

Six Sigma esitelmä 21.10.1999/ Eero E. Karjalainen

QualiFinn 1999
(Esitelmä 21.10.1999)

Six Sigma

Professori Eero E. Karjalainen
Quality Knowhow Karjalainen Oy
Keskuskatu 11 A
15870 HOLLOLA
Puh. 03 - 7804 264
Fax 03 - 7807 017
[E-mail:eero@qk-karjalainen.fi](mailto:eero@qk-karjalainen.fi)
<http://www.qk-karjalainen.fi>

Johdanto

1980-luvulla Philip Crosby esitti kirjassaan "Laatu on ilmaista" idean nollavirheestä ja valtavista laatukustannuksista.



Philip Crosby

Idea oli hieno ja se ratkaisisi kaikki laatu- ja tuottavuusongelmat, mutta valitettavasti idean ja ratkaisun välillä oli ammottava aukko ja suuri kysymys kuinka?

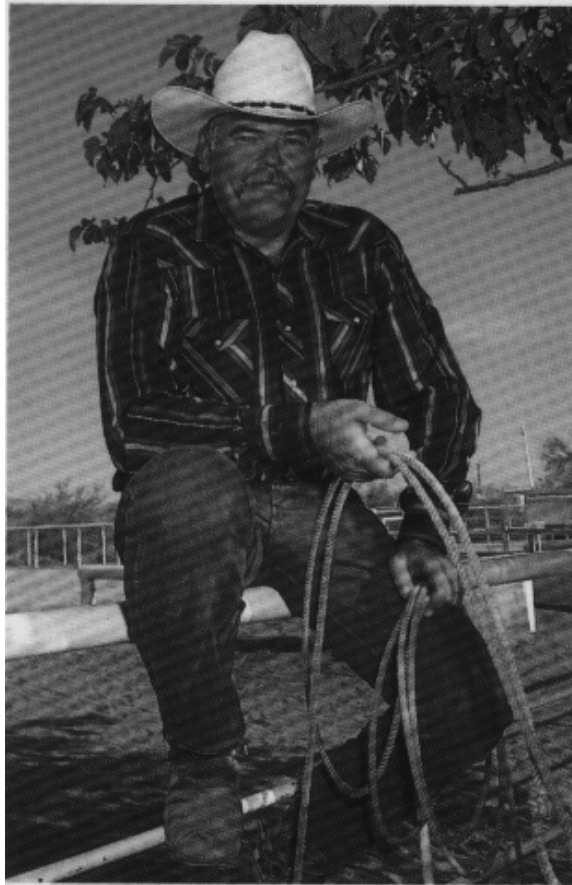
Idea jäi elämään. Laatuyhteisö keskittyi laadunvarmistusjärjestelmiin ja TQM:ään. Saatiin aikaan ISO 9000 standardisarja, joka on yleinen kaikki toimialat kattava järjestelmä, jonka uskottiin ratkaisevan laatuongelmat. Toisin kävi. ISO toi vain vähän laadunparannusta ja voittoa, mutta sitäkin enemmän hyötyä laadunvarmistukseen. TQM poiki kansalliset laatupalkinnot ja palkintokriteerit, jotka toimivat paremmin.

Maailmassa kuitenkin kaikki toiminta kietoutuvat yhä enenevässä määrin **rahaan ja pörssiin**. Pörssiosakkeiden kehitys määrittelee hyvinvointimme ja eläkkeemme. Osakearvot ja raha ovat kaiken takana. Onko laadulla osuutta osakearvoihin, rahaan ja "huomispäivän" hyvinvointiin?

SIX SIGMA

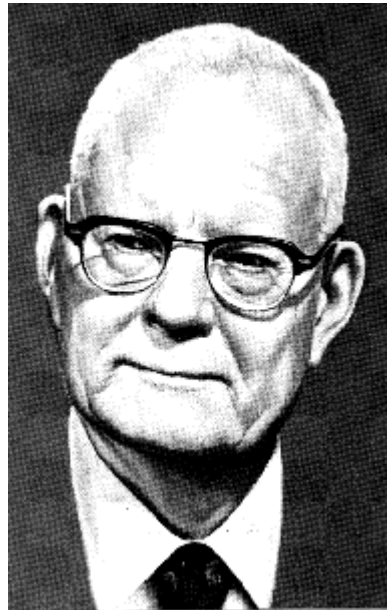
Nyt lähes viisitoista vuotta myöhemmin palaamme laatujärjestelmistä tuotteiden ja palvelujen laadun parantamiseen. Yrityksen arvon (osakkeiden) kasvattaminen asiakastyytyväisyyttä parantamalla on kehityksen kärki.

On syntynyt uusi menetelmä ja johtotähti laatutoiminnalle, **SIX SIGMA**. Menetelmän kehittäjä on tri Mikel J. Harry.



Mikel J. Harry (1952-)

Tri Mikel J. Harrystä uskotaan tulevan laatuliikkeelle sama, mitä tri Walter A. Shewhart oli 1930 luvulla ja tri W. Edwards Deming oli 1980-90-luvulla.

