjerene metodologije za poboljšavanje kvalitete 6σ malim proizvodnim sustavima. Pokazano je kako se pozitivna svjetska iskustva iz velikih organizacija uz određene prilagodbe mogu uspješno primijeniti u malim organizacijama, posebice uvažavajući značajke hrvatskog gospodarstva. Osnovni kriteriji primjene su smanjenje troškova poslovanja, odnosno povećanje dobiti, te zadovoljstvo kupaca.

Nakon provedenih istraživanja i analize, predložena je „lagana“ prilagođena metodologija „Lean Six Sigma“ za male proizvodne organizacije. Metodologija je nazvan **PPDR** prema početnim slovima glavnih faza (**P**rethodne aktivnosti, **P**ripremne aktivnosti, **D**efiniranje timova i projekta, **R**ealizacija projekta - **FPON**).

Prilagođena metodologija u sebi integrira najbolje elemente metodologije 6σ i „Lean“-a. Filozofija „Lean“ promovira strategiju, kreira okruženje za poboljšanje protoka i eliminiranje gubitaka, te je prema svojim principa vrlo bliska funkcioniranju i principima rada malih organizacija. 6σ pomaže kvantifikaciji problema, razumijevanju i smanjivanju varijacija, te identifikaciji ključnih uzroka varijacija, kako bi se pronašla održiva rješenja. Suština je u optimalnoj kombinaciji i primjeni ova dva pristupa. Primjenom „Lean“ principa utvrđuje se optimalan tijek „vrijednosti“ nakon čega se aktivnosti usmjeravaju na prepoznavanje i definiranje dodane „vrijednosti“. Zatim se koriste 6σ alati za otkrivanje, razumijevanje i smanjenje varijacija u procesima pomoću predloženog modela FPON.

Karakteristike i specifičnosti predložene metodologije su:

- *Potpuna opredjeljenost najvišeg vodstva za 6σ metodologiju*
  Opredjeljenost mora biti stvarna i potpuna u svim segmentima poslovanja i implementacije predložene metodologije i temeljiti se na stvarnim spoznajama o koristima koje donosi pravilna i sustavna primjena. Inicijativa mora ići principom **„Top – down“** (smjernice od strane menadžmenta). Najviša uprava mora raditi na stvaranju radne kulture unutar organizacije koja treba prihvatiti potpuno novi pogled na rješavanje problema i poboljšanje. U tom smislu najviše vodstvo organizacije treba:
    - Definirati viziju, strategiju, politiku i ciljeve koji su usklađeni sa svrhom poslovanja organizacije,
    - Djelovati osobnim primjerom u svim situacijama kako bi se stvaralo povjerenje kod zaposlenika u 6σ metodologiju,
    - Promovirati metodologiju u svim prilikama radi povećanja svijesti, motivacije i učešća zaposlenika u metodologiji,
    - Uspostaviti efikasan sustav internih i eksternih komunikacija u organizaciji,

- Uspostaviti organizacijsku strukturu i osigurati potrebne resurse za primjenu metodologije,
- Osigurati potpunu definiranost svih glavnih procesa u organizaciji.

- *Poželjan uspostavljen, prilagođen i stabilan sustav upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001*

Sustav upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001 predstavlja solidan temelj za primjenu predložene metodologije. Može egzistirati samostalno ili integriran s normama ISO 14001, ISO 18001 ili drugima.

- *Poželjan uspostavljen sustav poboljšavanja na bazi norme ISO 9004*

Sustav poboljšavanja na bazi norme ISO 9004 je također dobar temelj na koji se predložena metodologija može nadograđivati prema poslovnoj izvrsnosti (to je krajnji cilj predložene metodologije PPDR). Poboljšanje se mora bazirati na elementima važnim za kupca **CtC** (engl. Critical to Customer), ali i troškovima koje stvaraju nesukladni proizvodi **CoPQ** (engl.Cost of Poor Quality).

- *Model za provedbu samoocjene trenutne razine sposobnosti organizacije i procesa*

Razvijen model za provedbu samoocjene trenutne razine sposobnosti organizacije i procesa osigurava realnije donošenje odluke o pokretanju predložene metodologije. Ukoliko je prosječna razina sposobnosti procesa veća od 3 ($k\sigma>3$), preporuča se donošenja pozitivne odluke o primjeni metodologije. Za niže razine sposobnosti procesa ($k\sigma<3$), preporučaju se daljnja usavršavanja sustava poslovanja. Postupak samoocjene opisan ovim radom je jednostavan i lako primjenjiv za utvrđivanje relativnog stupnja zrelosti organizacije prije pokretanja 6σ metodologije. Opće karakteristike ovog postupka su mogućnosti provedbe u kratkom vremenu s ljudskim i ostalim resursima unutar organizacije.

