

# Alati za upravljanje kvalitetom

---

**Maričić, Danijel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2009**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:325223>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada:

doc.dr.sc Biserka Runje

Danijel Marić

Zagreb , 2009

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Danijel Marić

Zagreb, 2009

## IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad na temu Alati za upravljanje kvalitetom izradio samostalno, koristeći i navedenu stručnu literaturu i znanje stečeno tijekom dosadašnjeg dijela studija.

DANIJELO MARIĆ

## **SADRŽAJ**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.0 Uvod.</b> .....                                     | <b>1</b>  |
| <b>2.0 Pojam kvalitete.</b> .....                          | <b>2</b>  |
| 2.1 Japanski pogled na kvalitetu. ....                     | 8         |
| 2.2 Ameri ki pogled na kvalitetu .....                     | 14        |
| 2.3 Europski pogled na kvalitetu .....                     | 16        |
| 2.4 Hrvatski pogled na kvalitetu. ....                     | 18        |
| <b>3.0 Metodologije za upravljanje kvalitete</b> .....     | <b>20</b> |
| 3.1 Six sigma .....  | 20        |
| 3.2 Kaizen .....   | 25        |
| <b>4.0 Alati za upravljanje kvalitetom</b> .....           | <b>27</b> |
| 4.1 Dijagram uzroka i posljedica (Ishikowa dijagram) ..... | <b>33</b> |
| 4.2 Obrazac za prikupljanje podataka .....                 | 35        |
| 4.3 Pareto dijagram (ABC analiza) .....                    | 37        |
| 4.4 Kontrolne karte .....                                  | 38        |
| 4.5 Dijagram toka. ....                                    | 40        |
| 4.6 Histogram. ....  | 42        |
| 4.7 Korelacijski dijagram .....                            | 44        |
| 4.8 Opisna statistika .....                                | 46        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.9 Planiranje pokusa. ....  | 46        |
| 4.10 Analiza mjerenja. ....  | 47        |
| 4.11 Analiza sposobnosti procesa. ....                                       | 47        |
| 4.12 Regresijska analiza. ....   | 49        |
| 4.13 Analiza pouzdanosti. ....   | 49        |
| 4.14 Uzorkovanje. ....   | 49        |
| 4.15 Simulacije. ....  | 50        |
| 4.16 Statistika odstupanja. ....   | 50        |
| 4.17 Analiza vremenskih serija. ....   | 52        |
| <br>   |           |
| <b>5.0 Rješeni primjeri 7 osnovnih alata za upravljanje kvalitetom. ....</b> | <b>53</b> |
| <br>   |           |
| 5.1 Dijagram uzroka i posljedica (Ishikowa dijagram) ....                    | 54        |
| 5.2 Obrazac za prikupljanje podataka. ....                                   | 56        |
| 5.3 Pareto dijagram (ABC analiza) ....                                       | 57        |
| 5.4 Kontrolne karte. ....  | 59        |
| 5.5 Dijagram toka. ....  | 60        |
| 5.6 Histogram. ....  | 61        |
| 5.7 Korelacijski dijagram. ....  | 62        |
| <br>   |           |
| <b>6.0 Zaključak. ....</b>   | <b>64</b> |
| <br>   |           |
| <b>7.0 Literatura. ....</b>  | <b>65</b> |

## **1.0 UVOD**

Ako u ovom trenutku išta zaslužuje epitet aktualnog, to je svakako briga o kvaliteti. "Upravljanje kvalitetom" vjerojatno je danas naj eš e korištena sintagma. Je li ona samo modni trend ili je to zaista dominantna poslovna funkcija, koje je njezino zna enje u razvoju i primjeni informacijskih tehnologija?

Odgovor na ta pitanja zacijelo bi bilo barem onoliko koliko i upitanih ljudi. Razli ita su tuma enja i definicije kvalitete, a pristupi tom fenomenu mijenjali su se tijekom vremena. Za Aristotela kvaliteta je bila ono na osnovi ega se kaže da je nešto stvoreno onakvim kakvo jest. Današnje definicije kvalitete razlikuju se s filozofskog, proizvodnog, ekološkog, korisni kog i drugih stajališta.

## 2.0 POJAM KVALITETE

Neke od definicija kvalitete:

- Op a enciklopedija ( svezak III – str. 707 ) : *"Svojstvo, osobina, kakvo a; ono što ozna uje ( obilježava, odre uje ) neki predmet ili pojavu i razlikuje ih od ostalih predmeta ili pojava "*.

- *Rje nik stranih rije i Bratoljuba Klai a : "Kvaliteta se definira kao svojstvo, vrsno a neke stvari, vrednota, odlika, zna ajka ili sposobnost "*.

- *Op a definicija: "Kvaliteta je koli ina i oblik upotrebne vrijednosti nekog proizvoda ili usluge. Time je ona i mjera koja pokazuje do koje razine taj proizvod ili usluga zadovoljavaju potrebu korisnika. "*

- *ISO 9000 : "Stupanj do kojeg skup inherentnih karakteristika ispunjava zahtjeve. standardi definiraju zahtjeve kao potrebne ili o ekivane "*.

- *SIX SIGMA : "Broj greške po milijun mogu nosti "*.

- *Joseph Moses Juran : "Prikladno za korištenje . Prikladno je definirano od strane klijenta "*

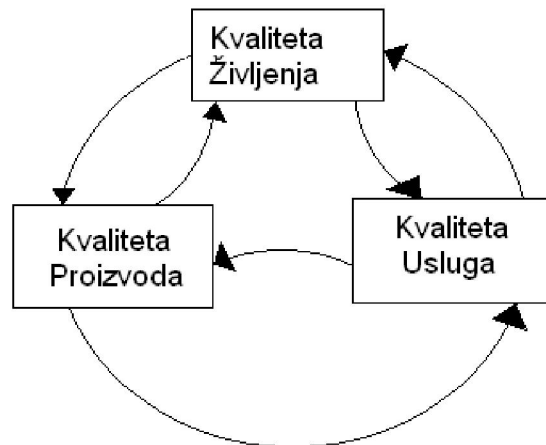
- *P. van Dongelaar: "Kvalitetan je samo onaj proizvod koji uz minimalne troškove u životnom ciklusu maksimalno pridonosi svrsi i zdravlju ljudi uklju enih u njegovu proizvodnju, distribuciju, korištenje, održavanje i reciklažu, i to uz minimalne troškove svih resursa, te s prihvatljivim ujecajem na društvo i okoliš. "*

- *R. Andrej i : "Kvaliteta je integracija rada i integracija odgovornosti. "*



Dakle, kvaliteta se može promatrati sa stajališta društva, tržišta, potrošača, proizvođača, proizvoda, itd., a svako stajalište ima svoje zahtjeve u pogledu kvalitete. Kvaliteta sa stajališta društva je razina do koje se određena roba (proizvod, usluga) potvrdila na tržištu, dok je kvaliteta sa stajališta tržišta razina do koje ona zadovoljava potrošača u odnosu na konkurenciju i zakon ponude i potražnje. Kvaliteta sa stajališta potrošača je razina do koje određeni proizvod ili usluga zadovoljava potrebe korisnika.

Kada se govori o kvaliteti, misli se na neki proizvod, uslugu i kvalitetu življenja te se tako danas proširuje i na pitanje okoliša. Veza između kvalitete proizvoda, kvalitete usluga i kvalitete življenja može se prikazati poznatim krugom kvalitete (slika broj 1).



*Slika broj 1.*  
*Krug kvalitete*

Razvoj kvalitete je poeo i u dalekoj prošlosti, iako nisu bili svjesni toga. Tako se razvoj samog ovjeka može staviti kao razvoj kvalitete, od kamenog doba pa preko metalnog doba do industrijskih revolucija pa do sadašnjosti. Svaki se prelazak iz jednog doba u drugo može gledati kao svojevrsno poboljšanje, koje je uvijek težilo daljnjem napretku.

Ali glavni razvoj se dogodio u prošlom stoljeću u gdje se kvaliteta nametnula kao jedan od glavnih tržišnih čimbenika. Kako bi bolje objasnio razvoj u prošlom stoljeću u objasniti u Japanske, Američke, Europske i na kraju Hrvatske poglede o kvaliteti. Ali prvo da nešto kažemo o razvitku kvalitete i njegovog sustava u svijetu. Kratkim pogledom na povijest sustava kvalitete i normi o kvaliteti (tablica broj 1) do pojave prvog niza normi ISO 9000:1987. godine može se utvrditi slijedeće:

- na samom početku stvaranja sustava norme za kvalitetu proizvoda nastajale su uglavnom u najvećim i najbogatijim zemljama te naravno najsvremenijim vojskama svijeta, pritom misleći na SAD.

- prve norme su bile namijenjene za pojedina područja rada.
- mjerenje kvalitete proizvoda se isključivo provodilo kroz uspoređivanje.

- kvaliteta između u dviju zainteresiranih strana se rješavala putem ugovora i tehničkih uvjeta.

- ulazna, međufazna i završna kontrola predstavljala je jedini sustav kvalitete i danas se još takav pristup može pronaći.

- tako se tijekom godina stvarala sve veća razlika u kvaliteti robe između bogatih i siromašnih. U prvom redu mislimo na SAD i Japan kojima su mnogi tada gledali u "leđa".

*Tablica broj 1. Razvoj ISO standarda*

| Godina izdanja norme   | Oznaka norme         | Naziv / primjena   | Izdava norme    |
|------------------------|----------------------|--|-----------------|
| 1959.                  | MIL-Q-9858           | Norma za kvalitetu u vojsci  | US Army         |
| 1961.                  | MIL-I-45208          | Norma za kvalitetu u vojsci  |                 |
| 1962.                  | MIL-C-45662A         | Zahtjevi za sustav kalibracije   |                 |
| 1963.                  | MIL-Q-9858A          | Zahtjevi za sustav kvalitete   |                 |
| 1963.                  | MIL-Q-45208A         | Zahtjevi za sustav inspekcije  |                 |
| 1964.                  | H-52                 | Ocjena sustava kalibracije dobavlja a  |                 |
| 1965.                  | H50                  | Ocjena programa kvalitete dobavlja a   |                 |
| 1967.                  | H51                  | Ocjena sustava inspekcije dobavlja a   |                 |
| 1968.                  | C1-1968              | Specifikacija op ih zahtjeva za kvalitetu  | ASQC USA        |
| 1969.                  | Technical Aids No.91 | Validacija sustava za postizanje upravljanja kvalitetom  | ANSII USA       |
| 1971.                  | Z1.8-1971            | Upravljanje kvalitetom   |                 |
| 1972.                  | BS 4891              | Uputstva za osiguranje kvalitete   | V.Britanija     |
| 1974.                  | BS 5179              | Uputstvo za uvo enje i ocjenu sustava za osiguranje kvalitete  |                 |
| 1978.<br>revizija 1971 | ASQC St. A-3         | Uputstvo koje pojašnjava op e termine koji se koriste u upravljanju kvalitetom (terminologija sustava kvalitete) | ASQC USA        |
| 1978.                  | Z 199                | Norme za program osiguranja kvalitete  | Kanada          |
| 1979.                  | BS 5750              | Sustav kvalitete   | BSI V.Britanija |
| 1979.                  | Z – 1.15 – 1979      | Uputstva za sustav kvalitete   | ANSI/ASQC USA   |

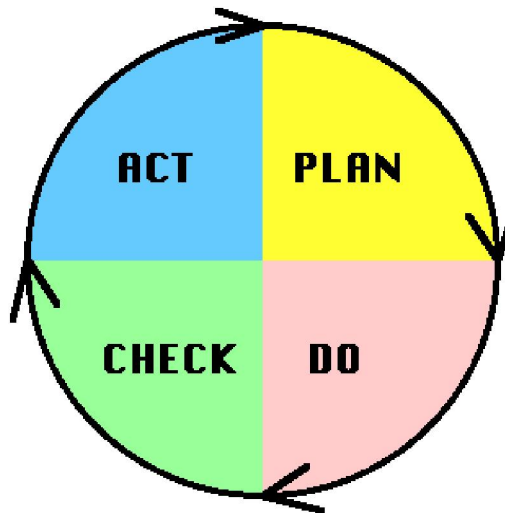
|       |                   |  |                  |
|-------|-------------------|--|------------------|
| 1985. | Z 299 Rev.        | Norme za program osiguranja kvalitete  | Kanada           |
| 1986. | ISO 8402          | Rje nik pojmova - kvalitete  | ISO/TC 176       |
| 1987. | ANSI/ASQC A3-1987 | Norme terminologije sustava kvalitete  | ANSI/ASQC<br>USA |
| 1987. | ISO 9000 niz      | Norme za sustav kvalitete (9000, 9001, 9002, 9003, 9004)<br><b>ISO 9000</b> – Pojašnjava pojmove koji se odnose na kvalitetu, te daju savjete za odabir i uporabu normi iz niza<br>ISO 9000<br><b>ISO 9001</b> – Sustavi kvalitete – Model za osiguranje kvalitete u razvoju, proizvodnji, ugradbi i servisiranju.<br><b>ISO 9002</b> – Sustavi kvalitete – Model za osiguranje kvalitete u proizvodnji, ugradbi i servisiranju.<br><b>ISO 9003</b> – Sustavi kvalitete – Model za osiguranje kvalitete u završnom pregledu ispitivanju. | ISO/TC/176       |
| 1987. | BS 5750 Rev.      | Identi ni ISO 9000   | BSI V.Britanija  |
| 1987. | EN 29000 niz      | Identi ni ISO 9000   | CEN              |
| 1991. | JIS 3 9900        | Identi ni ISO 9000   | JIS Japan        |
| 1991. | ISO 9000-1        | Smjernice za uporabu i izbor   | ISO/TC/176       |
| 1993. | ISO 9000-2        | Op e smjernice za primjenu normi ISO 9001, ISO 9002 i ISO 9003   |                  |
| 1993. | ISO 9000-3        | Smjernice za primjenu norme ISO 9001 na razvoju, opskrbu programskom podrškomi njezino održavanje  |                  |
| 1993. | ISO 9000-4        | Upute za program upravljanja sigurnoš u rada   |                  |
| 1987. | ISO 9004          | Norma pruža opširne upute za upravljanje kvalitetom, za  |                  |

|       |                 |   |            |
|-------|-----------------|---|------------|
|       |                 | projektiranjem i ugradnjom sustava kvalitete koji odgovara njegovim potrebama bez obzira na ugovorne zahtjeve za osiguranje kvalitete |            |
|       | ISO 9004-1 rev. | Smjernice   |            |
| 1992. | ISO 9004-2      | Smjernice za usluge   |            |
|       | ISO 9004-3      | Smjernice za procesne materijale  |            |
| 1993. | ISO 9004-4      | Smjernice za poboljšanje kvalitete  |            |
|       | ISO 9004-5      | Smjernice za planove kvalitete  |            |
|       | ISO 9004-6      | Smjernice za upravljanje projektom  |            |
|       | ISO 9004-7      | Smjernice za upravljanje  |            |
| 1990. | ISO 10011-1     | Smjernice za nezavisno ocjenjivanje sustava kvalitete 1. dio ; nezavisno ocjenjivanje, auditiranje                                    |            |
| 1991. | ISO 10011-2     | Smjernice za nezavisno ocjenjivanje sustava kvalitete 2. dio ; Kriteriji za nezavisno ocjenjivanje sustava kvalitete                  |            |
| 1991. | ISO 10011-3     | Smjernice za nezavisno ocjenjivanje sustava kvalitete 3. dio ; Upravljanje programom nezavisnog ocjenjivanja                          |            |
| 1992. | ISO 10012-1     | Zahtjev za osiguranje kvalitete mjerne opreme 1. dio : Sustav mjeriteljskog potvrđivanja mjerne opreme                                |            |
| 1994. | ISO 9000 ff     | Prva revizija normi   | ISO/TC/176 |
| 1996. | ISO 14001       | Sustavi upravljanja zaštitom okoliša  |            |
| 1996. | ISO 14004       | Smjernice o sastavnim sustavima upravljanja zaštitom okoliša i njegovoj primjeni  | ISO        |
| 2000. | ISO 9000 ff     | Druga revizija normi  | ISO/TC/176 |
| 2002. | ISO 9000:2002   | Sustavi upravljanja kvalitetom – Pojmovnik i riječnik   | ISO        |
| 2008. | ISO 9000:2008   | Temeljni elementi i terminološki riječnik   | ISO        |

## 2.1 Japanski pogled na kvalitetu

Intenzivniji razvoj kvalitete po inje se razvijat po završetku Drugog svjetskog rata kada Japan postaje patronat američkih snaga, koje su težile da razbijanju velikih industrijskih koncerna, uspostavi novih odnosa i postavljanju rukovode ih ljudi lojalnih i spremnih da nauče nove tehnike menadžmenta. Ohrabreni savjetnikom generala Mac Artura japanci osnivaju 1946. godine "Japansko udruženje znanstvenika i inženjera", a glavni ovjek postaje Kaoro Ishikawa.