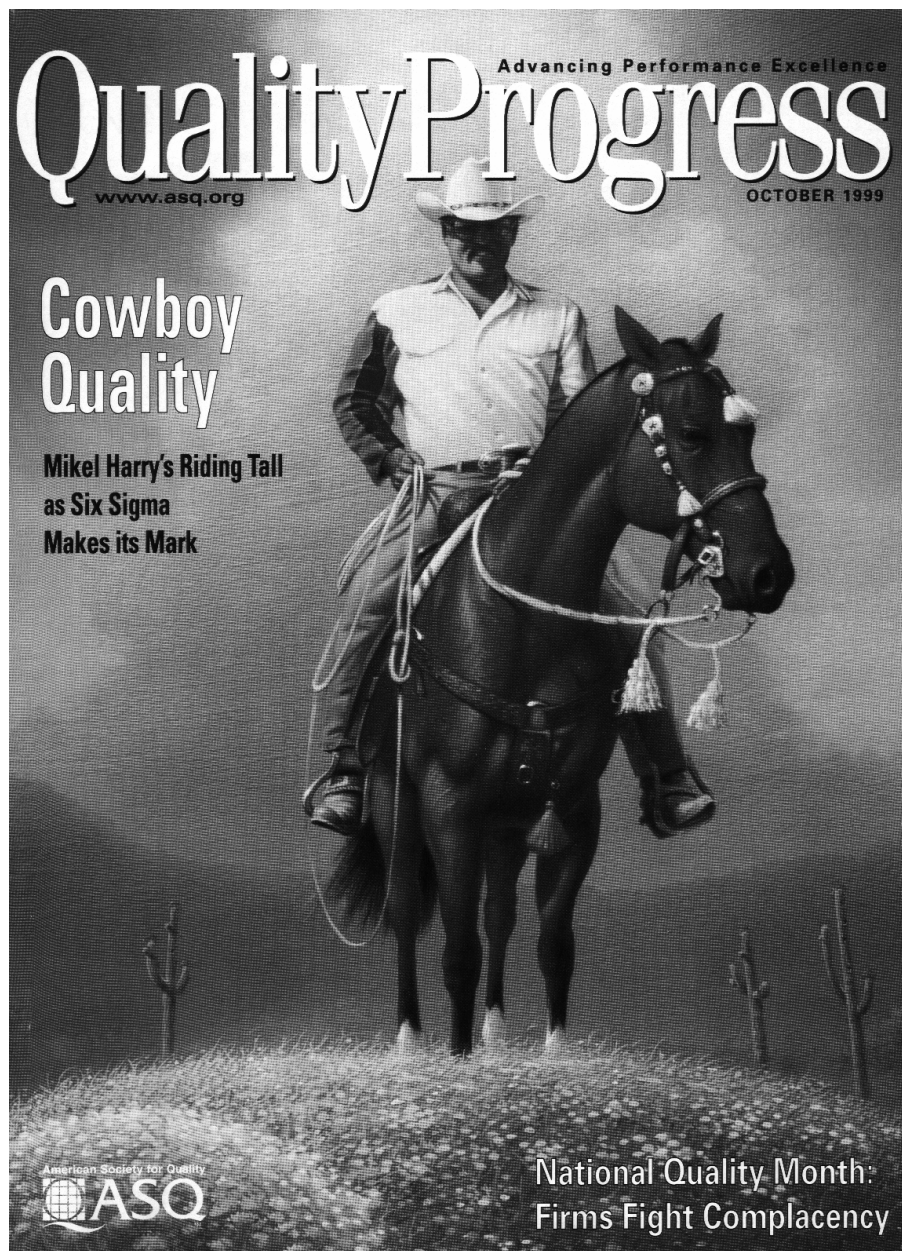


Walter A. Shewhart (1891-1867)(vasemmalla) W. Edwards Deming (1900-1993)(oikealla)
"Father of Modern Quality Control" "Father of TQM"

Six Sigman historiasta

Six Sigma -ajattelun ja konseptin kehittäjiä ovat Bill Smith, Richard Schroeder, Mikel J Harry. Six sigma ohjelma luotiin Motorolassa 80-luvulla vastamenetelmänä japanilaisten ylivoimaiseen laatuun erityisesti puolijohde- ja elektroniikkateollisuudessa. Menetelmä tuli "kaiken kansan" tietoisuuteen, kun Motorola voitti 1988 ensimmäisen jaetun USA:n presidentin lautupalkinnon (Malcom Baldrige).

Menetelmän jatkokehittäminen on tapahtunut ABB:llä (90-luvun taitteessa). Mikel toimi yrityksen varapresidenttinä vastuuna laatusysteemin kehittäminen. Tällä hetkellä kehitystyötä tehdään Six Sigma Academy Inc toimesta (Harry, Schroeder). On syntynyt "Coyboy-laatu".



Onko Harry uusi "kuningas"?

Onko Mikel J. Harry uusi laatuliikkeen johtaja, jonka näkemykset ja ideat muokkaavat syvällisesti yritysten tapaa tehdä business? Muodostaako tri Mikel J. Harryn luoma Six Sigma ja läpimurtostrategia (Six Sigma Breakthrough Strategy) käännekapisteen, joka saa yritysjohton todella uskomaan laatuinvestointiin ja kääntääkö Six Sigma laadun parannusinvestoinnin voitoksi, rahaksi?

Mikel J. Harry on kehittänyt uuden yhtenäisen laatuteorian, joka muuttaa radikaalisti ajattelua laadusta ja sen laajenevasta roolista businessissä ja kaikkialla yhteisössä.

Six Sigma epäilyjä:

- ❖ Useat ovat väittäneet, että Six Sigma -menetelmä ei ole uusi. Se käyttää tilastollisia menetelmiä, jotka on kauan tunnettu ja hyvin todennettu!
- ❖ Six Sigma -menetelmä keskittyy laadun parantamiseen ja virheiden vähentämiseen projekti projektilta. Projekti-projektilla on tuttu menetelmä, jota tri J. M. Juran on vuosikymmeniä esittänyt ja edistänyt!
- ❖ Jotkut uskovat, että six sigma on nopeasti toteutettu, koska projektit kestävät kolmesta kuuteen kuukauteen!
- ❖ Jotkut sanovat, että six sigma on muoti-ilmiö, jonka voi unohtaa, koska se menee nopeasti ohi!

Six sigman puolesta:

- ❖ AlliedSignalin, GE:n, Motorolan, ABB ja monet muut onnistuneet Six Sigma sovellutukset todistavat Six Sigmasta paljon enemmän kuin laatusuositus menetelmälle.
- ❖ Six Sigma projektien on todettu tuottavan alaviivalle (voittoa) mahtavasti
 - -\$175.00/projekti (980.000 mk/projekti)
 - -\$1 milj/black belt/vuosi (5.6 milj. mk/black belt/vuosi)
- ❖ Mitään tilasto- tai laatumenetelmää, joka tuottaa yli 5 milj. mk/vuosi, ei voi ohittaa olankohautuksella!

Yksityiskohtia puolesta

AlliedSignal saavutti 1995-97 **\$800 Milj.** säästöt Six Sigmaa soveltamalla. Navistarilla 400%:n nousu pörssi-arvossa sen jälkeen kun yritys alkoi käyttää Six Sigmaa 1997. GE:n säästöt **\$600 Milj.** ja liikevoitto 13,8->14,5% 1997 Six Sigman avulla.