- *Izrada pravilnika za nagrađivanje*

Nagrada članovima 6σ tima za uspješno realizirane projekte mora biti realna i poštena. Temelji se na stvarnom doprinosu tima mjerenom financijskim uštedama, te stvarnom zalaganju svakog člana tima. Može biti jednokratna i sukcesivna što ovisi o okolnostima i konkretnim situacijama. Model predviđa i mogućnost jednokratnog nagrađivanja zaslužnih stručnjaka, uključenih u realizaciju uspješnih projekata, iz organizacije i drugih institucija. U predloženoj metodologiji razvijen je model raspodjele ostvarenih financijskih ušteda. Dio ostvarenih ušteda iz jednog projekta predviđa se za investiranje u druge projekte, odnosno dio zarade se investira u još veću zaradu. Na taj način metodologija direktno sama sebe financira i potiče razvoj.

- *Osoba najviše pozicionirana u hijerarhijskoj strukturi odgovorna za 6σ metodologiju*

Predložena metodologija predviđa da odgovorna osoba za 6σ metodologiju bude osoba najviše poziocinirana u hijerarhijskoj strukturi. Ukoliko iz objektivnih ili subjektivnih razloga to nije moguće, odgovorna osoba trebala bi biti iz najvišeg rukovodstva organizacije.

- *Konzultant u ulozi „Master Black Belt“-a*

Da bi metodologija 6σ bila efikasna u malim organizacijama traži se kontinuirano prisustvo „Black Belt“-a. Kako „Black Belt“ traži podršku „Master Black Belt“-a, to bi za malo poduzeće bilo teško ostvarivo. Ovaj manjak (kronični nedostatak ljudi u malim organizacijama) može se nadoknaditi konzultantom.

- *Preferiranje trajnih probleme kroz 6σ projekte*

Trajni problemi nisu dramatični i obično se javljaju tijekom duljeg vremena. Teško se rješavaju i zahtijevaju sustavni pristup za razliku od povremenih problema. Ideje za 6σ projekte mogu doći na osnovu analiza:

- Nesukladnih proizvoda
- Reklamacija i pritužbi kupaca
- Reklamacija prema dobavljačima
- Stanja na tržištu i konkurencije
- Prijedloga zaposlenika
- Zahtjeva i zadovoljstva kupaca.

- *Selekcija projekata primjenom numeričkih i nenumeričkih metoda*

Za selekciju i izbor mogućih projekata predlažu se metode pondera, financijska analiza koristi i troška, te Pareto prioritetni indeks. Rukovodstvo treba odabirati projekte koji najviše mogu doprinijeti ostvarenju definiranih poslovnih ciljeva. Predlaže se usmjeravanje pozornosti na očigledne probleme unutar postojeće tehnologije i procesa, što znači definiranje i eliminaciju svih vidljivih gubitaka - NVA (engl. Non Value Added Activities) i gubitaka uslijed loše kvalitete – CoPQ (engl.Cost of Poor Quality), te skraćivanje vremena isporuke i smanjivanje svih nužnih, ali nekorisnih aktivnosti - BVA (engl. Business Value Added Activities).
Uslijed nedostatka resursa projekte treba vremenski rasporediti, tj. neki projekti moraju se provesti prije drugih.
Financijska korist (eng. benefit) za svaki projekt mora biti potvrđena od strane stručnjaka u financijama. Inicijalne (početne) procjene ušteda mogu biti kalkulirane od strane „Black Belt“-a ili sponzora, ali konačni rezultati zahtijevaju potvrdu od strane financijskog odjela organizacije. Osoba iz financijskog sektora, koja se uključuje u rad tima treba biti navedena u „projektnom zadatku“ (eng. project charter). Bez angažmana financijskih stručnjaka konstatirane uštede nemaju kredibilitet. Najbolji ljudi za kalkuliranje koristi od projekata su u pravilu osobe kojima su financije primarni posao.

- *Jedan od članova najvišeg vodstva sponzor 6σ projekata*

Sponzor 6σ projekata u malim organizacijama treba biti jedan od članova najvišeg vodstva, a samo izuzetno vlasnik procesa.

- *Moguće angažiranje vanjskih suradnika kao voditelja tima*

Vođenje 6σ tima u malim organizacijama je kao i kod velikih, povjereno „Green Belt“-u ili „Black Belt“-u. Međutim, kod malih je organizacija moguće angažiranje vanjskih suradnika kao voditelja tima na većim i značajnijim projektima. U tom slučaju pretpostavlja se da vanjski suradnik poznaje dobro procese i poslovanje te da ima

iskustva na istim ili sličnim projektima.