Među prvim savjetnicima u Japan stiže Edwards Deming koji je 1947. godine govorio o menadžmentu kvalitete. Tako je pobudio veliko zanimanje te je 1950. godine ponovno pozvan i krenuo je s masovnim predavanjima i seminarima na kojim su bili znanstvenici, proizvodni menadžeri, i vlasnici najvećih organizacija. Deming je uspio, a odgovor leži u tome da je došao u Japan kao prijatelj, a ne neprijatelj, slušali su ga s velikim respektom nego lokalne stručnjake zato jer je ovjek sa strane i na kraju je govorio sve ono što su u americi ignorirali. Tako je Deming postao nacionalni heroj u Japanu. Deming definira kvalitetu kao predvidivi stupanj jednoobraznosti i pouzdanosti koji zadovoljava tržišne potrebe s niskim cijenama. Razvio je sustav za statističko upravljanje procesima (SPC). Svi radovi su bili usmjereni na unapređenje kvalitete i svih aktivnosti u organizacijama i to kroz njegov poznati krug PDCA (planiraj, uradi, provjeri, unaprijedi) prikazano na Slici broj 2.



*Slika broj 2.*

*Demingov PDCA krug*

Demingovim najvećim doprinosom smatraju se njegovih 14. univerzalnih točaka.

A to su :

1. Stalno poboljšanje proizvoda i usluga, s ciljem da se postane konkurentan, opstane na tržištu i da se osigura posao.
2. Usvajanje nove filozofije kvalitete. Menadžment se mora probuditi, mora biti svjestan svoje odgovornosti i preuzeti liderstvo u promjenama.
3. Prekidanje masovnih kontrola u organizacijskim i to pravovremenom ugradnjom kvaliteta.
4. Cijena ne smije biti osnovni kriterij izbora dobavljača. Tendencija mora biti na dugoročnim odnosima koji su od koristi za sve zainteresirane strane.
5. Unaprijeđivanje proizvodnje i usluga mora biti konstantna aktivnost, poboljšanjem kvalitete i proizvodnosti uz stalno snižavanje troškova.
6. Edukacija mora biti stalni zadatak u organizaciji.
7. Uspostavljanje liderstva u organizaciji.
8. Eliminiranje straha, tako da svi zaposlenici mogu raditi bez opterećenja.
9. Odbacivanje barijera između sektora. Svi zaposlenici moraju raditi kao jedan tim.

10. Eliminiranje slogan. Zaustaviti zahtjeve za nula defekata i sl.
  11. Odbacivanje normi.
  12. Izbacivanje zapreka koje onemogu uju isticanje sposobnih menadžera i inženjera.
  13. Uspostavljanje programa osposobljavanja i samopoboljšavanja.
  14. Postavljanje svima cilja za osobnom informacijom.
- Potrebno je da menadžment ovih 14 to aka isti e svaki dan.

Japanci su svojom agilnoš u doveli još jednog stru njaka za kvalitetu. tako su 1954. godine pozvali dr. Jurana koji je držao predavanja o upravljanju kvalitetom. Te su i njegova predavanja postigla velik uspjeh. Juran pomaže definiranju metode unapre enja kvalitete koje su razumljive i pristupa ne ve em broju ljudi. I Juran je bio ignoriran od strane Amerikanaca.

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

Definirao je univerzalni proces i na in realizacije kvalitete koji obuhva a sve funkcije, sve niveoe i sve proizvodne linije, poznat je pod nazivom "Juranova trilogija" :

**1. Proces planiranja kapaciteta** – predstavlja proces sposoban proizvoditi prema potrebama kupaca. Ovdje je zadovoljstvo na prvom mjestu.

**2. Proces kontrole kvalitete** – kontrola svih važnih procesa. Težište na odstupanjima od zahtjeva.

**3. Proces unapre enja kvalitete** – eliminiranje uzroka nedostataka, odnosno nesukladnosti i stalnog poboljšanja.



Te također vrlo važni su i Juranovih deset koraka za unapređenje kvalitete :

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

Unjema Deminga i Jurana su bila genijalna, te se dolazi do pitanja, a zašto im je to uspjelo i kako su to prepoznali Japanci?

A odgovor leži u par razloga :

- Predavanjima i seminarima prisustvovali su vođe i ljudi kompanija i najviša uprava, kao i ostali znanstvenici i inženjeri. Edukacija se provodila do najnižih razina rukovođenja.
- Japanci su mislili da je takav pristup kvaliteti u Americi i drugim razvijenim zapadnim zemljama.
- Taj 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.
- Japanci su željeli izgubljen rat protiv Amerike pretvoriti 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.

Tako je rad svojih u itelja nastavio , danas ne tako nepoznat Kaoro Ishikawa. On je svojim potezima pridonio stvaranju nove filozofije kvalitete. 1956. godine zapo eo je s predavanjima o kvaliteti tj. TQC (Total Quality Control) na japanskom radiju. Svi radnici menadžeri i inženjeri su to prije posla slušali. Drugi veliki korak koji je napravio bila je ideja formiranja malih grupa radnika i to dragovoljaca, poznatijih pod nazivom kružoci kvalitete.

Odabirom takvog na ina rada dolazi do velikih pomaka u sustavu upravljanjem kvalitete. Pa tako razvitkom modernih tehnika kvalitete za razvoj kvalitete u Japanu možemo navesti :

- KAIZEN – Unapre enje ili svojevrsna filozofija
- KANABAH – Vizualni zapis kao dio kanabah sustava JIT
- HOSHIN-KANRI – Upravljanje politikom
- 5 Ss
  - Seiri – Organizacija
  - Seiton – Urednost
  - Seiso – isto a
  - Seiketsu – Normizacija
  - Shitsuke – Disciplina
- TPM – Totalno održavanje proizvodnje
- QCC – Kružoci kvalitete
- QFD – Razvijanje funkcije kvalitete
- CE Dijagram – Cause & Effect Diagram
- JIT – Just-in-Time
- CWQC – Upravljanje kvalitetom unutar kompletne organizacije

Znanstvenici koji su proučavali japansko privredno čudo, odlučili su u konstataciji da se sve to moglo ostvariti jedino dobrom i u inkovitom masovnom edukacijom za kvalitetu koju su Japanci i postigli. U periodu od 1950. do 1970. educirali su preko stotine tisuća menadžera i radnika. Te je danas u japanskim organizacijama situacija vrlo dobra, a to se odnosi na to da svaki zaposlenik u prosjeku ima 50 dana edukacije.

Pokazatelj da je kvaliteta važna, a Japan mjerilo vrijednosti, pokazuju određene studije (studija /34/) u kojoj se iznosi :

- Britanske organizacije imaju 2,5 grešaka na 100 proizvedenih dijelova (automobilska industrija), a japanske 2,5 grešaka 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. Tako japanski proizvođači imaju proizvodnost 1,5 – 2,5 puta veću od američkih i europskih proizvođača automobila.

## 2.2 Ameri ki pogled na kvalitetu

U vrijeme dok su Japanci uzdizali svoje sustave kvalitete u Americi su se stvari odvijale drugačije. Deming i Juran su bili ignorirani, te su se njihovi radovi po elije ozbiljnije shvaćati poslije Drugog svjetskog rata.

Tijekom Drugog svjetskog rata američka industrija je bila u masovnoj proizvodnji za potrebe vojske. Masovna proizvodnja je dovela do razvoja novih tehnologija i metoda proizvodnje. Ali način upravljanja kvalitetom ostaje nepromijenjen. Sustav je bio ustroj tako da je jedna proizvodna linija izvršavala svoju funkciju te ju je slala dalje u lanac proizvodnje. Kontrola kvalitete je bila ustrojena na kraju kada su odvajali loše proizvode od dobrih. Sve je to imalo smisla dok su sirovine i nafta imale nisku cijenu te se zbog toga ništa nije trebalo mjenjati.

Američka filozofija u pogledu kvalitete imala je stav niska kvaliteta = niska cijena. Kada su im Japanci preplavili tržište s jeftinim automobilima ni tada nisu to smatrali opasnim, jer su mislili njihovi proizvodi su kvalitetniji te će tako ljudi uvidjeti što da kupuju. Kasnije je spoznajom da su japanski automobili bili kvalitetniji od američkih uslijedio je šok koji je osigurao napredak u američkoj industriji.

Započeo je sve veći interes za sustavom kvalitete. Iako su imali u teoriji Demingove i Juranove radove. Po elije su sve više posjetivati Japan u svrhu kopiranja sustava. Po elije su s kružocima kvalitete, ali ta ideja nije zaživjela. Jer u Americi je sve bilo u nagradama i natjecanju. Nitko nije htio dati svoje inovacije i ideje za opće dobro.

Tek početkom osamdesetih možemo smatrati početkom ozbiljnog rada na kvaliteti. Kvaliteta postaje hit. Mjesec Listopad postaje mjesecom kvalitete. Uvode se nagrade za unapređenje kvalitete. Upravljanje nagradom i razvoj TQM (Total Quality Control) modela vrši Nacionalni institut za normizaciju i tehnologiju (NITS) u suradnji s Američkim udruženjem za upravljanje kvalitetom (ASQC). Nagradu svake godine dodjeljuje Predsjednik Sjedinjenih Država.

Prema dr. Juranu američka strategija unapređena kvalitete. Glavni elementi te strategije su :

- CWQM ( 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 koncipiranjem internih relacija kupac – dobavlja
- Koncept "veliko Q" umjesto tradicionalnog "malog q", što znači da se upravljanje kvalitetom ne ograničava samo na proizvode i procese u organizaciji.
- Značajne troškove loše kvalitete.
- Unapređena kvalitete.
- Planiranje kvalitete znači stalno poboljšavanje kao rezultat efikasnih promjena.
- Upravljanje kvalitetom primjenom SPC metoda i tehnika.

Ova strategija pokazuje rezultate. Primjer je američka "Motorola Inc." koja će uskoro ostvariti cilj od 60 grešaka ili čak manje na milijardi proizvoda.

## 2.3 Europski pogled na kvalitetu

Europa je slijedila radije ameri ki nego japanski model. Kasnila je nekih desetak godina za Amerikom. Europa je shvatila opasnost koja prijete od ameri ke i japanske gospodarstvene ekspanzije, a posebno njihove kvalitete proizvoda. Tako po inje s ozbiljnim rješavanjem toga pitanje. U svoje temelje EZ ugradio je ravnopravno Politi ke, Ekonomske i Tehni ke elemente.

Projektom "92" pokrenulo se podizanje nivoa kvalitete prema kojem je sustav kvalitete prema normi ISO 9000 dobio centralno mjesto. Prije ovog projekta 1985. godine donešen je bitan dokument "Bijela Knjiga" kojoj je cilj bio stvaranje zajedni kog jedinstvenog europskog tržišta. Komisija EZ- a je donijelo tri dokumenta u kojima su postavljeni principi za realizaciju europske strategije, i to :

**1. Novi pristup usuglašavanju tehni kih propisa i normi** – ovaj dokument predvi a ostvarivanje jednakosti tehni ke regulative kroz :

- Usuglašavanje normativnih akata
- Donošenje europskih normi i tehni kih specifikacija od europskih regionalnih organizacija za normizaciju (CEN, CENELEC, CEPT, AECMA, RILEM i dr.)
- me usobno prihva anje nacionalnih normi i priznavanja razli itosti sadržanih u njima u nedostatku važe ih europskih normi.
- Ispitivanje i certifikacija proizvoda i proizvo a a

**2. Globalni pristup tehničkim specifikacijama, ispitivanju i certifikaciji** – Ovaj dokument kojeg je komisija EZ-a donijela radi definiranja principa za akreditaciju prema normi EN 45000, i to :

1. Organizacije nadležne za certifikaciju (proizvoda, osoblja i sustava kvalitete po EN 29000 i oznaka za ISO 9000).

2. Laboratoriji za ispitivanje proizvoda.

**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.

## 2.4 Hrvatski pogled na kvalitetu

U sklopu bivše države hrvatsko gospodarstvo nije slijedilo svjetske trendove u području menadžmenta i kvalitete. Hrvatska je razvijala autentičan politički i gospodarski koncept na koji se nisu mogle primjeniti suvremene metode upravljanja kvalitetom. To je sve vodilo do niske produktivnosti i efikasnosti te također nizak nivo kvalitete. Imali smo visoke troškove unatoč jeftinoj radnoj snazi što je na svjetskom tržištu vodilo do niskih cijena proizvoda.

Sve ideje koje su se pokušavale za poboljšanje kvalitete završili su neuspjehom ili samo kao pojedinačni uspjeh. Nitko nije bio protiv kvalitete, svi su je podržavali. Međutim u praksi je postojao krivi ambijent koji je sve to sputavao. Uzroci se mogu pronaći u slijedećim činjenicama:

- društvena svojina
- dogovorna ekonomija
- samoupravljanje
- nagrada i plaćanje prema radu
- norme i naglasak na brojke
- podjela na proizvodnju i režiju
- poslušni direktori
- samozadovoljstvo, tipa "nema problema" ili "lako ćemo"

Izlaskom iz bivše zajednice i međunarodnim priznanjem pojavile su se potrebe za ISO 9000 certifikatima i to kod onih firmi koje su surađivale s Europom. Kod nas je prvi certifikat izdan po normi ISO 9000 1993. godine. Počinju se otvarati konzultantske tvrtke, uglavnom veća europske certifikacijske kuće otvaraju svoja predstavništva. Bio je to dobar impuls da se još brže krene prema implementaciji zahtjeva normi u naše organizacije, ali sve to je ostalo na vrlo sporim pomacima.