General Electricin pääjohtaja Jack Welch kirjoittaa GE:n vuosikertomuksessa

"On sanottu, että suhtaudumme Six Sigmaan hieman hihulimaisesti. Se pitää paikkansa. Niin me suhtaudumme".

GE:ssä on vedetty yli 55.000 Six Sigma -projektia, joiden keskimääräinen tuotto ylittää reilusti 300.000 mk/projekti. Kaiken lisäksi GE teki parhaan tuloksensa yrityksen 105 vuoden historiassa. Six Sigma on laatua ja rahaa. Ensimmäinen laatumenetelmä, joka noteerataan pörssikurssissa!

Analyytikko Jennifer Pokrzywinski (Morgan Stanley): GE:n Six Sigma -hyödyt noussevat vuonna 2000 **\$6 600 000 000:iin** (5,5% myynnistä. Analyytikko Jennifer Pokrzywinski (Morgan Stanley): Six Sigma yrityksille ominaista_

- *parempi pääoman kierto nopeus

- *vähemmän pääoman menetyksiä kapasiteetin tyhjäkäynnin vuoksi

- *tuottavammat T&K-panostukset

- *nopeampi uuden tuotteen kehittäminen

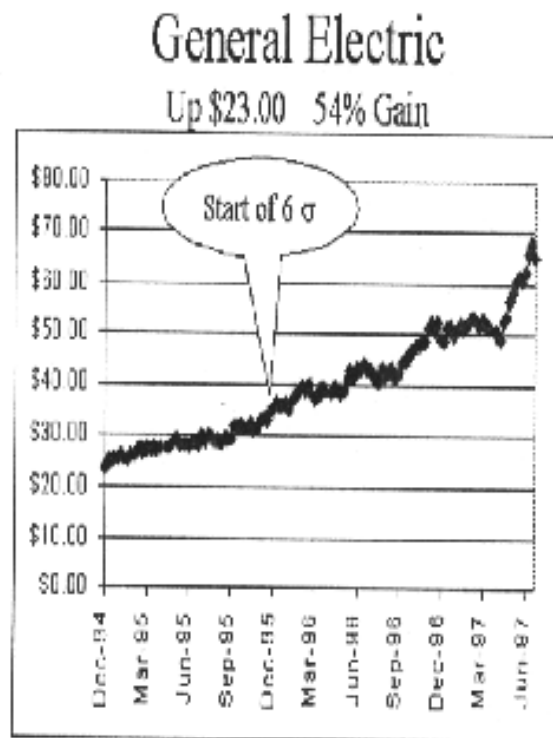
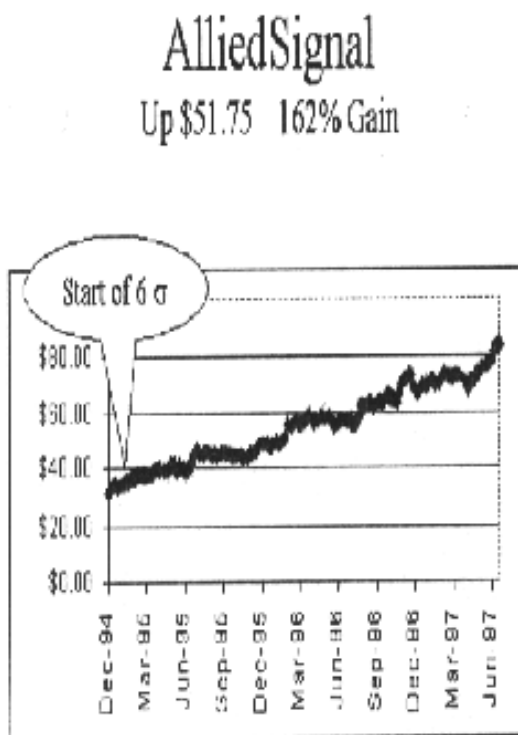
- *parempi asiakastytyväisyys

Lähde: QP, May 1998

Six sigma ja pörssikurssit

Onko pörssikurssit tärkeitä nykypäivänä? Onko tuotto tärkeää yrityksille? USA:ssa 6 sigma metodi liitetään yrityksen pörssikurssin kasvuun.

(www.sixsigmainternational.com/stock/sld003.htm)



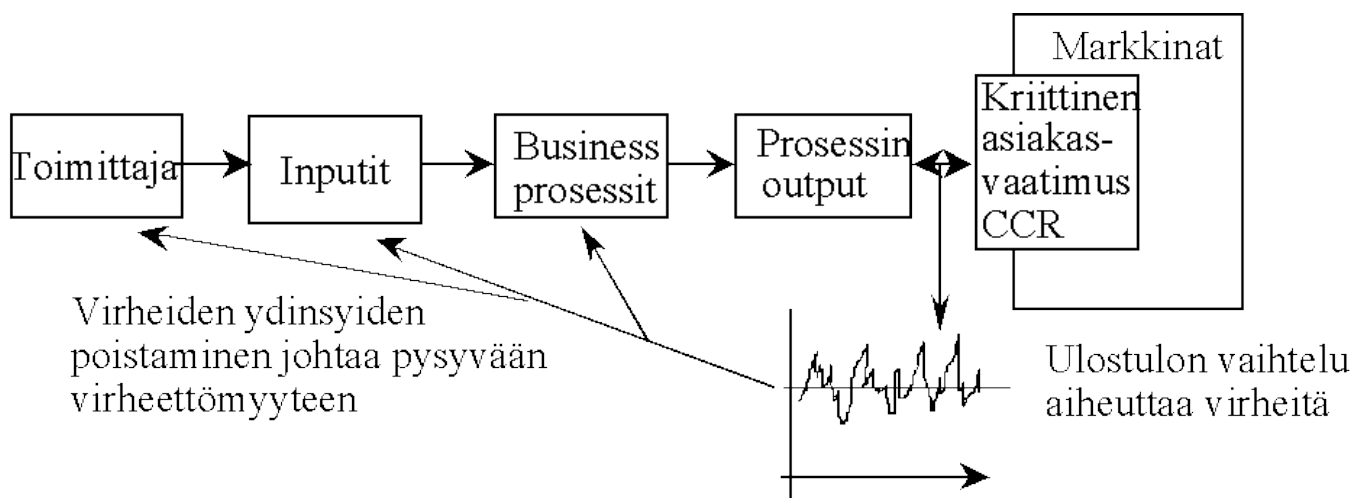
Edellä olevien perusteluin jokaisen kehitys-, laatu- tai tilastoammattilaisen on ymmärrettävä mahdollisuus ja toisaalta vastuu siitä, miten Six Sigmaa sovelletaan ja myös velvollisuus sen soveltamiseen.