- *Angažman zaposlenika iz „režije“ u timu*

Kod izbora i imenovanja članova 6σ tima specifičnost predložene metodologije je u imenovanju jednog broja zaposlenika iz „režije“. Njihov angažman se prvenstveno odnosi na rješavanje problema iz pomoćnih procesa (nabava, skladištenje, održavanje i dr.), a nije isključen angažman i u rješavanju problema glavnih procesa.

- *Članovi tima bez formalno pravnog certificiranja za neki od „pojaseva“*

Specifičnost predložene metodologije je u tome što se mogu angažirati članovi tima bez formalno pravnog certificiranja za neke od „pojaseva“.

- *Ugovor između poslodavca i članova tima*

Predviđa se ugovorno reguliranje obveza uprave organizacije (kao naručitelja) i članova tima (kao izvršitelja).

- *Model **FPON** za realizaciju projekata*

Umjesto složenog modela realizacije 6σ projekata DMAIC, predlaže se jednostavniji model – **FPON**.

FPON model sastoji se od 4 faze:

1. **F**okusiranje tima na problem
2. **P**oboljšanje – rješavanje projekta
3. **O**državanje poboljšanog procesa
4. **N**agrade i priznanja za uspješno realizirane projekte

- *Izobrazba za 6σ metodologiju*

Primjena metodologije PPDR u malim proizvodnim organizacijama ovisi o izobrazbi zaposlenika za 6σ metodologiju. Male organizacije nemaju dovoljno novca potrebnog za početnu investiciju i edukaciju stručnjaka. Masovni programi školovanja su veoma skupi i zbog toga male organizacije moraju slati svoje stručnjake (i vodstvo) na treninge, odnosno „otvorene tečajeve“. Predloženi „otvoreni tečajevi“ su u organizaciji i nadležnosti stručnih i gospodarskih institucija , gdje svoje interes mogu naći sve zainteresirane strane.

- *Uvažavanje sociološko psiholoških prepreka*

Sociološko psihološke prepreke karakteristične su za velike i male organizacije. Međutim, kod malih sustava posebno dolaze do izražaja zbog kompaktnosti kolektiva i postojanja neformalnih grupa. Zaposlenici su nepovjerljivi i skeptični prema novinama. Kod 6σ metodologije strah je posebno izražen, jer se radi o optimizaciji procesa koji u budućnosti može značiti i nesigurnost za radno mjesto. Prirodno je da se zaposlenici pitaju: „Što mi 6σ donosi?“ i „Što ću imati od toga?“. Odgovori kriju jednu od velikih aduta nove poslovne filozofije, a to je sustav nagrađivanja. Ako je sustav jasan i definiran, moguće je očekivati inicijative od zaposlenika za promjenu procesa.

- *Definirane odgovornosti i ovlasti u procesima*

  Bez obzira na podršku vodstva metodologija od svih zaposlenika zahtjeva samokritičnost i iskrenost prema samom sebi i organizaciji. Nikome nije lako priznati da njegov proces radi s poremećajima (gubicima) i da se u njemu nalaze realni problemi (mogućnosti za poboljšavanje). Svaki proces mora imati odgovornu osobu (vlasnik procesa). Bez podrške vlasnika procesa, promjene i evaluacije procesa ne mogu zaživjeti, a promjene i optimiranja (ako se uopće dogode) bit će „kratkog daha". Definiranje odgovorne osobe za proces (eng. Process owner) je u ovom slučaju ključno. Bez vlasnika procesa kao važne karike u optimiranju procesa i njegovog nadziranja nakon završetka projekta, izostat će sustavno optimiranje, uključenost stručnjaka, a napokon će izostati i sami dugoročni rezultati koji su svrha 6σ inicijative.

  Pored definiranja odgovornosti i ovlasti vlasnika procesa bitno je precizno definirati odgovornosti i ovlasti drugih zaposlenika u procesu. Najčešća greška koja se pri tom javlja je samo detaljno opisivanje radnog mjesta, bez definiranja odgovornosti i ovlasti. Svaki zaposlenik mora znati svoje odgovornosti i ovlasti. U protivnom, njegova uloga i značaj svodi se na „broj". Kako se u malim organizacijama odgovornosti zaposlenika „preklapaju" u više različitih procesa, to posebno pojačava potrebu preciznog definiranja.