Hrvatska gospodarska komora je pokrenula dva projekta 1997. godine koji dodiruju područje kvalitete: "Hrvatska kvaliteta" i "Izvorno hrvatsko", to je dalo pozitivan učinak, ali samo na većim organizacijama.

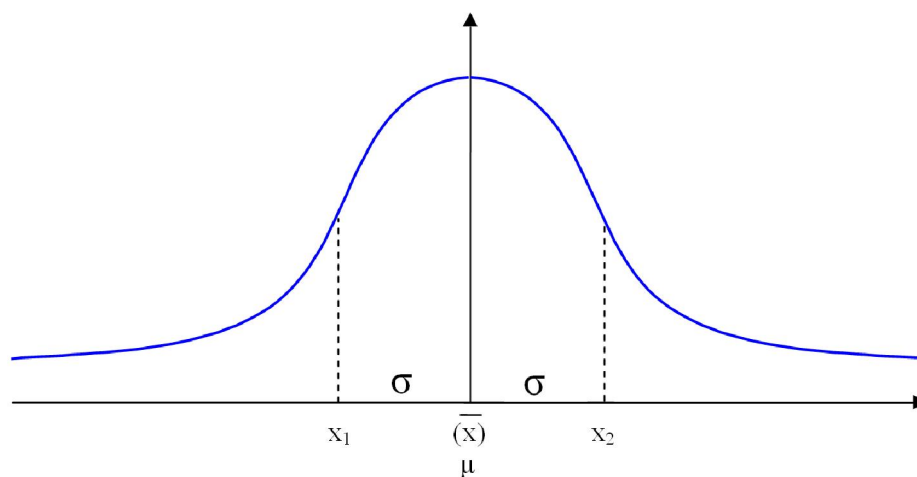


U Hrvatskoj se u temeljima mora promijeniti odnos prema kvaliteti. Pristupit se mora ispravno na svim razinama od državnih organa preko industrije do pojedinaca. Svima nam je potrebna viša doza znanja o kvaliteti.

## 3.0 Metodologije za upravljanje kvalitete

### 3.1 Six Sigma

"Šest sigma" je pravilima određen pristup, metodologija ili filozofija, bazirana na brojnim (mjerljivim) podacima, kojoj je cilj smanjivanje (eliminiranje) gubitaka i poboljšanje kvalitete, troškova i izvedbe po jedinici vremena u bilo kojem procesu: od proizvodnje do transakcija tj. od proizvoda do usluge. Sama oznaka za "Šest sigma" je malo grčko slovo (sigma) koje u statistici označava veličinu varijacije ili razinu defekata određenog proizvoda. Defekt ili greška se može definirati kao bilo koja značajka, koja može ili uzrokovati nezadovoljstvo klijenta ili ne pristaje unutar dozvoljenih odstupanja.

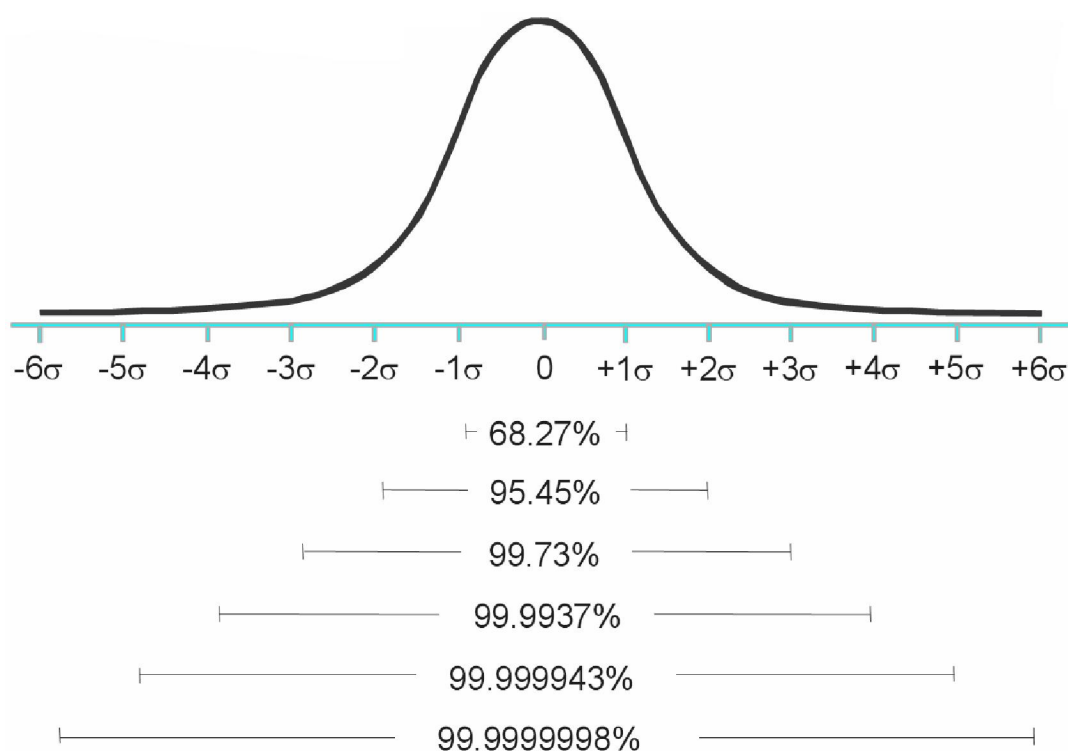


*Slika broj 3.*

*Površina ispod krivulje normalne razdiobe odgovara vjerojatnosti nekog događaja ili pojave određenog rezultata kako je to prikazano Tablicom 2. i Slikom 3.*

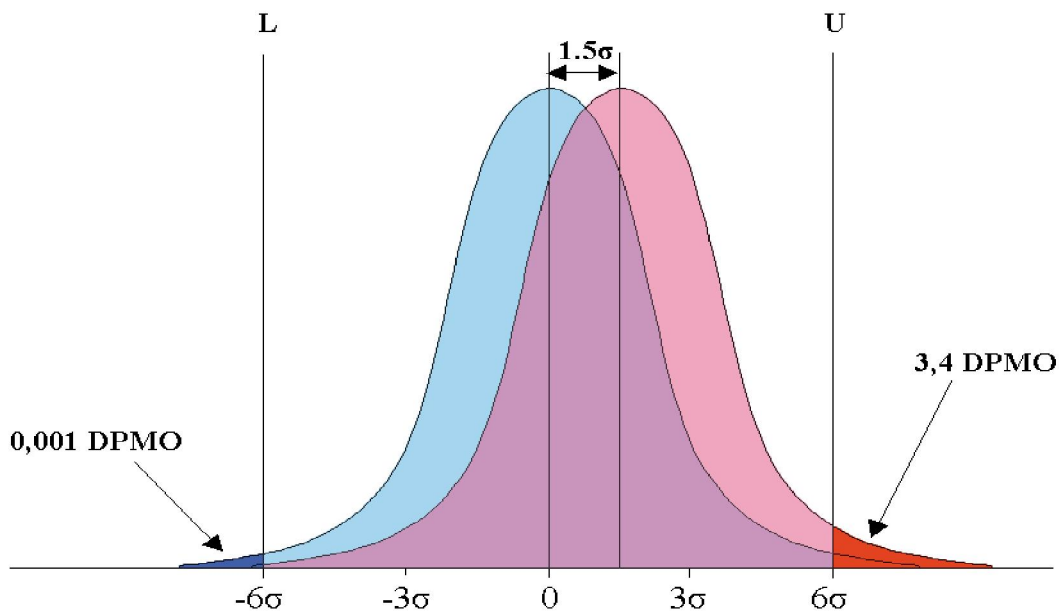
*Tablica 2: Površina pod krivuljom u ovisnosti o*

| <b>Sigma</b> | <b>Postotak</b> |
|--------------|-----------------|
| 1            | 68,27%          |
| 2            | 95,45%          |
| 3            | 99,73%          |
| 4            | 99,9937%        |
| 5            | 99,999943%      |
| 6            | 99,9999998%     |

*Slika 4: Površina pod krivuljom u ovisnosti o*

"Šest sigma" predstavlja 6 standardnih odstupanja iznad i ispod vrijednosti o ekivanja, odnosno ukupno 12 standardnih odstupanja.

Statisti ki gledano "Šest sigma" predstavlja iznos varijacije prikazane u procesu koji je povezan sa zahtjevima korisnika ili njihovim specifikacijama . Kada proces djeluje na razini "Šest sigma", varijacija je tako mala da rezultira to noš u od 99,9997 % ili pojavom samo 3,4 greške na milijun mogu nosti (ra unato s iskustvenim pomakom od 1,5 ) prikazano na slici ispod (slika broj 5).



*Slika broj 5.*

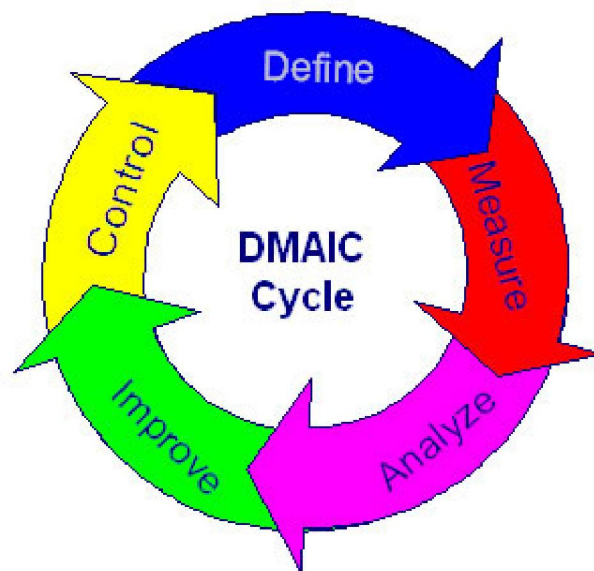
*"Six Sigma" 3,4 greške na milijun mogu nosti*

Cilj i uloga primjene koncepta i metodologije "Šest sigma" je osigurati korisniku kvalitetu, ali to je također i filozofija rada koja proizvođača ima ili davateljima usluga daje smjernice za postizanje savršenstva i ostvarivanje želja kupaca u pogledu kvalitete. Ona djeluje kao metodologija koja se upotrebljava za promjene procesa i kulture organizacije i na taj način omogućuje tvrtkama postizanje visoke razine kvalitete.

U tvrtkama se primjenjuju tri metodologije "Šest sigma", od toga su prve dvije osnovne:

1. Poboljšanje procesa (DMAIC),

- Definirati problem (**D**efine),
- Mjeriti karakteristike (**M**easurement),
- Analizirati rezultate (**A**nalyze),
- Poboljšati proces (**I**mprove),
- Kontrolirati proces (**C**ontrol)

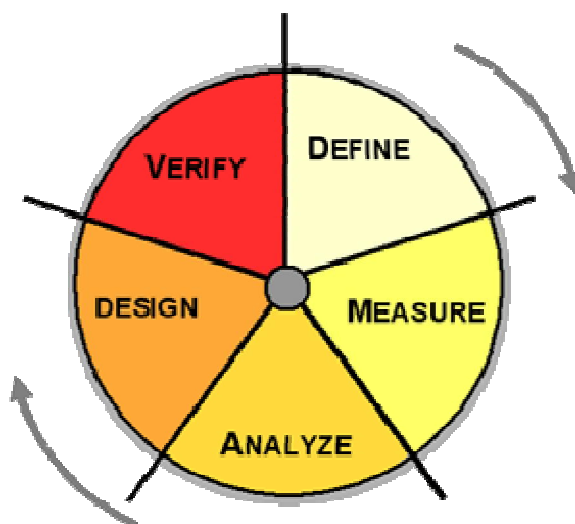


*Slika broj 6.*

*DMAIC krug poboljšavanja procesa*

## 2. Konstrukcija i/ili rekonstrukcija procesa (DMADV),

- Definirati (**D**efine)
- Mjeriti (**M**easure)
- Analizirati (**A**nalyze)
- Konstruirati (**D**esign)
- Provjeriti (**V**erify)



*Slika broj 7.*

*DMADV - Konstrukcija i/ili rekonstrukcija procesa*

## 3. Upravljanje procesom (DMAC – Process management)

- Definiranja (**D**efine) procesa,
- Mjerenja (**M**easure)
- Analiziranja (**A**nalyze)
- Kontroliranja (**C**ontrol)

### **3.2 Kaizen**

Kaizen je sustavno kontinuirano poboljšanje kvalitete, tehnologije, procesa, kulture tvrtke, produktivnosti, sigurnosti i rukovodstva. Kaizen je nastao u Japanu, tijekom Drugog svjetskog rata. Riječ Kaizen znači "kontinuirano poboljšanje". To dolazi od japanske riječi "Kai" što znači škola i "Zen" što znači mudrost.

Svatko je slobodan da se izjasni o malim poboljšanim prijedlozima na regularnoj osnovi. I to ne jednom mjesečno ili jednom godišnje, nego kad god osjeti da je nešto bolje. Japanske tvrtke, kao što su Toyota i Canon, ukupno od 60 do 70 posto prijedloga zaposlenika godišnje je zapisano, dijeli se i provodi.

U većini slučajeva to nisu ideje za velike promjene. Kaizen se temelji na tome da male promjene u redovitoj radnji, uvijek povećavaju produktivnost, sigurnost i učinkovitost, dok smanjuje otpad.

Prijedlozi nisu ograničeni na određeno područje, kao što su proizvodnja ili marketing. Kaizen se temelji na tome da se promjene mogu bilo gdje napraviti. Zapadna filozofija može se sažeti kao, "ako je slomljeno, nemoj ga ni popravljati". Kaizen filozofija je ta "uini bolje, kako bi bila bolja, poboljšaj ga čak i ako se nije slomila, jer ako nismo, ne možemo se natjecati s onima koji su to napravili".

Sve ove nabrojane metodologije koriste neke od alata za upravljanjem kvalitete. U svim metodologijama se naj če e pojavljuju 7 tradicionalnih alata za upravljanje kvalitetom, kasnije su prikazani primjeri iz prakse to ka 7.