Vaikka Six Sigman tilastotyökalut eivät ole uusia, täysin uutta on niiden sovellutus ja levittäminen. Six Sigma integroi lukuisia eri näkemyksiä ja näkökulmia, joka tekee siitä erilaisen kuin perinteisistä tilastomatematisista ongelmanratkaisutavoista.

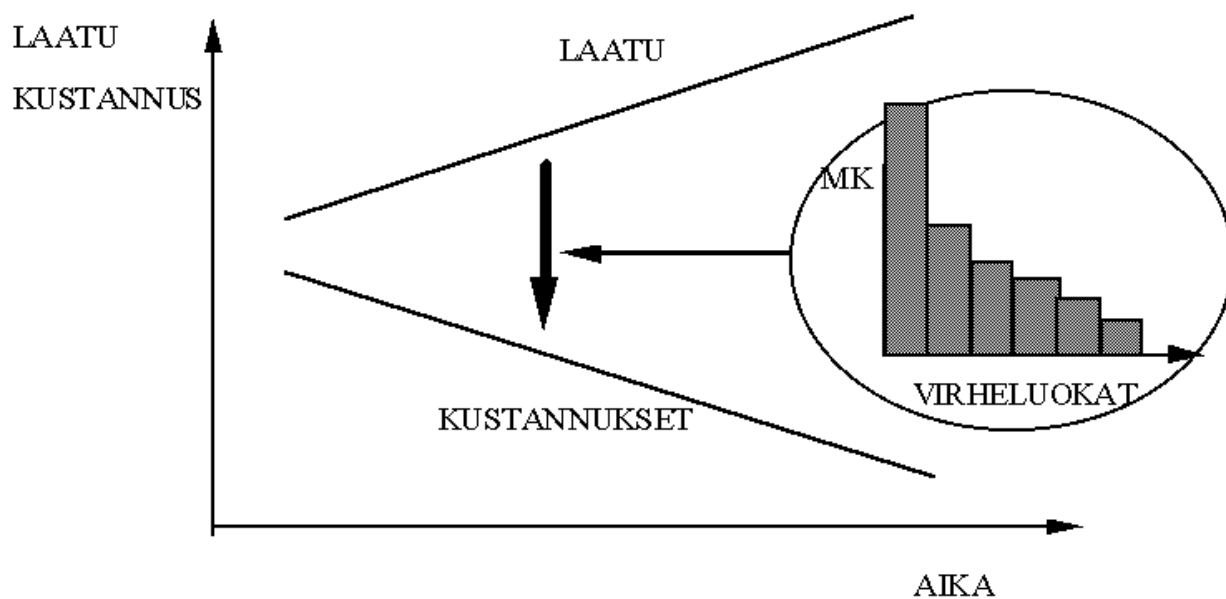
Mitä Six Sigma on?

Six Sigma on **liiketoiminnan parannusmenetelmä**, jolla pyritään löytämään ja eliminoimaan erheiden ja virheiden syyt liiketoimintaprosessista fokuoimalla huomion niihin ulostuloihin, jotka ovat asiakkaille kriittisen tärkeitä.

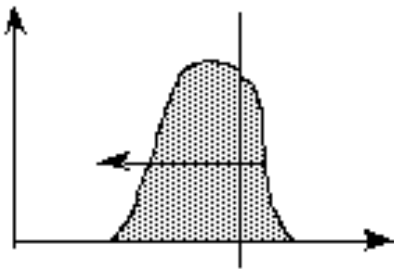
Fokusoinnista seuraa, että **prosessin suoritusarvot paranevat, asiakastyytyväisyys paranee ja liike-tulos kasvaa** säästöjen ja lisääntyvän liikevaihdon kautta. Six Sigma sitoo business-outputin suoraan markkinapaikan vaatimuksiin



Six Sigma on kahden tekijän - asiakastyytyväisyyden ja voiton (kustannusten) optimointistrategia, jota toteutetaan jo Lahden alueella DQE-osaamiskeskusohjelmassa.

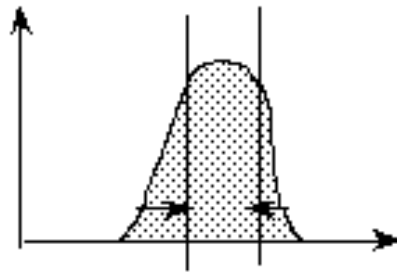


Strategisella tasolla Six Sigman päämääränä on suunnata organisaatio terävästi markkinoille ja tuottaa reaalista parannusta (ja markkoja) "viivan alle". Toiminnallisesti Six Sigman päämääränä on siirtää tuotteen tai palvelun ominaisuudet asiakasvaatimusspeksien sisään ja kutistaa dramaattisesti prosessien vaihtelua kohti "Six Sigmaan". Vaihtelun pienentäminen voi tapahtua "vasemmalle", "keskelle" tai "oikealle"



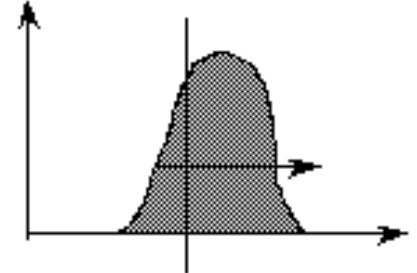
"Pienempi on parempi"

"Vasemmalle"



"Ominaisarvo paras"

"Keskelle"