Pored opisanih karakteristika i specifičnosti predložene metodologije, istraživanje je ukazalo na značaj primjene načela modernog menadžmenta u sustavima upravljanja kvalitetom, odnosno, na poznavanje načela: procesni pristup, timski rad, sustavni pristup, zadovoljstvo kupca i drugih zainteresiranih strana, donošenje odluka na temelju činjenica, liderstvo, partnerski odnos s dobavljačima, stalno poboljšavanje i dr.

Temeljni znanstveni doprinos rada je u prijedlogu specifičnog modela metodologije Šest sigma (PPDR) u malim proizvodnim organizacijama koje žele dostići poslovnu izvrsnost. Predloženi model i njegove sastavnice su u velikoj mjeri stvarni odraz kulturoloških, vlasničkih i ostalih aspekata hrvatskog gospodarstva jer su rezultati istraživanja i provedene analize utemeljeni na izabranom uzorku malih proizvodnih organizacija u RH.

Smjernice budućih istraživanja:

- Bilo bi korisno istražiti primjenljivost opisanog modela na drugim vrstama malih organizacija, prvenstveno onima koje se bave uslužnom djelatnošću, uzimajući u obzir oblik vlasničke strukture, kulturološke aspekte i druge specifičnosti djelovanja.

- Validirati predloženi model na konkretnim malim proizvodnim organizacijama, te nakon toga poduzeti njegovog mjere poboljšanja.

- Istražiti interakciju sustava upravljanja (kvalitetom, okolišem, sigurnošću i dr.) i sustava poboljšavanja, te prepoznati pozitivne i negativne sinergijske efekte koji utječu na poslovnu izvrsnost.

- Istražiti utjecaj principa modernog menadžmenta na predloženu metodologiju, odnosno, njegovu efikasnost i učinkovitost u malim organizacijama.

- Istražiti interakciju elemenata „Lean proizvodnje“ (kanban, poka-yoke, just – in – time, 5s, održavanje, sigurnost, osiguranje kvalitete, smanjenje broja operatera, operativne procedure, više procesna proizvodnja i dr) i elemenata 6σ (procesni pristup, **FPON**, zadovoljstvo kupca, uštede, smanjenje broja grešaka, dobit i dr.), te na osnovu prepoznatih pozitivnih efekata predložiti poboljšanja prilagođene metodologije „Lean 6σ“.

- „Statistički alati“ nemaju alternativu u predloženoj metodologiji 6σ. Treba istražiti mogućnost njihove primjene u pojedinim fazama.

- Razraditi i unificirati programe edukacije zaposlenika (npr. Black Belt, Green Belt) za rad u timovima te programe za izobrazbu najvišeg vodstva, vlasnika procesa i ostalih zaposlenika.

- Kontinuirano pratiti razvoj i poboljšanja metodologije 6σ u velikim organizacijama, te pronalaziti mogućnosti adaptacije i primjene u malim poslovnim sustavima.

8. LITERATURA

[1] Mudronja, V.: „Program upravljanja kvalitetom Šest sigma“, Kvaliteta, prosinac, 2002.str.9-11.

[2] Vedran Mudronja: „Sustavi poboljšavanja kvalitete“, Međunarodna znanstvena konferencija proizvodnog inženjerstva, Hrvatska udruga proizvodnog strojarstva, 2006, strana 53-64.

[3] Mudronja, Vedran; Runje, Biserka; Medić, Srđan: „Six sigma“ - Proceedings of the 9th International scientific conference on production engineering CIM'2003, Lumbarda, 2003.

[4] D.H.Stamatis:“Who Meeds Six sigma, Anyway?“, Quality Digest, May 2000.

[5] J.S.Ramberg: «Six sigma: Fad or Fundamental?», Quality Digest, May 2000.

[6] M. Kovačević: «Na tragu japanskog čuda», Hrvatsko gospodarstvo, broj 93, ožujak 1997.

[7] Miroslav Mutak: «Šest sigma u Plivi, 6. Hrvatska konferencija o kvaliteti, Opatija 18-20.05.2005.

[8] Bolanča, Stanislav; Milčić, Diana; Mrvac, Nikola.: „Istraživanja kumulativne uporabe programiranog tiska i Šest Sigma"- Zbornik radova 7. Znanstveno-stručnog simpozija hrvatskih grafičara "Blaž Baromić" 2003, Grafički fakultet Zagreb i Matica hrvatska Ogranak Senj, 2003. strana 119-125.

[9] Igor Liščić: „Šest sigma“ : kvalitetom do veće dobiti, drugo savjetovanje, Upravljanje financijskim, fizičkim i ljudskim resursima, Opatija, 12-14. rujna 2005.