I to :

1. Dijagram uzroka – posljedica ( Ishikawa dijagram ; riblja kost)
2. Ispitni list ( Check list )
3. Metoda prioriteta ( Pareto princip )
4. Kontrolne karte ( Control charts )
5. Dijagram tijeka ( Flowchart )
6. Histogram
7. Dijagram raspršenja ( korelacijski dijagram )



## 4.0 Alati za upravljanje kvalitetom

U tablici koja slijedi e bit dat prikaz podjele alata za upravljanje kvalite prema njihovom zna aju u praksi, te je to samo jedan od na ina podjele. Iako da se razumije ni jedan alat nije manje važan jer su usko povezani i svaki na svoj na in daje uvid u rješenje tj. poboljšanje koje tražimo.

| Naziv                             | Sinonim  | Primjena  |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>SEDAM TRADICIONALNIH ALATA</b> |  |   |
| Djagram uzrok-posljedica          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ishikawa dijagram</li> <li>Riblja kost</li> </ul>                       | Sistematsko istraživanje svih mogućih uzroka koji mogu dovesti do određenih posljedica.   |
| Ispitni list                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>List za brojanje i akumuliranje podataka</li> <li>Check list</li> </ul> | Osigurava sistematsko zapisivanje podataka iz povijesnih izvora ili promatranja kako se događaju, tako da jasno mogu biti uočeni i prikazani trendovi.    |
| Metoda prioriteta                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pareto princip</li> <li>Pareto chart</li> <li>ABC analiza</li> </ul>    | Prikazuju po redoslijedu važnosti udio svakog dijela na ukupni u inak; utvrđuje najvažnije uzroke gubitaka; rangira prilike za poboljšanje.               |
| Kontrolne karte                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Control charts</li> </ul>   | Koriste se za ocjenu sposobnosti procesa; određivanje sposobnosti procesa ili potrebe za poboljšavanje.   |
| Dijagram tijeka                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Algoritam</li> <li>Flowchart</li> </ul>                                 | Za opis postojećih procesa ili opis promjena ili projektiranje novih procesa.   |
| Histogram                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dijagram frekvencija</li> </ul>   | Prikazuje rasipanje podataka, te omogućuje jasan prikaz informacija o ponašanju procesa, što olakšava odlučivanje gdje usmjeriti napore za poboljšavanje. |
| Dijagram raspršenja               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Korelacijski dijagram</li> <li>Scatter dijagram</li> </ul>              | Za utvrđivanje eventualne povezanosti između dvije grupa podataka ili dvije veličine.   |

**SEDAM NOVIH ALATA**

|   |   |  |
|---|---|--|
| Matrični dijagram                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrix dijagram</li> <li>• Tablica kvalitete</li> </ul>                      | Prikaz i analiza povezanosti između grupe kriterija i liste zahtjeva, te definiranje prioriteta zahtjeva potrebnih za kasnija istraživanja.  |
| Dijagram afiniteta                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• KJ metoda</li> <li>• Dijagram odnosa</li> <li>• Affinity dijagram</li> </ul> | Omogućava istraživanje velikog broja ideja za rješenje, te ih organizira u prirodne skupine u svrhu razumijevanja suštine problema i pronalaženje rješenja.  |
| Stablo dijagram                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijagram "stablo"</li> <li>• Tree diagram</li> </ul>                         | Stvaranje "objektivne hijerarhije"; Identifikacija svih mogućih akcija potrebnih za postizanje objektivnosti.  |
| Dijagram međunosa                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijagram međunosa</li> <li>• Interrelationship diagram (ID)</li> </ul>       | Ovaj alat je oblikovan da uzme središnju ideju, sporno pitanje ili problem, te prikaže logičke i sekvencijalne veze između povezanih elemenata. On nastavlja zapravo s povlačenjem logičkih veza koje su postale očitim na dijagramu afiniteta.  |
| PDCA-programirane kartice za proces odlučivanja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijagram programiranja procesa odlučivanja</li> </ul>                        | Koristi se za prikaz svakog događaja i nepredvidljivih okolnosti (slučajnih događaja) do kojih može doći tijekom progresije aktivnosti od momenta uočenja problema pa sve do njegova rješenja. Koristi se za predviđanje neekvivalentnih događaja i usvajanje plana djelovanja, da ih se presretne, odnosno spriječi. Ovaj dijagram je povezan s FMECA-om i njegovom struktura je slična onoj kod dijagrama u obliku drva. |
| Metoda strijela dijagram                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijagram u obliku strelica</li> </ul>  | Koristi se za planiranje, odnosno terminiranje zadataka. Da bi ga se moglo primijeniti, potrebno je znati niz podzadataka i njihovo vremensko trajanje. Taj alat je u biti jednak standardnoj Ganttovoj karti. Premda je jednostavan i poznat kao alat za planiranje poslova, često ga se zapostavlja. Ovaj dijagram je  |

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
|                           |  | koristan za analizu poslova, koji se ponavljaju kako bi ih se učinilo efikasnim.   |
| Matrična analiza podataka |  | Uzimaju se podaci iz matrice i grupiraju u dijagrama, pregrupiraju radi lakšeg ispitivanja (bolja preglednost), a zatim se prikaze i jačina povezanosti među varijablama. Ova se analiza najviše koristi u marketingu i kod istraživanja proizvoda. Koncept na kojem ona počiva prilično je jednostavan, ali njegova provedba (uključujući i prikupljanje podataka) može biti složena. |

### OSTALI JEDNOSTAVNI ALATI

|   |   |  |
|---|---|--|
| Gantogram                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pert lista</li> <li>• Bar lista</li> <li>• Vremenski plan</li> </ul> | Za slikovito prikazivanje zadataka u vremenu. (Planiranje)   |
| Metoda QFD                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvaliteta</li> </ul>   | Razvoj ili redizajn proizvoda zasnovan na zahtjevima kupaca. Promovira višefunkcionalni timski rad i konkurentni inženjeringu organizaciji. Skraćuje vrijeme razvoja proizvoda.  |
| Demingov krug- PDCA                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan-Do-Check-Act</li> </ul>   | Koristi se u postupku stalnog poboljšavanja kvalitete. U četiri koraka ili faze procesa kontinuiranog poboljšavanja, odnosno unapređivanja provodi se ciklus: Plan-Do-Check-Act  |
| Analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)</li> </ul>                   | To je analitička metoda kojom se otkrivaju potencijalne slabosti i pogreške u razvoju, planiranju i proizvodnji. Greške se otkrivaju prije njihove pojave, a otklanjanjem uzroka stvaraju se znatne uštede, što ima direktan utjecaj na cijenu proizvoda i zadovoljstvo kupca. |

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| Prikupljanje ideja             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oluja mozgova</li> <li>• Brainstorming</li> </ul> | Pomoć pri generiranju velikog broja ideja na "zadanu temu". kreiraju i proces koji nije opterećen kritikizmom i predrasudama  |
| Projektna metoda               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazna metoda</li> </ul>                           | Fazni pristup rješavanju složenih problema-projekata uključujući i znanstveni pristup   |
| Metoda "8D"                    |  | Koristi se za rješavanje problema samo ako je uzrok problem nepoznat, a pristup planski i sistematski   |
| Metoda u "6 koraka"            |  | To je sustavni postupak za rješavanje kompleksnih problema u 6 koraka.  |
| Planovi prijema                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzorkovanje</li> <li>• AQL</li> </ul>             | Preuzimanje pošiljaka zasniva se na utvrđivanju realnog stanja kvalitete predmeta s obzirom na utvrđene standarde, ugovore ili specifikacije kvalitete. Ti predmeti (materijali, dijelovi, gotovi proizvodi i sl.) mogu biti za jednu organizaciju njezini inputi ili outputi. U odnosu prema procesu transformacije, njihova se inspekcija provodi prije samog procesa transformacije ili pak nakon njega. Planovi prijema mogu biti za atributivna ili varijabilna obilježja i to jednostrukim ili pak višestrukim uzimanjem uzoraka. |
| Planiranje pokusa              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taguchi-jeve metode</li> </ul>                    | Optimalizacija efikasnosti pokusa testiranjem max. broja imbenika i njihovih povezanih nivoa u min. broju pokusa. Osigurava velike uštede vremena i drugih resursa.   |
| Analiza korelacije i regresije |  | Izražavanje osnovnih parametara korelacije i regresije dolazi se do spoznaje o odnosima između dviju veličina.  |
| Trend                          |  | Pokazuje osnovnu tendenciju kretanja neke pojave kroz određeno, duže vremensko razdoblje.   |

|                            |  |   |
|----------------------------|--|---|
| Radarska karta             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radar</li> <li>• Radar chart</li> </ul> | Za vizualni prikaz, na jednoj slici, veli ina jaza izme u "sadašnjeg" na ina provedbe organizacije, i "idejnog " na ina provedbe. |
| Mrežni dijagram aktivnosti | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activity Network Diagram</li> </ul>     | Pronalaženje optimalnog puta i tijeka poslova u realizaciji nekog projekta, grafi kim prikazom ukupnog vremena provedbe.          |

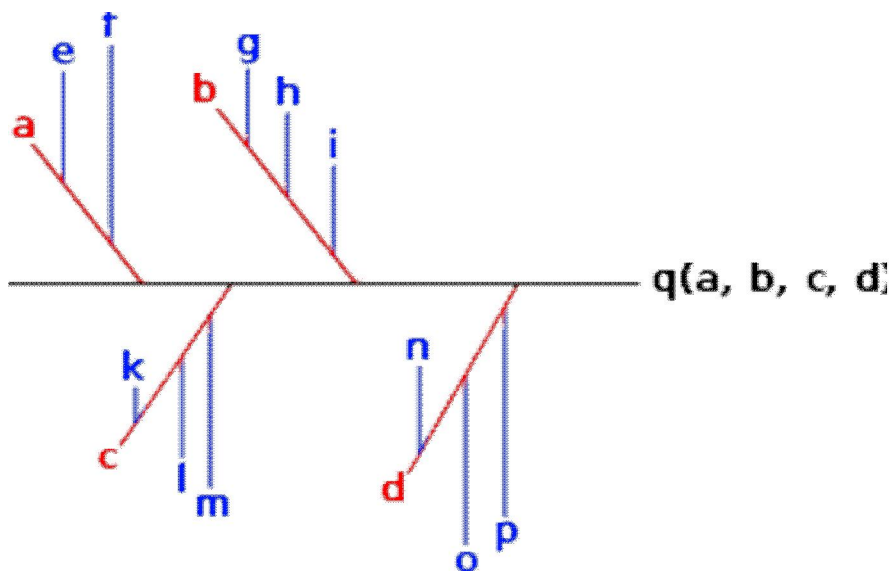
## SUSTAVNI ALATI

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| Kružoci kvalitete |  | To su grupe zaposlenih formirane na dragovoljnoj osnovi, koje rješavaju odre ene probleme iz djelokruga svoga rada.   |
| Samoprosudba      |  | To je pažljivo razmatranje vrednovanje, iji je rezultat mišljenje ili sud o efikasnosti organizacije i zrelosti sistema za upravljanje kvalitetom.                                    |
| Uspore ivanje     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benchmarking</li> </ul> | To je metoda uspore ivanja s najboljima u svojo "branši", odnosno sa "svjetskom klasom".  |
| SWOT matrica      |  | SWOT matrica je alat za donošenje strategijskih odluka koji vodi ra una o vanjskim šansama i prijetnjama, te unutrašnjim sposobnostima i slabostima.                                  |
| Metoda scenarija  |  | Metoda se koristi pri donošenju strateških odluka, odnosno za predvi anje budu nosti zasnovano na vjerojatnosti. Scenarij opisuje neka prihvatljiva i vjerijatna sa više alternativa. |
| Portfolio matrica |  | Metoda se koristi za strateška istraživanja u organizacijama, a služi za dobivanje uvida o poziciji proizvoda na tržištu.   |
|                   |  |   |

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| <p>Delphi metoda</p>              |  | <p>"Delphi" metoda predstavlja metodu intuitivnog predviđanja, s osnovnom idejom da se znanje eksperata, izraženo kroz profesionalno iskustvo i intuiciju, iskoristi na sistematičan i racionalan način. Metoda se zasniva na anketiranju visoko kvalificiranih stručnjaka u nekom području, s ciljem prikupljanja informacija koje će se određenom tehnologijom preraditi u predviđanja, već metoda sistematskog traženja, koja se kasnije može koristiti za tehnološko ili neko drugo predviđanje, potrebno organizaciji ili instituciji.</p>  |
| <p>Metoda analize vrijednosti</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrijednosna metoda</li> <li>• Funkcionalna analiza vrijednosti</li> <li>• Value analysis</li> </ul> | <p>To je metoda za utvrđivanje i poboljšavanje efikasnosti i učinkovitosti proizvoda ili organizacije u cjelini. To nije konkurencija drugim instrumentima upravljanja, nego sustavno problemsko rješavanje, koje se primjenjuje pomoću specifičnih tehnika, znanja i stečenog iskustva. Ona predstavlja organizirani i kreativni pristup koji ima za svrhu efikasno identificiranje nepotrebnog troška koji ne osigurava kvalitetu proizvoda niti služi ispunjenju kupčevih zahtjeva, potreba i očekivanja. Ova metoda je predviđena za rješavanje kompleksnih problema u poslovanju. Koristi se vrlo uspješno u svim segmentima poslovnih procesa, a prave rezultate daje u organizacijama gdje najviša uprava poznaje ovu metodu i zna kako je iskoristiti za postizanje boljih rezultata, smanjenje troškova, poboljšavanje kvalitete ili povećanje prodaje.</p> |

## 4.1. Dijagram uzroka i posljedica (Ishikowa dijagram)

Dijagram uzroka i posljedica (koji se također naziva Ishikawa dijagram ili dijagram "riblja kost") je grafički prikaz, koji prikazuje uzroke u zajedničkom obliku logično i postepeno (slika broj 8). Shema kostura Ishikawa dijagrama na kojoj se vidi glavne uzroke (crvena linija), te sporedne uzroke (plava linija).



*Slika broj 8.*

*Opis prikaz dijagrama uzroka i posljedica*

Kad je dijagram uzroka i posljedica u cjelosti konstruiran, onda se tim ili pojedinac može upustiti u njegovu analizu. Vrlo lako se može uočiti nekoliko najutjecajnijih imbenika, koji bi prvi morali biti predmet razmatranja. Ponekad se neki imbenik može uklopiti u više grana ili kosti. Idealno bi bilo da svaki uzrok propadne pod samo jednu kategoriju. Međutim, ljudski uzroci mogu legitimno pripadati na više mjesta, te ih tako treba promatrati i analizirati.

Analiza dijagrama podrazumijeva:

- Promatranje međusobnih veza uzroka,
- Utvrđivanje najvažnijih uzroka,
- Utvrđivanje uzroka koji se pojavljuju,
- Korištenje uzroka kao pokretača za dodatno prikupljanje podataka.

Analiza dijagrama ima za cilj iznalaženja mogućih uzroka, koja bi vrijedila detaljno istražiti, kako bi se utvrdilo nisu li oni korijeni uzroka konkretnog problema.

Alat se može koristiti za:

- Rješavanje svakodnevnih problema,
- Vođenje sastanaka,
- Sastavljanje preglednih pisanih izvješća,
- Grafičko prikazivanje utjecajnih čimbenika,
- Trajno uklanjanje uzroka problema.

Alat je vrlo jednostavan i omogućava:

- Da se pojedinac ili radni tim usredotoči na stvarni sadržaj problema, a ne na prošlost ili razlike osobnih interesa članova tima,
- Da se stvori brza slika o problemu koji se rješava i brza snimka kolektivnog znanja i suglasja tima oko problema,
- Da se tim usmjeri na glavne uzroke, a ne na posljedice.