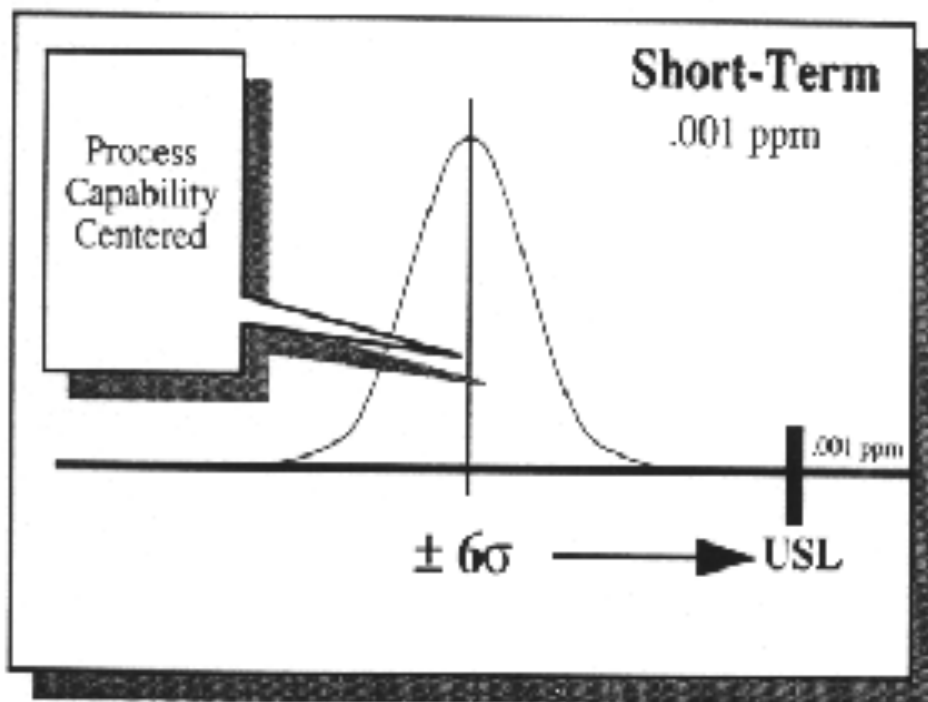
"Suurempi on parempi"

"Oikealle"

Vasemmalle vähentäminen voi olla esimerkiksi palvelussa potilaan hoitoaika lyhyemmäksi, pankkien jonot lyhyemmäksi, läpimenoaika lyhyemmäksi. Keskelle tuotemitta toleranssiin, oikea toimitusaika, junat oikeaan aikaan. Oikealle voitto suuremmaksi, myynti suuremmaksi, huoltovälit pidemmiksi, elämä pidemmäksi jne.

Raja, jonka ylä, ala tai väliin pyritään on CCR tai CTQ (Critical Customer Requirement) kriittinen asiakasvaatimus. CCR-raja ei ole kiinteä vaan dynaaminen. Näin myös saavutettu sigma ei pysy vakiona, vaan muuttuu ympäristön muutoksen mukana.

Organisaation tehtävänä on suunnata sen osaset ja toiminta (johtaminen, strategia, ihmiset ja teknologia) kohti **Six Sigma** tasoa ja asiakastyytyväisyyttä.



Six Sigma?

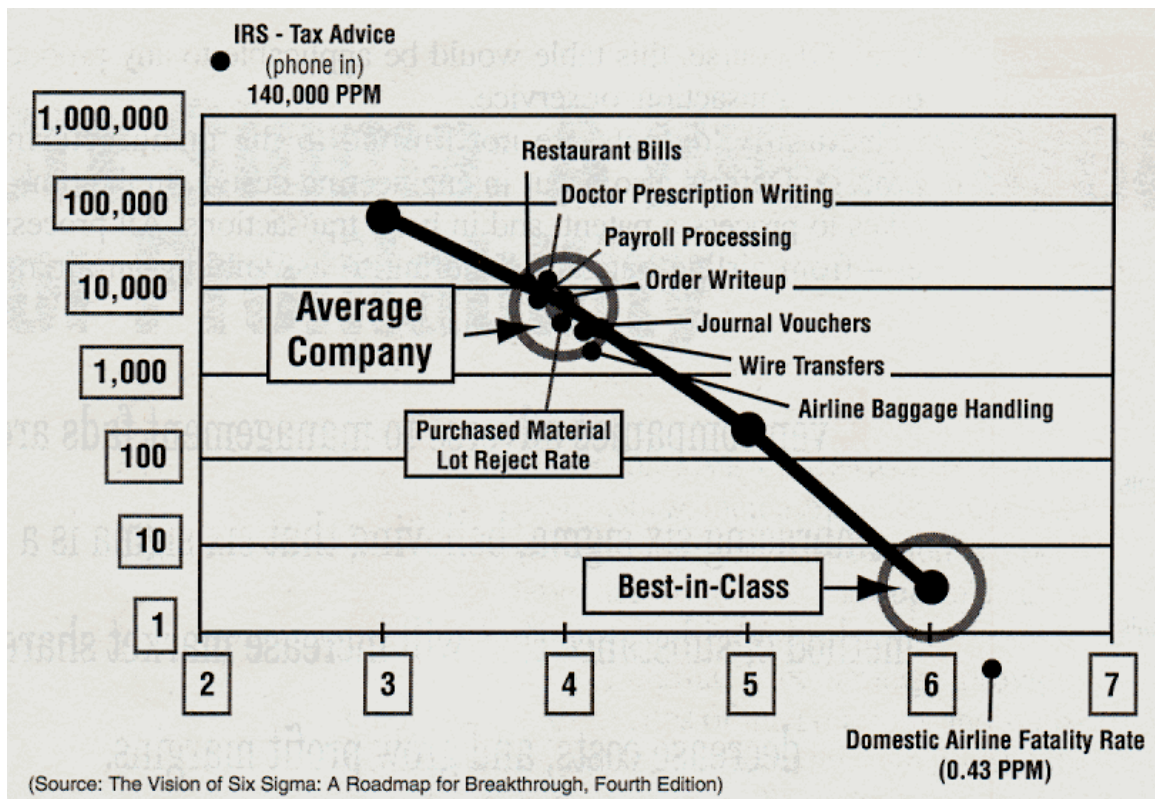
Sigma σ on kreikkalainen kirjain, jota käytetään tilastomatematiikassa kuvaamaan standardipoikkeamaa. Standardipoikkeama on keskimitta, kuinka kaukana mittaustulokset ovat keskiarvosta.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