[10] Dirk Mackau: Integrirani sistem upravljanja malih i srednjih poduzeća: -predloženi iskustveni model», The TQM Magazine, Volume 15 Number 1, 2003., pp. 43-51, (e- Quality – web časopis hrvatskog društva za kvalitetu).

[11] Antony J. And Banuelas R.: «Key Ingredients for Effective Implementation of Six sigma program», Measuring Business Excellence, No.6, 2002.

[12] J. Silen: «Successful Deployment of Six sigma Within a Small to Medium Company, IQPC: Best Practices in Šest sigma, 2000.

[13] Derrell S. James: «Lessons from the Trenches – Life Cycle Lean and Šest sigma – Integration for Small Companies», Sypris Test and Measurment, September, 2004.

[14] Sitnikov C.:»The Six sigma Phenomena» . Old or new perception of Quality, Helisinki University of technology, Lahti, 2002.

[15] Terence T. Burton: „Six sigma for Small and mid - Sized Organizations“, CEO Breakthrough!, 2003

[16] Kondić Ž., Dušak V.,: «The role of ict Six sigma methodology success», Zbornik radova 16th International Conference on Information and Intelligent Systems, Varaždin, str.513 do 520, rujan 2005.

[17] Kondić Ž., Dušak V.,: «The role of information comunication technology in Six sigma approach implementation» UDC: 004, Original scientific paper, JIOS (journal of information and organizational sciences), vol.30, No.1 , pp. 1-170, Varaždin 2006. (UDC:007), 65.01 , ISSN 0351-804

[18] Fred Patton – Does Six sigma Work in Service Industries? Quality Progress, Septemeber 2005.

[19] Edward D. Arnheiter; John Maleyeff – The integration of lean management and Six sigma, The TQM Magazine, Volume 17, Number 1, 2005.

[20] Larry R. Smith – Back to the Future at Ford, Quality Progress, March 2005.

[21] John Goodman, Jon Theuerkauf – What's Wrong With Six sigma? Quality Progress, January 2005.

[22] Gordon M.J.Jr – Six sigma Quality for Business and Manufacture, The TQM Magazine, Volume 16, Number 5, 2004.

[23] Lynn Monnot – Simple Tools Improve Complicated Processes, Quality Progress, November 2004.

[24] Soren Bisgaard; Johannnes Freiesleben – Six sigma and the Bottom Line, Quality Progress, September 2004.

[25] Steve Fleming and E. Lowry manson: „ Six sigma and Process Simulation“, Quality Digest, March, 2002. godine.

[26] Robert Green: „ Six sigma Software Overview“, Quality Digest, May 2002.

[27] Thomas P. : „ Moving Toward Six sigma“, Quality Progres, february 2002, Volume 35 Number 2.

[28] Thomas P. : „ The Six sigma Handbook Revised and Expanded : A Complete Guide for Gre Blackbelts, and managers at All levels“, TQM magazine, Volume 16, Number 6, 2004.

[29] Maleyeff, John; Kaminsky, Frank . „Six sigma and indroductory statistics education“ , Education + Training, Volume 44, No.2, 2002.

[30] Joglekar, Anand M.: „Statistical methods for Six sigma in R&D and manufacturing“, International Journal of Quality & reliability management, Volume 21 No. 5, 2004.

[31] Irena Ograjenšek: „Business Statistics and Service Excellence:Applicability of Statistical Methods to Continuous QUALITY Improvement of Service Processes“ – Doctoral Dissertation, University of Ljubljana, Faculty of Economics, 2002.

[32] Duško Pavletić: „Temeljenje operativnog modela unapređenja kvalitete u fazi pripreme proizvodnje“, Doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultete, 2004.

[33] Jay Artur – Lean Six Sigma - http://www.gimacros.com/giwizard/problem.html#problem

[34] „Designing for Six sigma capability“ – http://www.controleng.com/archives/1999/ctlold.99/01a103.html

[35] „Smarter Solutions –What is Six sigma?“ – http://www.smartersolutions.com

[36] Thomas Pyzdek – Six sigma and Beyond, http://www.qualitydigest.com/june00/html/sixsigma.html

[37] Mike Stone: „Help for SME's“ – Qualityworld, December 2000.

[38] Dennis Green: „ISO 9001:2000 – AN ANALYSIS“ – Qualityworld, December 2000.

[39] Terence T. Burton: „Six sigma for Small and mid - Sized Organizations“, CEO Breakthrough!, 2003.

[40] Ž. Kondić: «Kvaliteta i metode poboljšanja» , Zrinski, Čakovec, 2004.

[41] Ž. Kondić: «Kvaliteta i ISO 9000 – primjena», Tiva, Varaždin, 2002.godine.