## 4.2 Obrazac za prikupljanje podataka

Obrazac za prikupljanje podataka omogućava sistematično prikupljanje podataka i olakšava poznavanje zakonitosti, odnosno nagomilavanja, zbog dobijanja jasne slike stvarnosti. Oni su osnovu za daljnju grafičku obradu i bitno olakšava analizu. Ovom jednostavnom metodom utvrđuju se kategorije grešaka nekog proizvoda i pojavljivanje tih grešaka zapisuje u obliku "Check sheet" zapis pomoću crtica (tablica broj 3), te još jedan od vrlo ustaljenih zapisa, list za brojanje i akumuliranje podataka (tablica broj 4).

*Tablica broj 3 - primjer check sheet-a*

| <u>Typing test analysis</u> |                   | Date: <u>12th Oct</u> |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Typist: <u>Kelly Hull</u>   | Test: <u>R324</u> |                       |
| Examiner: <u>Jay Brown</u>  |                   |                       |
| Type of error               | Count             | Score                 |
| Reversed letters            |                   | 5                     |
| Missing letters             |                   | 8                     |
| Extra letters               |                   | 5                     |
| Wrong letters               |                   | 10                    |
| Total errors:               |                   | 28                    |

*Tablica broj 4 - primjer liste za prikupljanje i akumuliranje podataka*

| Mjera<br>( 104.7 ±0.04 )         | Broj elemenata     |            |
|----------------------------------|--------------------|------------|
| 104.64                           | I                  | 1          |
| 104.65                           | II                 | 2          |
| 104.66                           | IIII               | 5          |
| 104.67                           | IIII III           | 8          |
| 104.68                           | IIII IIII IIIII    | 11         |
| 104.69                           | IIII IIII IIII III | 16         |
| 104.70                           | IIII IIII IIII II  | 18         |
| 104.71                           | IIII IIII II       | 17         |
| 104.72                           | IIII IIII          | 12         |
| 104.73                           | IIII IIII          | 9          |
| 104.74                           | IIII               | 4          |
| 104.75                           | II                 | 2          |
| 104.76                           | I                  | 1          |
|                                  | Ukupno             | <b>106</b> |
| Obrazac za prikupljanje podataka |                    |            |

### 4.3. Pareto dijagram (ABC analiza)

Pareto analiza je slikovito prikazivanje informacija zbog pronalaženja iz velikog broja uticajnih faktora, koji su sa određenog stanovišta, na primjer sa stanovišta troškova, od najveće važnosti. Ova analiza pokazuje, da vrlo često mali broj uzroka proizvodi najveći dio uinku. S tim u vezi poznato je pravilo 80/20, koje kaže da 20% uzroka čini oko 80% sveukupnog uinka/posljedica. Ova se iskustva mogu upotrijebiti za određivanje prioriteta korekcijskih i preventivnih mjera.

Za izradu Pareto dijagrama prvo se prikupe svi zapaženi fenomeni (npr. vrste grešaka) istraživanog problema. Kao slijedeće mora se utvrditi, koji je kriterij (u inku) odlučivati s obzirom na istraživani problem o reagiranju pojedinih kategorija. Kao slijedeći koraci:

- za svaku kategoriju se određuje udio u sveukupnom uinku i izražava postotni udio;
- utvrđuje se redoslijed kategorija prema pripadajućim uincima;
- za svaku se kategoriju u skladu sa tim redoslijedom sabiraju uinci;
- taj zbir uinka se grafički prikazuje redoslijedom kategorija.

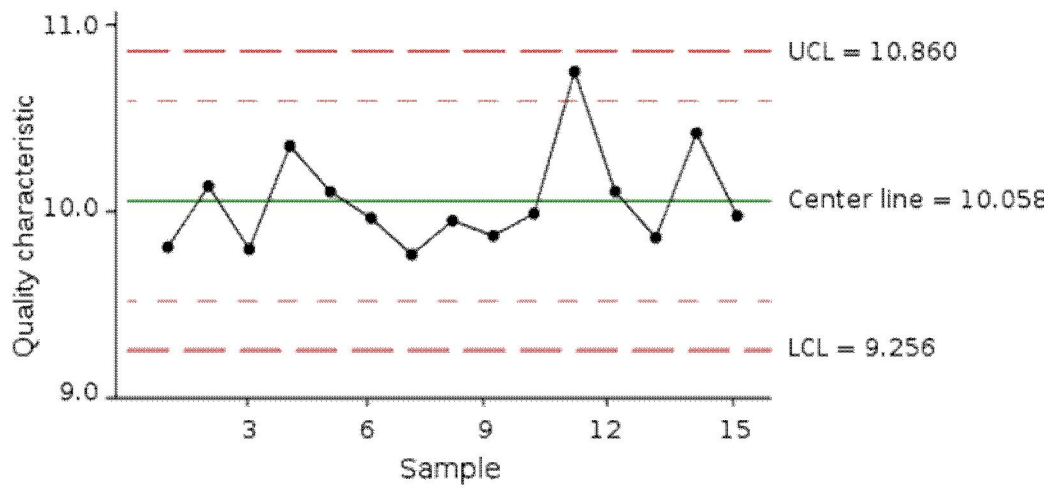
Pareto dijagram, nacrtan s realnim podacima omogućava korisnicima fokusiranje na ključne probleme, koji nude najviše mogućnosti za poboljšavanja. Principi dijagrama Pareta treba koristiti u praksi, kada želimo relativnu važnost problema u jednostavnom, lako razumljivom i vizualnom obliku. Upravo zbog ovih karakteristika, metoda se koristi u različitim djelatnostima, a naročito u postupcima usavršavanja kvalitete proizvoda i sustava za osiguranje kvalitete. Primjer Pareto dijagrama se može vidjeti u narednom poglavlju 5.0 primjeri sedam tradicionalnih alata za upravljanje kvalitetom.

#### 4.4. Kontrolne karte

Kontrolne karte su jedna od najstarijih i najvažnijih tehnika statističke kontrole procesa. Statistička kontrola procesa potrebna je za utvrđivanje sposobnosti procesa tako i za praćenje procesa kako bi se otkrile promjene zbog kojih proces može izmisliti kontroli i za poduzimanje mjera za korekciju procesa i njegovo održavanje u stanju statističke kontrole. Prva kontrolna karta poznata pod imenom Shewartova kontrolna karta, pojavila se 1925. godine, kada je dr. Walter Shewart prvi put primijenio Gaussovu krivulju u konstrukciji kontrolne karte za praćenje kakvoće proizvodnje kod "The Bell Telephone Laboratories". Kontrolne karte omogućavaju prikazivanje pada toka o kvalitetu u jednom dijagramu sa definiranim granicama vrijednostima, sa svrhom pravovremenog prepoznavanja i podešavanja odstupanja od planiranog toka procesa. Kontrolna karta, kao alat u ovom pregledu alata za upravljanje kvalitetom, omogućava prikazivanje pada toka o kvalitetu u jednom dijagramu sa definiranim granicama vrijednostima, sa svrhom pravovremenog prepoznavanja i podešavanja odstupanja od planiranog toka procesa.

Kontrolna karta se sastoji od (slika broj 9):

- Ordinata i apscisa
- točke predstavljaju mjerenja kvalitete u karakteristične uzorke uzeti iz procesa u različito vrijeme
- središnja crta, nacrtana na procesu karakteristično označava što se izražava iz podataka
- gornja i donja granica kontrole



*Slika broj 9.*  
*primjer kontrolne karte*

## 4.5. Dijagram toka

Dijagram toka ili algoritam je logično raščlanjivanje problema ili aktivnosti na pojedinačne korake gdje su vidljivi po etapu, tijekom i kraju procesa. Dijagram toka kao metoda ili alat se može primjenjivati na sve: putovi ulaznih i izlaznih faktura, tijekom materijala, servisiranje proizvoda, proces prerade materijala, proces obrade, raščlanjivanje matematičkih problema, programiranje i drugo. Osnovna svrha ovog jednostavnog grafičkog alata je prikazivanje, odnosno, vizualizacija procesa na grafički i logičan način. Omogućava identifikaciju slabosti i kritičkih mjesta u nekom procesu.

Kako je već rečeno, dijagrami toka daju veliki broj podataka o procesu i zbog toga se mogu koristiti u skoro svim fazama rješavanja problema kvalitete. Svi slučajevi primjene mogu se svrstati u dvije osnovne ciljne skupine:

- za razumijevanje procesa
- za poboljšavanje procesa.

Prva i veoma značajna interpretacija dijagrama toka odnosi se na bolje upoznavanje, i razumijevanje samog procesa. Pojedinac ili tim koji rješava neki problem često pozna samo dio procesa, ne cjelinu. Dijagram toka osigurava dobru bazu za daljnji rad. Najbolji način za razumijevanje procesa je, da se korak po korak prođe kroz cijeli tijek procesa.


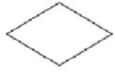




Razumijevanje procesa pomoću dijagrama toka pomaže u praktičnim radnjama, kao što su na primjer:

- utvrđivanje kritičkih mjesta u procesu,
- otkrivanje mjesta poremećaja,
- utvrđivanje troškova kvalitete,
- određivanje mogućih uzroka problema,
- utvrđivanje odgovornosti za pojedine operacije,

- pregled zapisa i drugih dokumenata koji proizlaze iz pojedinih operacija,
- objašnjenje procesa i predlaganje boljih rješenja,
- predviđanje mjesta za kontrolu,
- izbacivanje nepotrebne kontrole,
- spajanje operacija,
- utvrđivanje mjesta gdje se vode zapisi i osobe koje ih vode.

Pri formiranju dijagrama toka moraju se koristiti postojeći simboli kojih ima jako puno pa ćemo nabrojati samo one osnovne (tablica broj 5).

*Tablica broj 5 – simboli dijagrama toka (najznačajniji)*

| Simboli   | Značenje simbola  |
|---|---|
|  | Kutija ili pravokutnik koristi se prikazivanje zadataka ili aktivnosti koja se izvodi u procesu. Iako višestruke strelice može ulaziti u svaku kutiju, obično samo jedna strelica izlazi iz svake kutije aktivnosti. Ovaj simbol označava pojedinačni korak u tijeku procesa, a detalji se upisuju u pravokutnik. |
|  | Ovaj simbol označava one točke u procesu gdje se postavlja da/ne pitanje ili donose odluke ili grananje toka procesa.   |
|  | Ovaj simbol se koristi za prikazivanje materijala, informacija ili akcija (ulaznih podataka) da se započne proces ili da prikaže rezultate na kraju (izlazne podatke).  |
|  | Krug sa slovom ili brojem označava da je dijagram toka prekinut, te da se nastavlja negdje na istoj stranici ili na nekoj drugoj stranici.  |
|  | Simbol se koristi za prikaz aktivnosti kontrole ili ispitivanja.  |
|  | Algoritamski korak u kome se definiraju ulazni i izlazni podatci.   |
|   | Strelica pokazuje smjer ili tok procesa. Križanje linija sa strelicama je dopušteno, ali ga valja izbjegavati.  |

## 4.6 Histogram

Histogram je dijagram okomitih stupaca s raspodjelom u estalosti podataka. Smanjuje opseg ispitivanja problema daju i sheme pojavljivanja varijacija, odstupanja od zahtjevane aritmetičke sredine i postojanje značajnog uzorka većine varijacija koji zahtjeva otkrivanje i otklanjanje. Za ovaj alat, odnosno metodu, možemo reći, da mu je osnovna svrha prikaz distribucije grupe podataka u grafičkoj formi, što omogućava jednostavan prikaz i razumijevanje promatrane veličine. Pri analizi rezultata koji se prikazuju u nekom vremenu ili koji se grupiraju oko neke reprezentativne vrijednosti, služimo se grafičkim sistemom koordinatnog sustava. Položaj jedne točke u ravnini potpuno je određen s dvije međusobno okomite koordinate. Horizontalna koordinata, abscisa (ili os  $x$ ), obično služi za registraciju vrijednosti mjerenja, a vertikalna koordinata (ili os  $y$ ), za registraciju frekvencija.

Kod primjene ove metode treba se u načelu pridržavati slijedećeg redoslijeda:

1. Prikupite podatke i informacije o konkretnoj veličini
2. Složite podatke u prikladnu tablicu, te ih obavezno izbrojite
3. Izračunajte raspon  $R$ , za cijeli uzorak
4. nacrtajte tablicu frekvencija
5. nacrtajte histogram
6. analizirajte histogram.

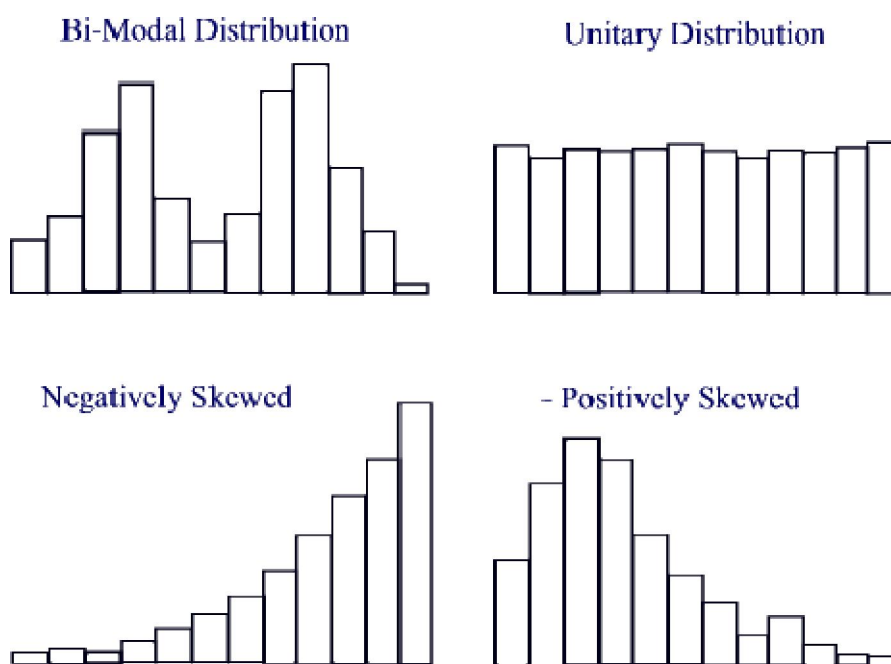
Centriranost histograma promatrane pojave ili procesa može biti :

- centriran
- pomaknut prema GKG/ (gornjoj kontrolnoj granici)
- pomaknut prema DKG/ (donjoj kontrolnoj granici)



Oblik histogram ne e uvijek poprimiti zvonoliki oblik. Oblika može biti jako puno što ovisi o mnogo utjecajnih faktora. Tako postoji 4 vrste oblika (slika broj 10):

- Bi-modal distribution/Bi modalna razdioba frekvencija
- Unitary distribution/Normalna razdioba frekvencija
- Negatively skewed/Negativno asimetri na razdioba
- Positively skewed/Pozitivno asimetri na razdioba



*Slika broj 10 – oblici Histograma*

## 4.7 Korelacijski dijagram

Znanstvena disciplina koja izučava korelaciju naziva se teorija korelacije. Javlja se krajem prošlog stoljeća u eri genetskih istraživanja. Korelaciju kao pojam prvi uvodi Galton 1888. godine, u djelu gdje razmatra odnos visine ljudi i dužine njihovih podlaktica. Njegov prijatelj Karl Pearson uspostavlja regresiju ili nazadovanje visine sinova prema prosjeku visine visokih oeva. Danas istu metodologiju nazivamo regresivnom analizom. Primjena korelacije u kontroli proizvoda dolazi mnogo kasnije, usporedno s razvojem statističke kontrole. Razna laboratorijska, probna i operativna istraživanja obiluju karakteristikama kvalitete, koje zavise o dvije ili više promjenjivih veličina.