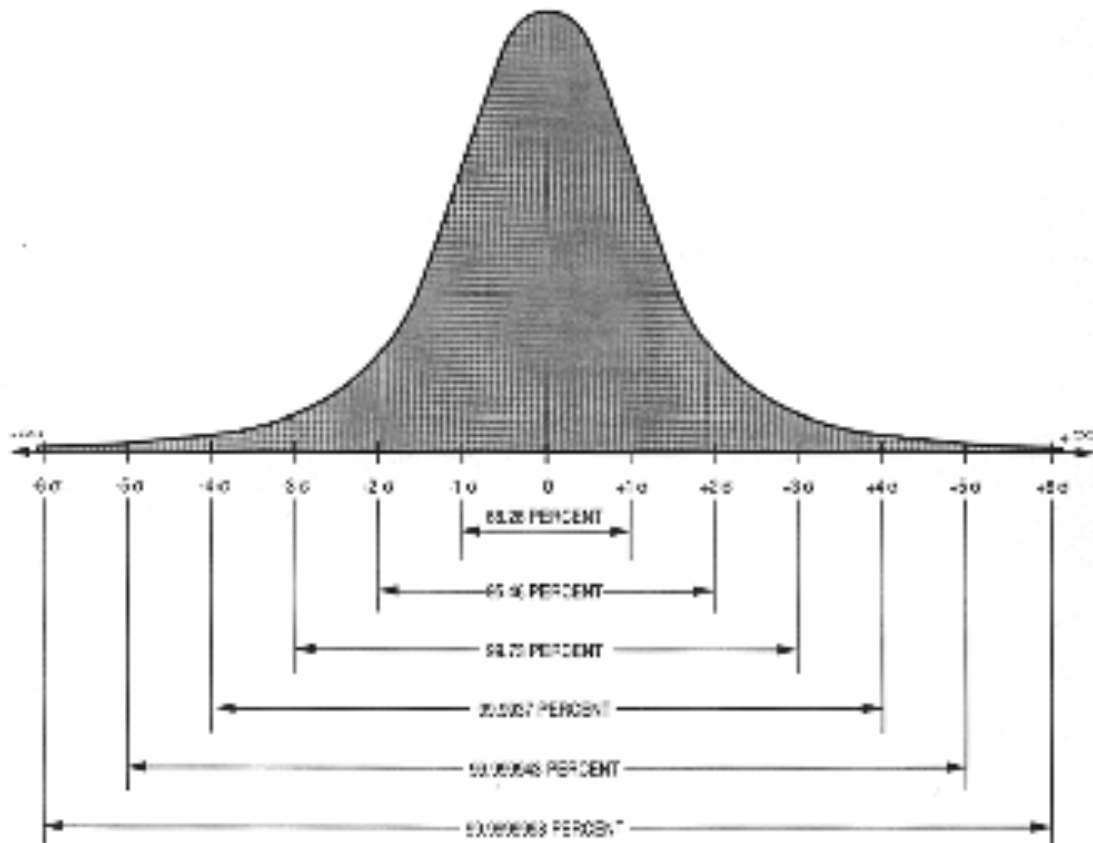
Six Sigma on monta asiaa samassa

Six Sigma ei ole vain mitta, vaan se on yleiskäsite, joka asiayhteydestä riippuen tarkoittaa eri asioita:

1. Six Sigma on vertailumitta (benchmark), jolla verrataan prosessien, tuotteiden, palvelujen, ominaisuuksien, laitteiden, koneiden, osastojen ja yritysten laatutasoa toisiinsa.



2. Six Sigma on laatutavoite. Six Sigma (kuusi sigma) on hyvin lähellä nolla-virhettä. Hyvin lähellä tarkoittaa 0,002 virhettä miljoonaa yksikköä kohden, jos keskiarvosiirtymää ei ole. Keskiarvosiirtymällä virheitä on 3,4 ppm.



Normaalijakautuma ja osuudet sigmoissa

Sigma	Parts per million (PPM) Virhettä/miljoona mahdollisuutta	Huonon laadun kustannus	Kommentti
6 sigma	3,4 virhettä/miljoona	<10% myynnistä	(Maailman huippu)
5 sigmaa	233 virhettä/miljoona	10-15% myynnistä	
4 sigmaa	6.210 virhettä/miljoona	15-20% myynnistä	(Teollisuuden keskiarvo)
3 sigmaa	66.807 virhettä/miljoona	20-30% myynnistä	
2 sigmaa	308.537 virhettä/miljoona	30-40% myynnistä	(Ei kilpailukykyinen)
1 sigma	690.00 virhettä/miljoona		

3. Six Sigma on myös uusi tapa mitata laatua. Sen sijaan, että määrittelisimme laatutason virheprosentteissa tai miljoonasosissa, laskemme laadun sigmoissa tai Cpk-indekseillä. Kuinka monta sigmaa teidän prosessinne on? Mitä suurempi

luku, sen parempi. Suomessa luku on tyypillisesti 1-2 sigmaa ja maailmalla 3-4 sigmaa.

($Cpk=0,66 \Leftrightarrow 2$ sigmaa, $Cpk=1 \Leftrightarrow 3$ sigmaa, $Cpk=2 \Leftrightarrow 6$ sigmaa) (=QS-9000 suoritusvaatimus)