[42] Pyzdek T.:»The Six sigma Handbook», McGraw – Hill. 2003.

[43] P.Lillrank, N. Kano, : «Continuous Improvement, Quality Control Circles In Japanese Industry», Center for Japanese Studies, The University of Michigan, 1989.

[44] F.W.Breyfogle III, J.M.Cupello B. Meadopws: «Managing Six sigma», John Wiley and Sons, new York, NY, 2000.

[45] F.W.Breyfogle: «Implementing Six sigma», John Wiley and Sons, New York, 2000.

[46] Pande O. Holpp L: «What is Six sigma?, McGraw – Hill, 2002.

[47] Alan Larson: «Demystifying Six sigma: A Company – Wide Approach to Continuous Improvement»,

AMACOM, New York, NY 10019, 2003. godine

[48] Welch J., Byrne J.: «Jack Welch, Autobiografija najuspješnijih menadžera XX stoljeća», Naklada Zadro, 2003.

[49] Krames J.»Jack Welch leksikon vodstva», Naklada Zadro, 2002.

[50] Georg Eckes: «Six sigma team dynamics: the elusive key to project success», John Wiley and Sons, New York 2002.

[51] Park H.S.: «Six sigma for Quality and Production Promotion» Asian Productivity Organisation, New York, N.Y, 2003.

[52] Kaoru Ishikawa: «Guide to Quality Control», Asian Productivity Organisation, New York, N.Y, 1996.

[53] Michael Brassard and Diane Ritter: «The Memory Jogger™ II» Džepni vodič kroz alate za kontinuiranio poboljšavanje i djelotvorno planiranje», prijevod, Informator, Zagreb,1997.

[54] Michael Brassard and……:»The Six sigma – memory Jogger™» - A Pocket Guide of Tools for Six sigma Improvement Teams, First Edition, GOAL/QPC, 2002.

[55] Greg Brue: «Design for Six sigma», McGraw – Hill, New York, 2003.

[56] J.M. Juran; Frank M. Gryna: „Quality Planing and Analysis – From Product development Through USE“, Third Edition, 1993. McGraw-Hill, Inc.

[57] George M., Rowlands D., Price M.; and Maxey J.: „Lean Six Sigma Pocket Toolbook“, McGraw-Hill, New York, 2005.

[58] Georg Eckes : „Six Sigma Revolution“, John Wiley&Sons, New York, 2001.

[59] Keller P.: „Six Sigma Demystified“, McGraw – Hill, New York, 2005.

[60] Brue G., and Howes R. : „Six Sigma“, McGraw – Hil, New York, 2006.

[61] Schroeder, R.G. : „UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM- Odlučivanje u funkciji proizvodnje“, IV izdanje (prijevod), Mate, Zagreb, 1999.

[62] Quality Focus / 6 Sigma, Executive Workshop – V 6.11, Alstom Group,

[63] Klaić B.: Rječnik stranih riječi , Nakladni zavod MH, ZAGREB, 1978.

[64] Pirsig, R.: „ MANAGING FOR QUALITY, Integrating Quality and Business Strategy, BUSINESS ONE, IRWIN, Homewood, Illčinois, 1993.

[65] „ISO 9000 for Small Businesses – What to do“ Advice from ISO/TC 176 – Internatinal Organization for Standardization, 1996.

[66] „Quality Systems in the Small Firm“ – Institute of Quality Assurance, 1995.

[67] Wencheng Lin: „TQM and Small Business“ – International Conference on Quality, Yokohama 1996.

[68] Stevenson, W.J. : „PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT“, Fourth Edition, IRWIN, Homewood, IL., Boston, MA, 1993.

[69] J:M.Juran::«Quality and the national Culture», Jurans Quality Control Handbook, Fourth Edition.

[70] »A European Quality promotion Policy for improving European Competitiveness», Directorate-generall III Industry, European Commission, 1996.

[71] Evans, J. R., Lindsay, M. L., :An Introduction to Six Sigma & Process Improvement, Thomson South-Western, 2005.

[72] Joel E.R. : „Total Quality Management“, Florida, Atlatic University, 1994.

[73] Kelly J.M. : “Total Quality Management“, Alexander Hamilton Insitute, 1997.

[74] Kanji G. : „Quality and statistical concepts, proceedings of the First World Congress on Total Quality management“ , Chapaman & Hall, London, 1995.

[75] EFQM, : „People management & People satisfaction“, QWG to benchark Human Resource management pratices, March 199-1994.

[76] EDQM, : „ Smaill and Medium sized Enterprises“, Applicaton Brochure, 1997.