Kao što smo već ranije spomenuli, ako promatramo dvije ili više pojava između kojih želimo utvrditi vezu, moramo ustanoviti vrijednost svake pojave – imbenika i utvrditi koja vrijednost jedne pojave – imbenika pripada vrijednosti druge. Time se utvrđuju tako zvani parovi vrijednosti. Na temelju dobivenih parova vrijednosti možemo nacrtati grafikon koji nazivamo "dijagramom rasipanja". Crtanjem ovog dijagrama dobivamo prve informacije o postojanju veza kao i njihovom smjeru, obliku i jakosti među zavisnim veličinama.

Crtanje dijagrama rasipanja vrši se slijedećim redoslijedom:

- Moramo raspolagati parovima vrijednosti za dvije promatrane pojave, a to su dvije varijable (jedna zavisna, a druga nezavisna), koje možemo označiti simbolima "x" i "y".
- Na osi apscisa označimo mjerilo za pojavu x.
- na osi ordinate označimo mjerilo za pojavu y.
- Svaki par vrijednosti xy predstavlja jednu točku na dijagramu
- Nacrtane točke oblikovane tzv. "oblak točaka".
- Na osnovi položaja, smjera i širine tog oblaka točaka možemo donijeti prveosnovne zaključke o postojanju veze, njihovom smjeru, jakosti i obliku.

Tri bitne osobine korelacijskog dijagrama pomo u kojih dolazimo do zaklju aka:

- Smjer veze

| Veza      | Promjena varijable   |   | Opis promjene                         |
|-----------|--|---|---------------------------------------|
|           | Varijabla A  | Varijabla B   |                                       |
| Pozitivna |   |   | Varijable rastu                       |
|           |   |   | Varijable padaju                      |
| Negativna |   |   | Varijabla A raste<br>Varijabla B pada |
|           |  |  | Varijabla A pada<br>Varijabla B raste |

- Jakost veze

| Veza         | Opis promjene  |
|--------------|--|
| FUNKCIONALNA | Svakoј vrijednosti varijable A odgovara samo jedna vrijednost varijable B                        |
| STOHAŠTI KA  | Svakoј vrijednosti varijable A odgovara više sli nih ali ipak razli itih vrijednosti varijable B |

- Oblik veze – po obliku razlikujemo linearnu i nelinearnu (krivolinijsku).

## 4.8 Opisna statistika

Pod pojmom opisna statistika podrazumijevaju se procedure prikupljanja, sažimanja i prezentiranja podataka prikupljenih tijekom odvijanja procesa ili ispitivanje proizvoda. Jedan od načina prezentiranja podataka je njihovo grafičko prikazivanje u obliku histograma (stupastih dijagrama). Od posebnog su značaja procedure kojima se opisuje srednja vrijednost i rasipanje prikupljenih podataka. Opisna statistika prethodi svim ostalim statističkim metodama. Opis procesa bit će bolji ukoliko su prikupljeni podaci vjerna slika analizirane strukture.

## 4.9 Planiranje pokusa

Planiranje pokusa odnosi se na procedure planiranja istraživanja koja se oslanjaju na statističkom ocjenjivanju rezultata ispitivanja kako bi se, s određenom razinom povjerenja donosile prosudbe o značajkama procesa ili proizvoda. Primjenjuje se za vrednovanje značajki proizvoda, procesa ili sustava u cilju procjene sukladnosti sa zahtjevima neke norme ili za usporedbenu analizu različitih sustava. Metode planiranja pokusa najčešće se primjenjuju u istraživanju utjecajnih faktora na karakteristike procesa ili proizvoda. Tu spada faktorski plan ispitivanja tipa  $2^k$ , pa sve do planiranja pokusa za određivanje funkcija gustoće vjerojatnosti.

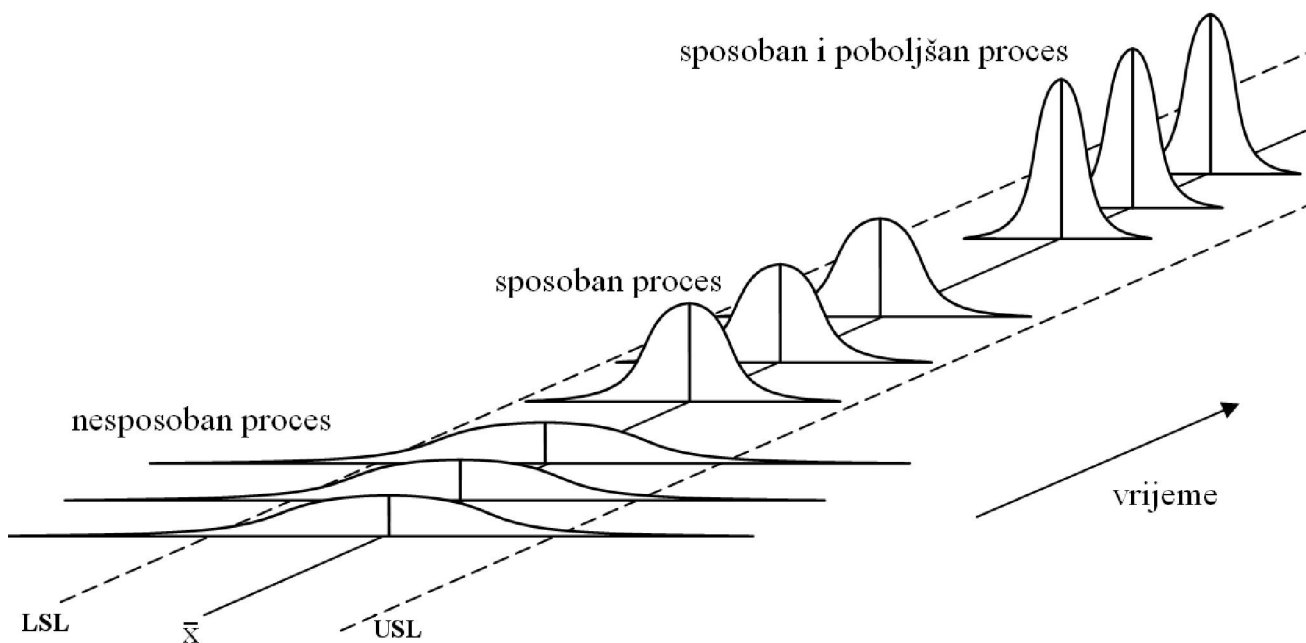
Primjenom neke od procedura planiranja pokusa postižu se velike uštede ljudskih, vremenskih i financijskih resursa.

## 4.10 Analiza mjerenja

Analiza mjerenja sastoji se od niza procedura kojim se procjenjuje mjerna nesigurnost u radnim uvjetima mjernog sustava. Mjerna se nesigurnost mora uzimati u obzir i tijekom prikupljanja podataka. Analizom mjerenja procjenjuje se da li mjerni sustav, uz deklariranu razinu povjerenja, udovoljava ili ne udovoljava namjeravanoj primjeni. Ovim se procedurama može izabrati mjerni uređaj ili odlučiti je li mjerilo sposobno, s određenom mjernom nesigurnošću, kvantificirati određeni parametar proizvoda ili procesa.

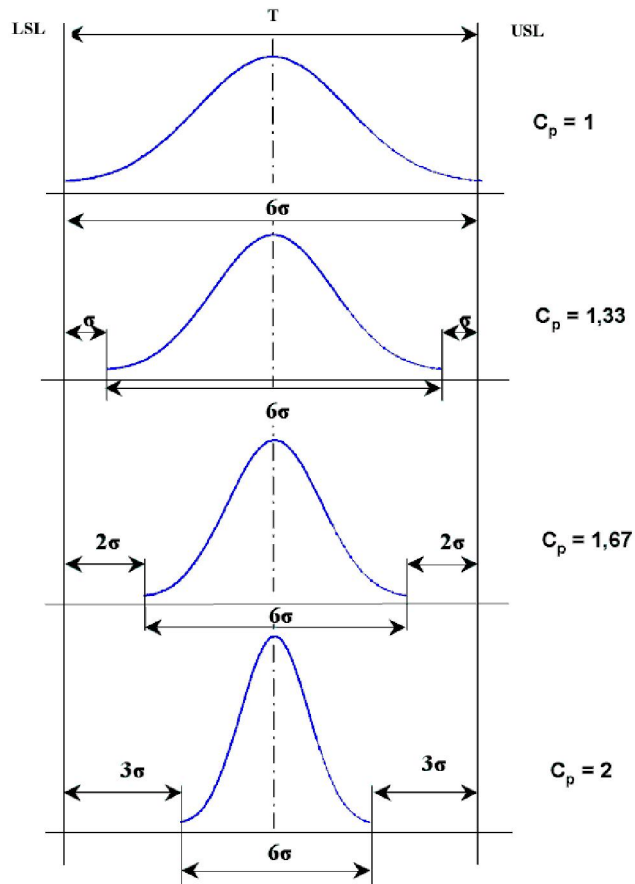
## 4.11 Analiza sposobnosti procesa

Predstavlja ispitivanje rasipanja procesa i je li ono unutar dopuštenih tolerancija procesa ili proizvoda danih gornjom i donjom granicom vrijednosti u GGV, DGV. Proces se promatra unutar  $\pm 3\sigma$  od srednje vrijednosti procesa u kojem se nalazi 99.73 % podataka.



*Slika broj 11 – sposobnost procesa*

Sposobnost procesa kvantificira se potencijalnom sposobnošću procesa,  $C_p$  (slika broj 12). Koja je definirana kao odnos širine tolerancije  $GGV-DGV$  i  $6\sigma$  procesa. Kritična sposobnost procesa  $C_{pk}$  definirana je odnosom udaljenosti srednje vrijednosti procesa do najbliže granične vrijednosti i  $3\sigma$  procesa. Obično se zahtjeva da  $C_p$  i  $C_{pk}$  budu jednake ili veće od 1.33.  $C_p$  i  $C_{pk}$  predstavljaju mjeru koja upućuje na zaključak je li potrebno unositi poboljšanja procesa.



Slika broj 12 - Sposobnost  $C_p$

## 4.12 Regresijska analiza

Ove se procedure primjenjuju kad je potrebno ocijeniti povezanost, odnosno ovisnost izlazne varijable (odziva) od promjene neke od ulaznih varijabli (pobuda) ili promjene neke od utjecajnih veličina. Regresijskom se analizom mogu razumjeti varijacije izlaznog parametra proizvoda ili procesa i odrediti koliko koji parametar procesa utječe na promjenu izlaznog parametra. Regresijskom se analizom može zaključiti koje se parametre procesa pratiti, a o kojim se parametrima može odlučivati na temelju poznavanja međusobnih odnosa.

## 4.13 Analiza pouzdanosti

Analiza pouzdanosti primjenjuje se kad je potrebno ocijeniti sposobnost proizvoda ili procesa da zadovolji traženu funkciju pod određenim uvjetima i u određenom vremenskom periodu. Tehnike koje se primjenjuju u analizi pouzdanosti primjenjuju statističke metode za izračunavanje nesigurnosti, slučajnih značajki ili vjerojatnosti pojavljivanja kvara tijekom vremena uporabe proizvoda. Primjenom analize pouzdanosti moguće je uz pomoć statističkih metoda predvidjeti sa kojom je vjerojatnošću u proizvod izvršavati namijenjenu funkciju bez kvara, odrediti srednje vrijeme između dva kvara.

## 4.14 Uzorkovanje

Uzorkovanje je statistička procedura kojom se dobivaju informacije o određenoj značajki populacije ispitivanjem slučajnog uzorka kao reprezentativnog dijela populacije. Postoji više tehnika uzorkovanja, međutim u praksi se najviše koristi normizirana procedura i to prema ISO 2859-1 kad se prebrojavaju loši elementi u uzorku i prema ISO 2859 kad se traže nesukladni elementi na temelju provedenih mjerenja parametara pojedinog elementa.

### **4.15 Simulacije**

Simulacija je skupni naziv za procedure kojima neki sustav, uporabom računala, matematički opisuje u cilju rješavanja nekog problema, predviđanja vrijednosti izlaza ili za optimizaciju sustava. Simulacije se najčešće provode kad su empirijska istraživanja suviše komplicirana ili je cijena tih ispitivanja previsoka. Simulacijom se dolazi do rješenja problema u vrlo kratkom vremenu i s malo novca. Temeljni je problem kako adekvatno matematički opisati sustav.

### **4.16 Statistika odstupanja**

Statistika odstupanja je procedura koja se temelji na određenim statističkim principima. Budući je proizvodnja statistički proces na koji utječu mnoge slučajne veličine, parametri proizvoda imaju neku ciljnu (srednju) vrijednost i neko rasipanje oko srednje vrijednosti. U praksi, zahtjevima norme ili određene tehnologije propisuje se da vrijednost određenog parametra ima ciljnu (srednju) vrijednost, a rasipanje vrijednosti ne smije biti tako da vrijednost parametra bude manja od donje granice vrijednosti – DGV, odnosno veća od gornje granice vrijednosti – GGK. Ovi uvjeti moraju biti ispunjeni kako bi proizvodi bili međusobno zamjenljivi. Manje rasipanje veća kvaliteta.

### **4.17 Analiza vremenskih serija**

Analiza vremenskih serija predstavlja skup metoda za proučavanje vrijednosti podataka sakupljenih tijekom odvijanja procesa. Vremenske serije podataka su korisne u planiranju, u kontroli proizvodnje, identificiranju promjena tijekom procesa, u predviđanjima daljnjeg odvijanja procesa te u ocjeni efikasnosti poduzetih preventivnih i popravnih mjera.



Analizom vremenskih serija mogu se izdvojiti sustavne od slučajnih veličina koje utječu na izlaz procesa, te uočiti cikličke, sezonske i trendovske sastavnice procesa. Vremenske serije su korisne i za razumijevanje ponašanja procesa u posebnim uvjetima, te s kojim se podešavanjima može utjecati kako bi proces poprimio ciljnu vrijednost, odnosno koja podešavanja mogu smanjiti rasipanje oko srednje vrijednosti.