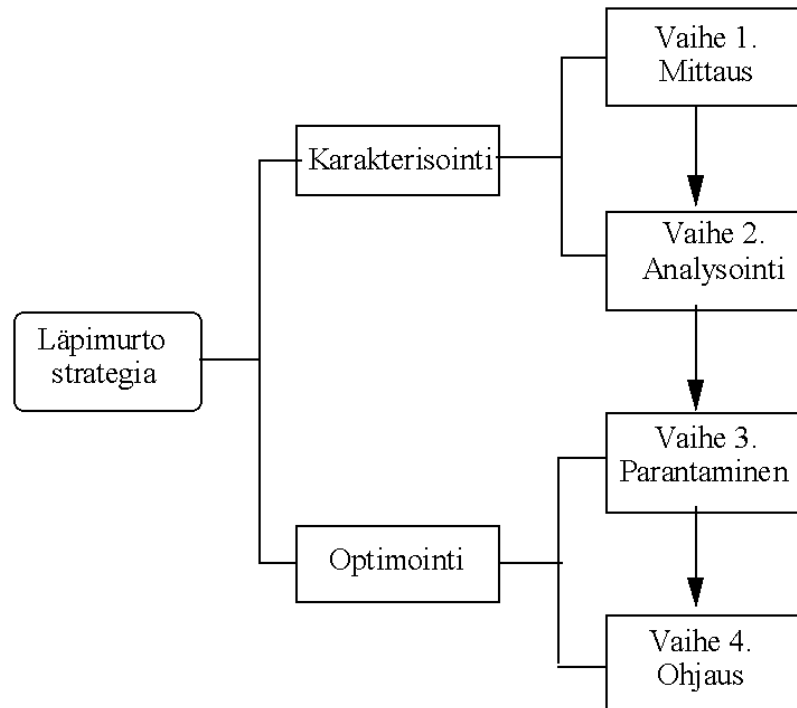
4. Six Sigma on filosofia, jonka keskeinen sanoma on jatkuva laadun parannus ja vaihtelun pienentäminen kohti 0-virhettä.
5. Six Sigma on статистиikkaa, jossa lasketaan jokaiselle kriittiselle laatuominaisuudelle suoritusarvo spesifikaatioita tai toleransseja vastaan.
6. Six Sigma on strategia, joka perustuu tuotteiden ja palvelujen suunnittelun, valmistuksen, tuotetun tuotteen laadun ja luotettavuuden, läpimenoaikojen, varastojen, uusinta ja korjaustöiden ja virheiden väliseen keskinäisvaikutukseen. Hajonnan merkitys on aliarvioitu tuottavuudessa ja asiakastyytyväisyydessä aina näihin päiviin asti.
7. Six Sigma on uuden millenniumin huikea visio. Visio, jonka johtavat yritykset - GE, Motorola, Sony, ABB, AlliedSignal, Bombardier, Lockheed Martin, Nokia - ovat ottaneet johtotähdekseen.

Six Sigma prosessi

Six Sigma on enemmän kuin yltiöpäinen ja hullu visio ja tavoite. Se on nelivaiheinen MAIC-prosessi, jolla tavoite saavutetaan. Menetelmä perustuu dataan ja strukturoituun tilastolliseen ongelmanratkaisumenetelmään, jossa käytetään lukuisia erilaisia tilastollisia työkaluja yhdessä integroidun tilasto-softan (yleensä Minitab) kanssa.

MAIC -prosessin vaiheet ovat mittaus (**M**easurement), analysointi (**A**nalysis), parannus (**I**mprovement) ja ohjaus ja valvonta (**C**ontrol) eli englanniksi MAIC.

Mitä MAIC on? Läpimurtostrategia



Kuva: MAIC -prosessi

1. Mittaus (Measurement)

Mittausvaiheessa valitaan yksi tai useampia kriittisiä tuoteominaisuuksia. Kriittisten tuoteominaisuuksien valintaan voidaan käyttää QFD:tä, SPC:tä, FMEA:ta ja muita tilastollisia laatumenetelmiä.

Mittausvaiheessa keskitytään ja varmennetaan, että mittaus pystyy havaitsemaan prosessista kuusi sigman. Käytännössä tämä tarkoittaa mittauksen suorituskyvyn määrittämistä, arviointia ja hyvin usein myös kehittämistä. Yksinkertaistaen kysymys on Gage R&R-analyysistä eli uusittavuus ja toistettavuustestistä. Mittauksella on päästävä toistettavasti alle 1/20 osa toleranssista.

2. Analysointi (Analysis)

Analyysi määrittää yrityksen liiketoiminnan suoritustavoitteet eroanalyysin (gap-analyysi) avulla. Tarkoitus on tässä vaiheessa analysoida riittävän tarkkoilla mittauksilla ja mittareilla, mikä on asiakkaalle kriittisen ominaisuuden todellinen suorituskyky (Ckp-indeksi, ppm). Määrittämisessä käytetään kuvaavaa statistiikkaa hyväksi. Datasta analysoidaan stabiilisuus (SPC), toistettavuus (s) ja lasketaan suorituskykyindeksi Ckp.

3. Parannus ja optimointi (Improvement)

Six Sigma menetelmän ydin on, kuinka Six Sigma laatutaso saavutetaan eli miten parannus ja optimointi tapahtuu. Ratkaisu on vaihtelun pienentäminen. Tämä ratkaisu sopii erityisesti silloin, kun prosessin suorituskyky ei ole riittävä.

Koesuunnittelu (Taguchi, DoE) on päätyökalu, jolla vaihtelun pienentäminen ja optimointi tapahtuu. Mitä tämä tarkoittaa? Muodostamme ensin teorian vaihtelua aiheuttavista tekijöistä, muunnamme teorian tilastolliseksi ongelmaksi (hypoteesiksi) ja todistamme tai hylkäämme hypoteesin tilastollisella testillä (ortogonaalimatriisi koe, ANOVA).

Optimoinnissa on syytä pitää mielessä, että hajonnan keskusta (keskiarvo) saatetaan keskelle speksiä tai toleranssialuetta. Pienennettäessä kriittisen ominaisuuden vaihtelun määrää (standardipoikkeamaa), määritetään tärkeiden input-tekijöiden pää- ja keskinäisvaikutukset ja identifioidaan näiden tekijöiden optimitasot ulostulon suhteen.

Koska Six Sigmassa on oleellista vaihtelun pienentäminen input ja output-toleransseja vastaan, herää kysymys, onko speksit ja toleranssit määritetty oikein. On havaittu, että 85%:lla toleransseista ei ole mitään tekemistä asiakastyytyväisyyden tai tuotteen toiminnan kanssa. Niinpä toleranssisuunnittelu on oleellinen osa six sigma optimointia.

4. Ohjaus ja valvonta (Control)

Viimeinen vaihe Six Sigman parannusprosessia on ohjaus ja valvonta. Kun prosessi on saatettu kyvykkääksi ($C_p, C_{pk} > 2$) ja stabiloitu, siirrytään ennaltaehkäisyyn ja proaktiiviseen ohjaukseen (proaktiivinen on reaktiivisen vastakohta). Ohjaukseen ja valvontaan käytetään SPC:tä. Huomattakoon, että SPC ei kuulu six sigma parannustyökaluihin.