[77] EFQM, : „Self Assessment“, Guidelines for Application, 1997.

[78] Womack J. P., Jones D.T.: „Lean Thinking“, American technical Publishers, Wilbury Way, England, 1996.

[79] Hrvatsko društvo održavatelja : „Strategija šest sigma i održavanje“ , materijal sa seminara i raspravljaonice, Zagreb, 08. studenog 2007.

[80] Zavod za industrijsko inženjerstvo i Zavod za kvalitetu: „Poslovna izvrsnost i šest sigma“, Materijal sa seminara, Zagreb, 20.lipnja 2007.

[81] Thomas Pyzdek: „THE SIX SIGMA PROJECT PLANNER, A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma Project Through DMAIC“, McGraw-Hill, new York, 2003.

[82] Milenko N. Heleta: „TQM – model izvrsnosti“, drugo izdanje, Educta, Beograd, 2004.

[83] Jens Dahlgaard, Kai Kristensen; „Progressive Measures of Quality“, Measuring Business Excellence, V2, N1, 1998.

[84] William Mendenhall, Terry Sincich: „STATISTICS - FOR ENGINEERING AND THE SCIENCES“, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 2007.

[85] Mike George, Dave Rowlands, Bill Kastle: „What is Lean Six Sigma“,McGraw - Hill, New York, 2004.

[86] Ivan Šošić : „Primjenjena statistika“, Školska knjiga, Zagreb, 2004.

[87] Josipa Čaval: „Statističke metode u privrednim i društvenim istraživanjima“, treće izdanje, Sveučilište u Rijeci, 1992.

[88] Fikreta B.Šiber: „Management ljudskih potencijala“, Golden marketing, Zagreb, 1999.

[89] „ISO 9000 for Small Businesses – What to do?“ Advice from ISO/TC 176 – International Organization for Standardization, 1996.

[90] The EFQM Excellence Model, 1999, EEQM July 1999.

[91] V. Marić: „Predviđanje pomoću „Delphi“ metode – kritička analiza“, Časopis tehnika 7-8, 1974.godina.

[92] Vidučić Ljiljana – „Mala i srednja poduzeća“, Ekonomski fakultet Split, Split 2005.

[93] „Quality Systems in the Small Firm“ – Institute of Quality Assurance, 1995.

[94] Jasna Horvat: „Statistika pomoću SPSS/PC+“; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku – Ekonomski fakultet Osijek, Osijek, 1995.

[95] Ivan Šošić ; „Pregled formula iz statistile- peto izdanje“, Školska knjiga, Zagreb, 2007.

[96] Ivo Pavlić: „Statistička teorija i primjena“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1988.

[97] T. Davčev: „Apriorno rangiranje faktora koji utječu na intenzitet promjene tehničkog stanja vozila," Zbornik radova NIMV, RO Prometni centar, Zagreb, 1983.

[98] ISO 3534-1:1993, Statistika- Rječnik i simboli – 1. dio: Vjerojatnost i općeniti statistički pojmovi

[99] ISO 3534-2:1993, Statistika- Rječnik i simboli – 2. dio: Statistička kontrola kvalitete

[100] ISO 3534-3:1993, Statistika- Rječnik i simboli – 2. dio: Oblikovanje eksperimenata

[101] ISO 5479:1997, Statistička interpretacija podataka – Ispitivanja za odstupanje od normalne distribucije

[102] ISO 7873:1993, Kontrolni dijagrami za aritmetičku prosječnu vrijednost s upozoravajućim ograničenjima

[103] ISO 7966:1993, Dijagrami za kontrolu prihvaćanja

[104] ISO 8258:1991, Shewhartovi kontrolni dijagrami

[105] ISO 8595:1989, Interpretacija statističkih podataka – Procjena srednje vrijednosti

[106] ISO 10012, Sustavi za upravljanje mjerenjem – Zahtjevi za postupke mjerenja i opremu za mjerenje

[107] ISO 11462-1:2001, Smjernice za primjenu statističke kontrole postupka (SPC) - 1. dio: Elementi SPC

[108] ISO 11648-2, Statističke značajke uzimanja uzoraka iz rasutih materijala – 2. dio: Uzimanje uzoraka iz rasutih materijala

[109] ISO/TR 13425:1995, Upute za odabir statističkih metoda u standardizaciji i specifikaciji

[110] Priručnik ISO standardi: 2000, Statističke metode za kontrolu kvalitete

[111] ISO 9000:2000, Sustavi upravljanja kvalitetom – Osnove i rječnik

[112] ISO 9001:2000, Sustavi upravljanja kvalitetom – Zahtjevi

[113] ISO 9004:2000, Sustavi upravljanja kakvoćom - Upute za poboljšanje sposobnosti