## 5.0 Primjeri sedam tradicionalnih alata za upravljanje kvalitetom

Alati za upravljanje kvalitetom posebno su važno sredstvo za pra enje i postizanje stabilnosti procesa te osiguranja projekata kvaliteta proizvoda. To se u pravilu postiže zapisom podataka o kvalitetu kao i dokumentiranom sprije avanju grešaka i rješavanjem problema. U radu se govori o sedam alata za upravljanje kvalitetom kroz primjer mehani ke obrade struganjem gdje su ovi alati uspješno primjenjeni. Primjeri su napravljeni za samo 7 tradicionalnih alata, jer je njihova upotreba velik korak prema rjašavanju mnogih problema. U našem primjeru, struganje eli nog cilindri nog dijela, izdvojeno je 106 elemenata ije su mjere date u spisku mjera istim redosljedom kako su elementi obra ivani.

|        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 104,70 | 104,71 | 104,70 | 104,71 | 104,72 | 104,69 |
| 104,72 | 104,74 | 104,73 | 104,72 | 104,73 | 104,74 |
| 104,75 | 104,66 | 104,65 | 104,67 | 104,69 | 104,69 |
| 104,68 | 104,69 | 104,70 | 104,71 | 104,70 | 104,71 |
| 104,72 | 104,71 | 104,72 | 104,70 | 104,70 | 104,71 |
| 104,70 | 104,71 | 104,72 | 104,73 | 104,72 | 104,73 |
| 104,74 | 104,76 | 104,67 | 104,66 | 104,64 | 104,66 |
| 104,67 | 104,68 | 104,68 | 104,69 | 104,69 | 104,68 |
| 104,69 | 104,69 | 104,70 | 104,69 | 104,70 | 104,71 |
| 104,69 | 104,70 | 104,70 | 104,71 | 104,71 | 104,72 |
| 104,71 | 104,72 | 104,70 | 104,70 | 104,73 | 104,72 |
| 104,71 | 104,71 | 104,72 | 104,73 | 104,73 | 104,74 |
| 104,75 | 104,67 | 104,65 | 104,66 | 104,67 | 104,68 |
| 104,68 | 104,67 | 104,68 | 104,69 | 104,69 | 104,70 |
| 104,69 | 104,70 | 104,68 | 104,69 | 104,68 | 104,68 |
| 104,69 | 104,71 | 104,70 | 104,72 | 104,70 | 104,71 |
| 104,71 | 104,73 | 104,71 | 104,73 |        |        |

Pomoću ovih brojanih mjerenja, izvršit ćemo primjere za svih 7 tradicionalnih alata:

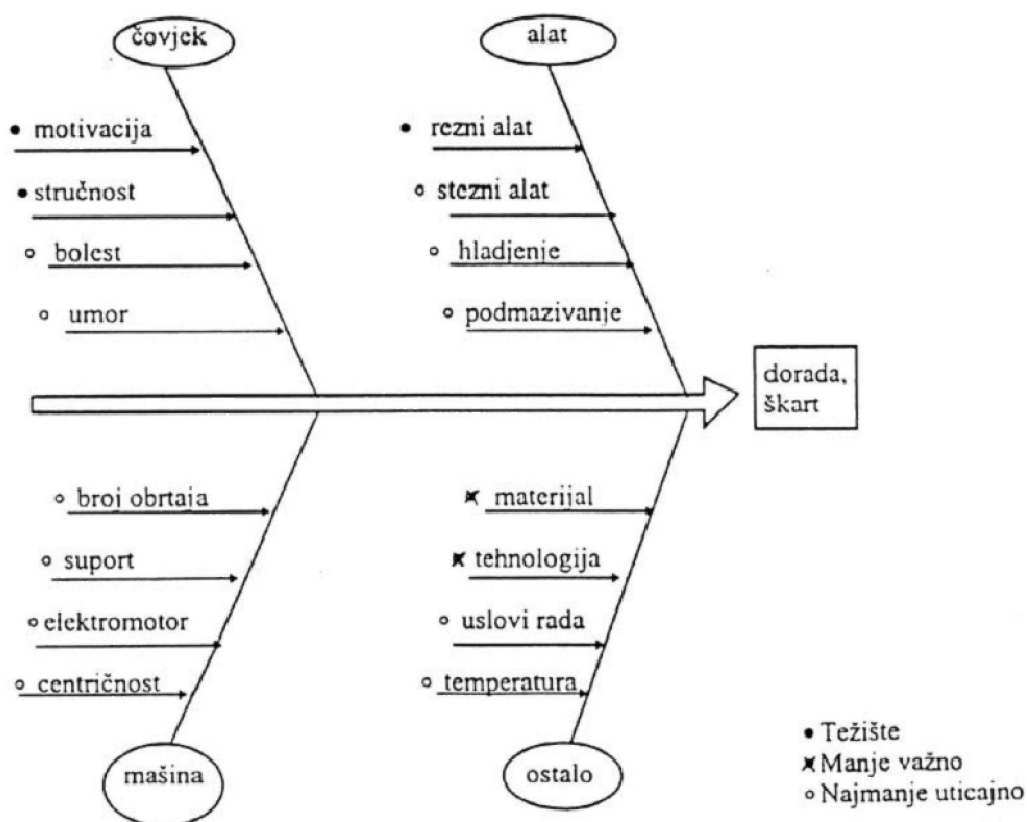
- Dijagram uzroka i posljedica (Ishikowa dijagram)
- Obrazac za prikupljanje podataka
- Pareto dijagram (ABC analiza)
- Kontrolne karte
- Dijagram toka
- Histogram
- Korelacijski dijagram

### **5.1 Dijagram uzroka i posljedica (Ishikowa dijagram)**

Ova metoda se pripisuje Kaoru Ishikawi, koji ju je početkom 50-tih godina uveo u japansku industriju. Prema njegovom iskustvu određeni su i inače rijetko pojava na jednom jedinom uzroku, pogotovo ne na onome, koji se čini da leži na dlanu. Naprotiv, moguće uzroke najčešće treba tražiti u slijedećim četiri polja:

- čovjek,
- stroj,
- metoda,
- materijal.

Pri praktičnoj primjeni metode slobodno se definiraju vlastita polja, koja odgovaraju ispitivanom u procesu. Tako se često kao druga polja mogu imati utjecaja javljaju okolina i Management (upravljanje). Prikaz našeg rješenja sa svim glavnim i sporednim uzrocima slika broj 13.



*Slika broj 13.*

*Primjer dijagrama uzroka i posljedica na primjeru vanjske mehani ke obrade (struganje) eli nog cilindri nog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04 \text{ mm}$*

## 5.2 Obrazac za prikupljanje podataka

| Mjera<br>( $104.7 \pm 0.04$ )    | Broj elemenata     |            |
|----------------------------------|--------------------|------------|
| 104.64                           | I                  | 1          |
| 104.65                           | II                 | 2          |
| 104.66                           | IIII               | 5          |
| 104.67                           | IIII III           | 8          |
| 104.68                           | IIII IIII IIII     | 11         |
| 104.69                           | IIII IIII IIII III | 16         |
| 104.70                           | IIII IIII IIII II  | 18         |
| 104.71                           | IIII IIII II       | 17         |
| 104.72                           | IIII IIII          | 12         |
| 104.73                           | IIII IIII          | 9          |
| 104.74                           | IIII               | 4          |
| 104.75                           | II                 | 2          |
| 104.76                           | I                  | 1          |
|                                  | Ukupno             | <b>106</b> |
| Obrazac za prikupljanje podataka |                    |            |

*Tablica broj 6.*

*Primjer obrazca za prikupljanje podataka na primjeru vanjske mehani ke obrade (struganje) eli nog cilindri nog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04$  mm*

### 5.3 Pareto dijagram (ABC analiza)

Za naš primjer analizirano je koliki su u inci pojedinih uzroka u doradi elemenata izraženo u vremenskim jedinicama. Rezultati te analize dati su u tablici broj 7.

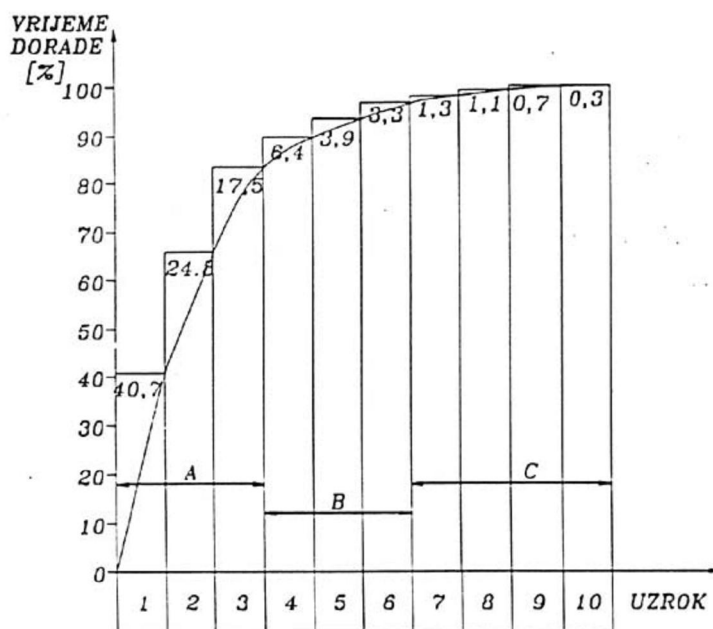
Tablica broj 7 – analiza dorade elemenata izraženih u vremenskim jedinicama

| <b>Red. broj</b> | <b>Uzrok dorade</b> | <b>Dorada</b> | <b>%</b> | <b>Kumulativ</b> |
|------------------|---------------------|---------------|----------|------------------|
| 1.               | Rezni alat          | 226           | 40.7     | 40.7             |
| 2.               | Motivacija- ovjek   | 138           | 24.8     | 65.5             |
| 3.               | Stru nost- ovjek    | 97            | 17.5     | 83               |
| 4.               | Pripremak           | 35            | 6.4      | 89.4             |
| 5.               | Tehnologija         | 22            | 3.9      | 93.3             |
| 6.               | Stroj               | 18            | 3.3      | 96.6             |
| 7.               | Radni uvjeti        | 7             | 1.3      | 97.9             |
| 8.               | Hla enje            | 6             | 1.1      | 99.0             |
| 9.               | Podmazivanje        | 4             | 0.7      | 99.7             |
| 10.              | Stezni alat         | 2             | 0.3      | 100.0            |
|                  |                     | 555           | 100%     |                  |

Na osnovu napravljene analize, do koje se došlo prilikom proučavanju procesa, urađena je Pareto dijagram (slika broj 14). Iz Pareto analize i dijagrama se jasno vidi da tri uzroka (reznik, alat, motivacija i stručnost) "proizvode" 83% dorade elemenata. Zbog toga su na dijagramu i izdvojena 3 područja A, B i C (zbog čega se ova analiza naziva i ABC analiza) koji su u redu u doradi slijedeći:

- Područje A (1, 2, 3) = 83,0%
- Područje B (4, 5, 6) = 13,6%
- Područje C (7, 8, 9 i 10) = 3,4%

Ova analiza ukazuje na neophodnost rješavanja problema dorade otklanjanjem prvenstveno uzroka u području A jer bi se eliminiralo 83% dorade. Svaki drugi pristup znao bi utrošak vremena i energije uz veoma male efekte (jer recimo područje C sa 4 uzroka utječe na "samo" 3,4% dorade) što bi svakako demotiviralo stručnjake koji rade na smanjenju dorade.

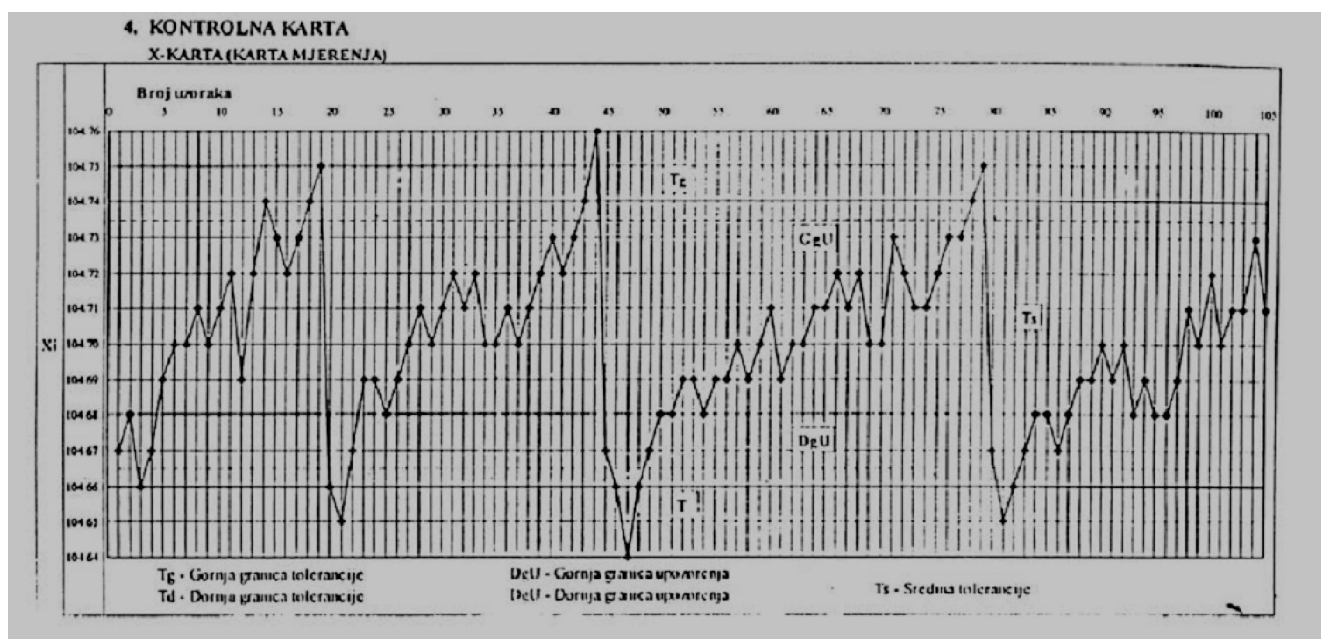


*Slika broj 14.*

*Pareto rješenje za primjer vanjske mehanike obrade (struganje) elinog cilindri nog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04$  mm*

## 5.4 Kontrolne karte

Kontrolna karta, kao četvrti alat u ovom pregledu alata za upravljanje kvalitetom, omogućava prikazivanje pada toka o kvalitetu u jednom dijagramu sa definiranim granicama vrijednostima, sa svrhom pravovremenog prepoznavanja i podešavanja odstupanja od planiranog toka procesa. Cilj svakog preduzeća je ekonomična proizvodnja koja odgovara zahtjevima za kvalitetu proizvoda. Iz tog razloga proizvodni procesi moraju biti tako koncipirani, planirani i upravljani da praktično sve proizvodne jedinice ispunjavaju zahtjeve postavljene u specifikacijama. Kontrolne karte su alat koji je vrlo efikasan za planiranje i upravljanje procesima. To je obrazac za grafičko prikazivanje vrijednosti, koje se dobivaju ispitivanjem neprekidnog niza uzoraka i koji se, nakon njihovog upisivanja, uspoređuju sa kontrolnim granicama i ako je to potrebno, sa granicama upozorenja, sa svrhom upravljanja kvalitetom. Poznato je više modela kontrolnih karata koje se primjenjuju u zavisnosti od karaktera procesa koji se prati. Ovdje smo za naš primjer uzeli X-kartu (slika broj 15).