[114] HRN ISO/TR 10017:2003, Upute za statističke tehnike za ISO 9001:2000

ŽIVOTOPIS

Živko Kondić rođen je 28.09.1956. u Zagrebu. Završetkom srednje tehničke škole u Zagrebu, strojarsko usmjerenje, upisuje se na Tehničku vojnu akademiju, strojarski smjer, koju završava 1980. godine. Nakon toga radi na poslovima održavanja tehničkih sustava, i kao vanjski suradnik na Elektrostrojarskoj školi u Varaždinu. Poslijediplomske studije na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, smjer organizacija proizvodnje završava 1991. godine. Nakon toga zapošljava se u Oprema-Uređaji d.d. u Ludbregu gdje radi na poslovima projektiranja rashladnih uređaja i uređaja za pripremu i punjenje tekućina. U istoj organizaciji nakon 7 godina projektantskog posla obavlja funkcije menadžera kvalitete i voditelja tehničkog sektora. Uz redoviti posao, od 2002 do 2005 radi i kao vanjski suradnik na Visokoj elektrotehničkoj školi u Varaždinu i drži predavanja iz kolegija: Osnovi strojeva i uređaja, Održavanje industrijskih postrojenja i Elementi strojeva. Od 2005. godine stalno je zaposlen na Veleučilištu u Varaždinu u zvanju profesora visoke škole i drži predavanja iz kolegija: Upravljanje kvalitetom, Organizacija proizvodnje, Održavanje industrijskih postrojenja i Elementi strojeva. Voditelj je stručnog studija Proizvodnog strojarstva za koji je izradio plan i program nastave, te projekte opremanja laboratorija za izvođenje vježbi iz stručnih kolegija. Od 2007. godine obnaša funkciju prodekana za razvoj i unapređenje studija.

Od 1999. radi kao konzultant i savjetnik u organizacijama na poslovima implementacije međunarodnih normi ISO 9000 i 14000 u postojeće sustave upravljanja kvalitetom i sustave upravljanja zaštitom okoliša. Istovremeno djeluje kao vodeći ocjenjivač sustava za upravljanje kvalitetom i sustava upravljanja zaštitom okoliša prema normama ISO 9001 i ISO 14001 u ime certifikacijske kuće TŰV CERT Njemačka.

Član je Upravnog odbora Hrvatskog društva za kvalitetu, te član Hrvatskog društva održavatelja i Hrvatskog mjeriteljskog društva. Aktivno sudjeluje u projektima suradnje s gospodarstvom te u projektima tehničkog usklađivanja proizvoda sa normama i smjernicama EU.

Autor je tri knjige iz područja kvalitete te većeg broja članaka.

BIOGRAPHY

Živko Kondić is born 28.09.1956. in Zagreb. Whence finish secondary technical school in Zagreb, Mechanical course, he enters into Technical Military Academy, Mechanical engineering course, that finishes 1980. After that he works on maintenance of technical systems and as external co-worker on the Electro-mechanical school in Varaždin. Postgraduate study on University of Mechanical Engineering and Naval Architecture in Zagreb, Organization of Production course finishes 1991. Followed, he employs in enterprise "Oprema-Uređaji d.d." in Ludbreg, where works on design cooling equipment and equipment for preparing and filling fluid. In the same enterprise, after seven years jobs on design, he works as manager of quality and leader of technical sector. Besides regular job, from 2002. to 2005. he works as external co-worker on Accredited Electro-Technical College in Varaždin and lectures in course: Basic of Machines and Devices, Maintenance of Industrial Installations and Elements of Machines. From 2005. he is continual employed on Polytechnic in Varaždin as professor of high school and lectures in course: Managing of Quality, Organization of Production, Maintenance of Industrial Installations and Elements of Machines. He is leader of professional study of Production Engineering for which he done plan and programme of education as well as he done projects for equipping laboratories and acting trainings from professional courses. From 2007. he perform function of pro-dean for development and improvement of study.

From 1999. he works as consultant and adviser in enterprises on implementation international norms ISO 9000 and 14000 in existing quality management systems and environment management systems. In the same time he acts as lead auditor for quality management systems and environment management systems toward norms ISO 9001 and ISO 14001 for the purpose of certification house TUV CERT Germany.

He is member of Board of Directors of Croatian Society for Quality, as well as member of Croatian Society of Maintainers and Croatian Society for Measurement. He active takes part in projects for cooperation with enterprises, as well as in projects of technical adjustments products with EU standards and directives.

He is author of three books from quality domain and more number of professional papers.