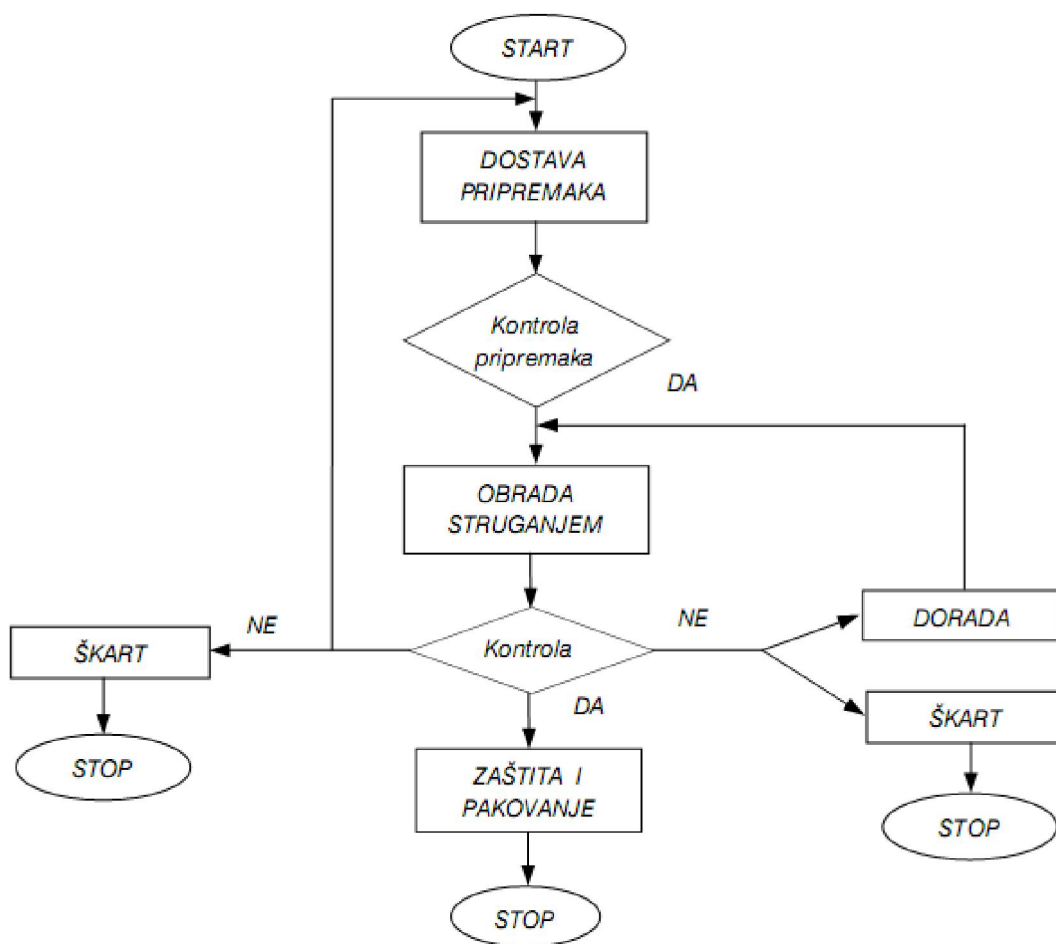


Slika broj 15 : X-kontrolna karta



## 5.5 Dijagram toka

Dijagram toka je alat čija je svrha da komplicirane tokove sa različitim nadležnostima i zadacima toka prikaže, da njihova struktura i logika bude jasna i transparentna. Iz dijagrama toka u osnovici lako prepoznaju svoje različite zadatke. Opisno formuliranje cjelokupnog toka bilo bi mnogo teže shvatiti i pogledati. Na (slici broj 16) prikazan je dijagram toka za primjer mehaničke obrade elemenata.



*Slika broj 16.*

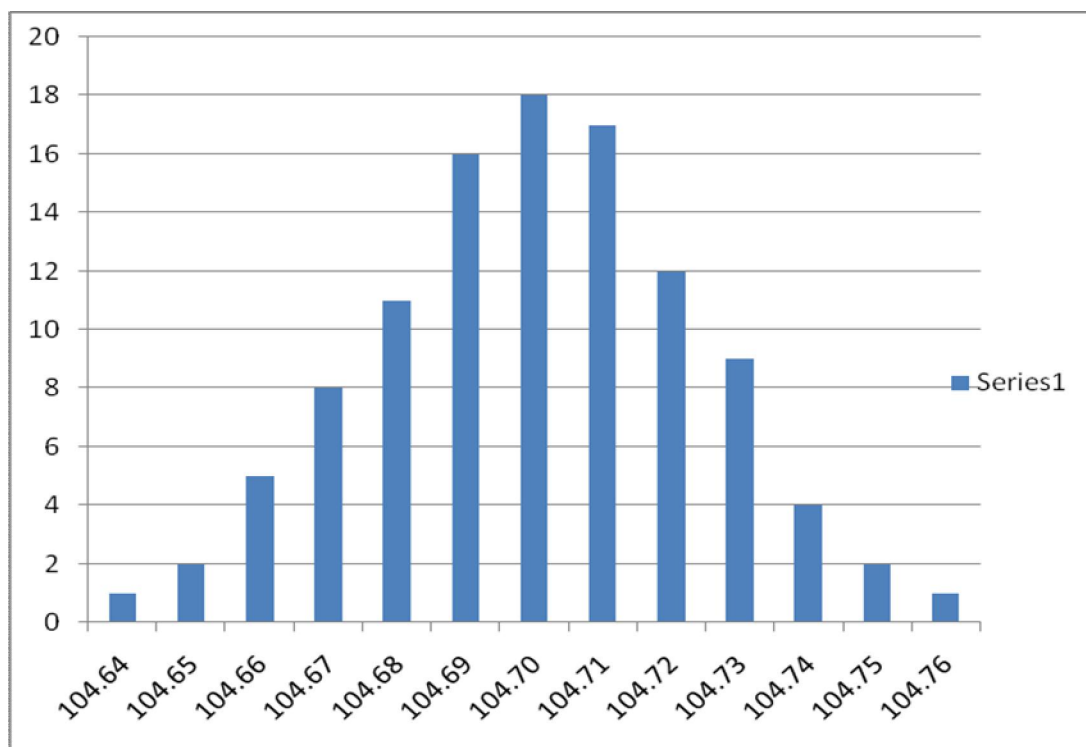
*Dijagram toka za vanjske mehaničke obrade (struganje) eličnog cilindričnog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04$  mm*

## 5.6 Histogram

Histogram je klasi ni grafi ki prikaz relativnih u estalosti vrijednosti karakteristika (izmjerenih vrijednosti) nekog procesa, sa svrhom objašnjenja širine rasipanja i težišta raspodjele (položaj, oblik). Na taj na in se lako može uo iti zakonitost i trend procesa. Izgled histograma za primjer koji je predmet ovog rada prikazan je na (slici broj 17). Ve na prvi pogled može se zaklju iti da histogram ima pravilan oblik - Gausova krivulja što ukazuje na odre enu stabilnost procesa. Simetri no je raspore en oko sredine tolerantnog polja što dokazuje centriranost procesa. Ono što je negativno u ovom slu aju je širina rasipanja, što uzrokuje pojavu dorade i škarta jer odre en broj elemenata izlazi iz propisanih tolerancijskih granica,  $F 104,7 \pm 0,04$  mm.

Izra un raspona:

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 104.76 - 104.65 = 0.11$$



*Slika broj 17.*

*Histogram za tablicu broj 2. Obrazac za prikupljanje podataka za primjer vanjske mehani ke obrade (struganje) eli nog cilindri nog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04$  mm*

## 5.7. Korelacijski dijagram

Korelacijski dijagram ili dijagram rasipanja je grafički prikaz odnosa pripadajućih varijabli, zbog prepoznavanja veze između njihovih vrijednosti. Iz njega se vidi kako se sa promjenom nezavisne varijable  $X$  mijenja zavisna varijabla  $Y$ .

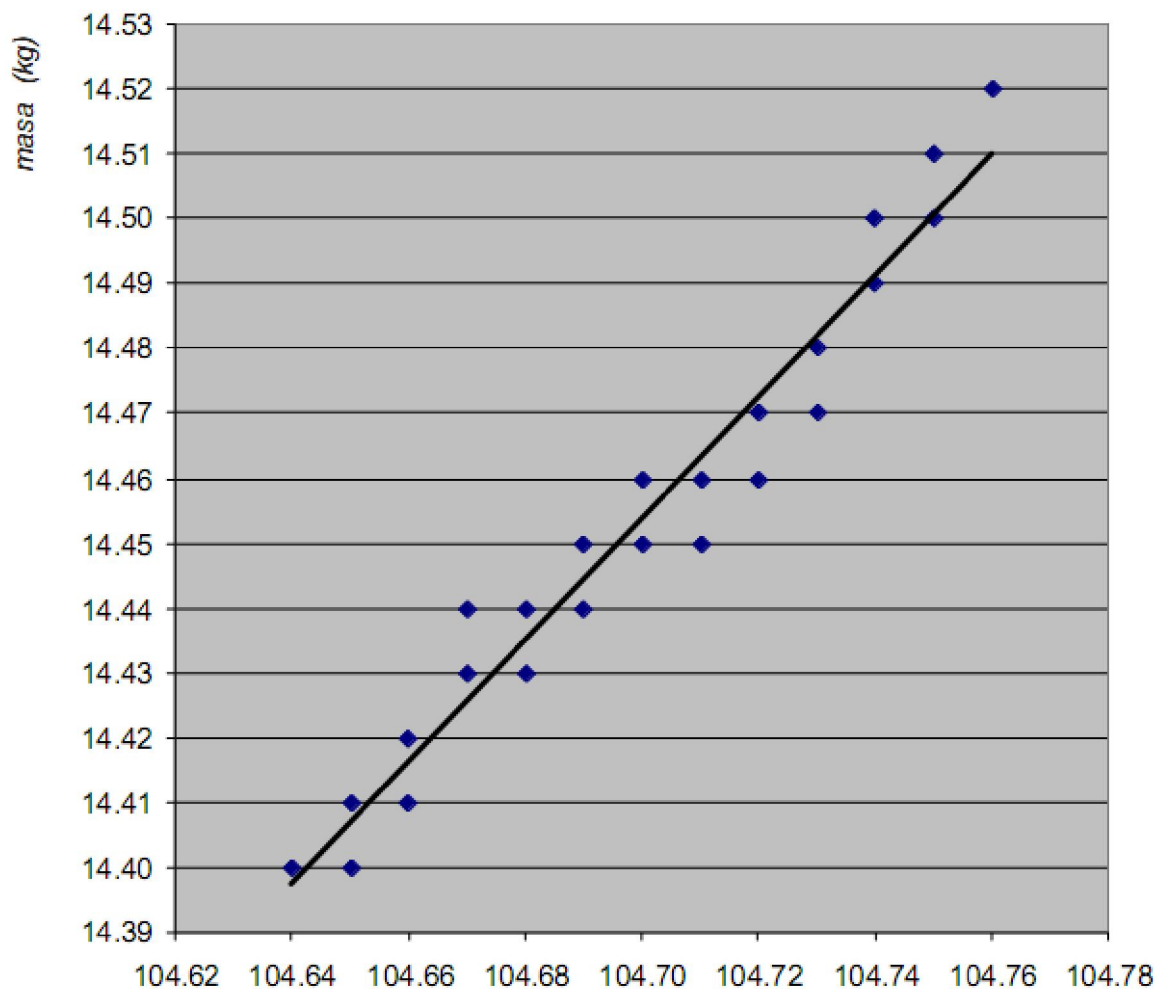
Za primjer promatrane mehaničke obrade uspostavljena je korelacija između vanjskog promjera i mase obradivanog elementa.

U (tablici broj 8) dati su odnosi promjera elemenata i njihove mase.

*Tablica 8 - Prikaz korelacije između vanjskog promjera i mase obradivanog elementa*

|        | Masa (kg) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 14,40     | 14,41 | 14,42 | 14,43 | 14,44 | 14,45 | 14,46 | 14,47 | 14,48 | 14,49 | 14,50 | 14,51 | 14,52 |
| 104,64 | X         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,65 | X         | X     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,66 |           | X     | X     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,67 |           |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,68 |           |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,69 |           |       |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |       |       |
| 104,70 |           |       |       |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |       |
| 104,71 |           |       |       |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |       |
| 104,72 |           |       |       |       |       |       | X     | X     |       |       |       |       |       |
| 104,73 |           |       |       |       |       |       |       | X     | X     |       |       |       |       |
| 104,74 |           |       |       |       |       |       |       |       |       | X     | X     |       |       |
| 104,75 |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       | X     | X     |       |
| 104,76 |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | X     |

Iz (slike broj 18) se vidi da je između navedenih parametara (promjer i masa) uspostavljena jaka pozitivna korelacija. Korelacijski dijagram ima značajnu praktičnu primjenu u procesima u kojima je otežano pratiti neki parametar direktno, već se mora to učiniti indirektno preko drugog lakše mjerljivog parametra, pri čemu se mora uspostaviti odgovarajuća korelacija između njih.



*Slika broj 18.*

*Korelacijski dijagram za primjer vanjske mehani ke obrade (struganje) eli nog cilindri nog dijela na toleranciju  $F 104,7 \pm 0,04$  mm i mase obra enog elementa*

## 6.0 Zaključak

U ovom radu cilj je upoznanje sa sve u stalijim korištenjem modernih tehnika za poboljšavanje kvalitete. U traženju stalnog poboljšavanja stru ni ljudi, timovi ili menadžemnt koristi razne metode, a s time i razne alate koji su nabrojani u napisanom radu. Mogu nosti koje im ti alati donose su od velike pomo i za poboljšanje kvalitete, jer omogu uju sagledanje utjecajnih imbenika, pri donošenju optimalnih odluka, pronalaženju prioriteta i sl.

Moramo razumjeti da u svakoj organizaciji ima puno problema. Ne postoji takva organizacije s idealnim procesima. Možemo ih podijeliti na dobre i na one svjetski priznate. Naravno da ni u svjetski priznatim nije sve bajno, ali oni imaju stalnu težnju napredka koje slabije organizacije to sporije provode pa zaostaju.

Svaka od ovdje nabrojanih alata u radu ne koristi se isklju ivo u jednoj djelatnosti. Sve se one danas mogu primjenjivati u širokom spektru podru ja koje teže poboljšavanju ili rješavanju raznih problema u procesima. Manje – više sve su one univerzalne i primjenjive u razli itim situacijama.

## 7.0 Literatura

[1] Kondi , Ž : Kvaliteta i ISO 9000 –primjena- , Impresum, Varaždin, 2004

[2] Pyzdek,T : The Six Sigma Handbook, McGraw-Hill, New York, 2003

[3] HRN EN ISO 9000:2002, tre e izdanje

[4] Mudronja, V : Analiza sposobnosti procesa, Zagreb, 1997

[5] Mudronja,V : Upravljanje kvalitetom, predavanja

[6] Runje, B : Osnove upravljanja kvalitete, predavanja

[7] Internet adrese :

- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.quality-one.com](http://www.quality-one.com)
- [www.isixsigma.com](http://www.isixsigma.com)
- [www.pyzdek.com](http://www.pyzdek.com)