Tuotantoprosessissa edellä oleva voidaan soveltaa myös seuraavasti:

Kuusi askelta kohti Six Sigmaa

1. Tunnista tuotteen kriittiset ominaisuudet, jotka tyydyttävät sekä asiakkaan aineellisia ja toiminnallisia tarpeita että viranomaisten tarpeita.
2. Päätä, mitkä ovat ne erityiset tuote-elementit, jotka auttavat saavuttamaan nämä kriittiset ominaisuudet.

3. Päätä, mitkä prosessin vaiheet tai prosessin valinnat ohjaavat kutakin kriittistä tuoteominaisuutta.
4. Määrittele jokaista kriittistä ominaisuutta kohti nimellinen suunnitteluarvo ja maksimaalinen (oikea) sallittu raja-arvo, joka vielä takaa vaaditun hyväksytyn laadun.
5. Määrittele osien ja prosessi-elementtien kyky ohjata kriittisiä ominaisuuksia.
6. Jos prosessi on liian lähellä sen omaa raja-arvoa, täytyy rajat muuttaa tai valmistusvaiheiden ohjausta parantaa.

Palveluprosessissa edellä oleva voidaan soveltaa seuraavasti:

Kuusi askelta kohti six-sigmaa

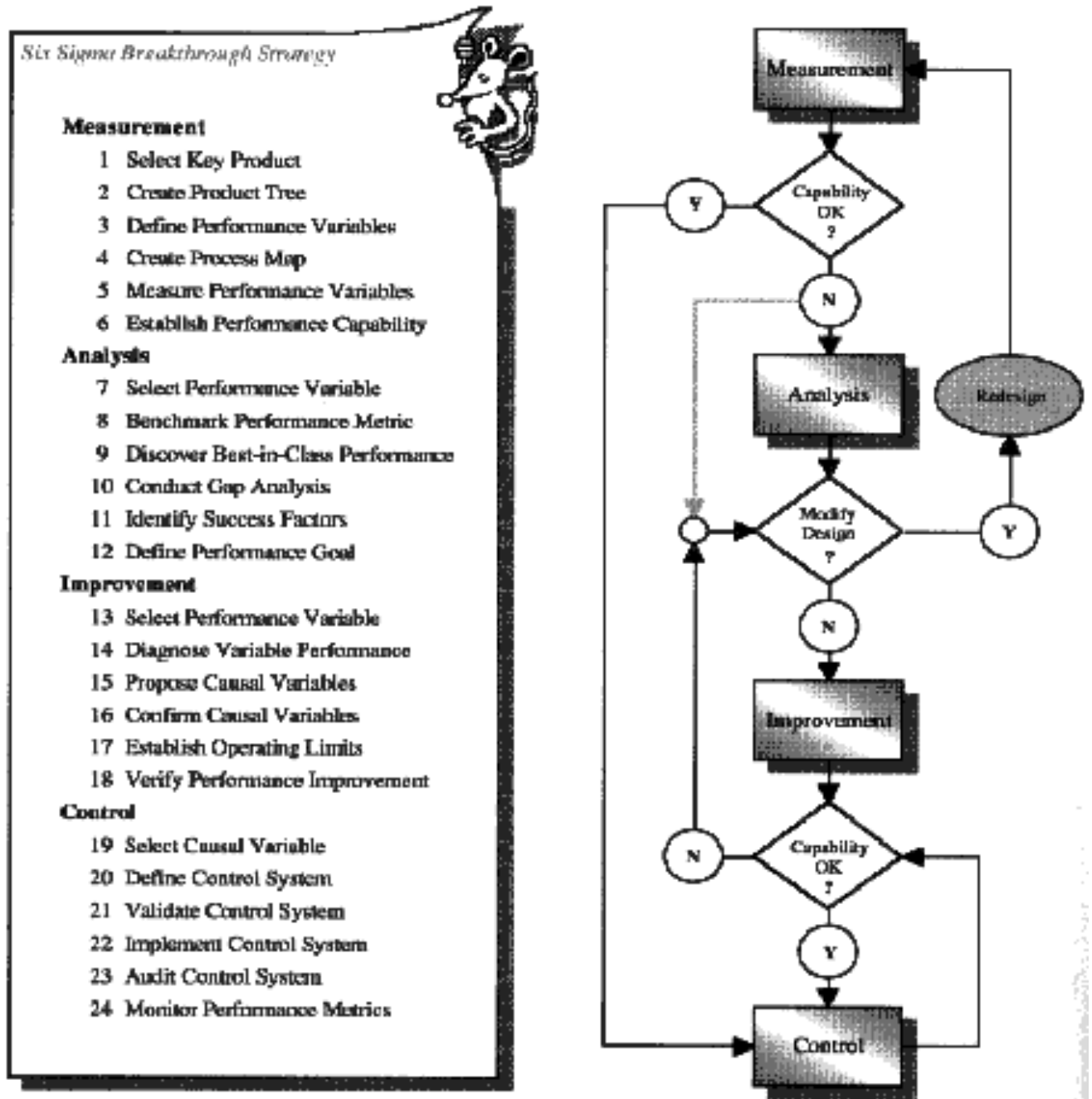
1. Tunnista luomasi tuote tai tarjoamasi palvelu.
2. Tunnista asiakkaasi ja se mitä he pitävät tärkeänä.
3. Tunnistamalla tarpeesi voit tarjota tuotteen/palvelun asiakasta tyydyttävällä tavalla.
4. Määrittele prosessi, voidaksesi tehdä työn.
5. Tee prosessistasi virheitä karttava/robusti ja eliminoi siten turhat työt.
6. Varmista jatkuva kehittäminen mittaamalla, analysoimalla ja valvomalla parannettua prosessia.

Six Sigma roadmapit A ja B

Six Sigmaan on kehitetty kaksi erilaista ongelmaratkaisumenettelytapaa A ja B, jossa A-menettelytavassa on 24 vaihetta, joissa kussakin käytetään tiettyä valikoimaa tilastollisia menetelmiä. B-menettelytavassa on 12-vaihetta ja myös tietyt tilastolliset työkalut.

The Breakthrough Roadmap

Method A

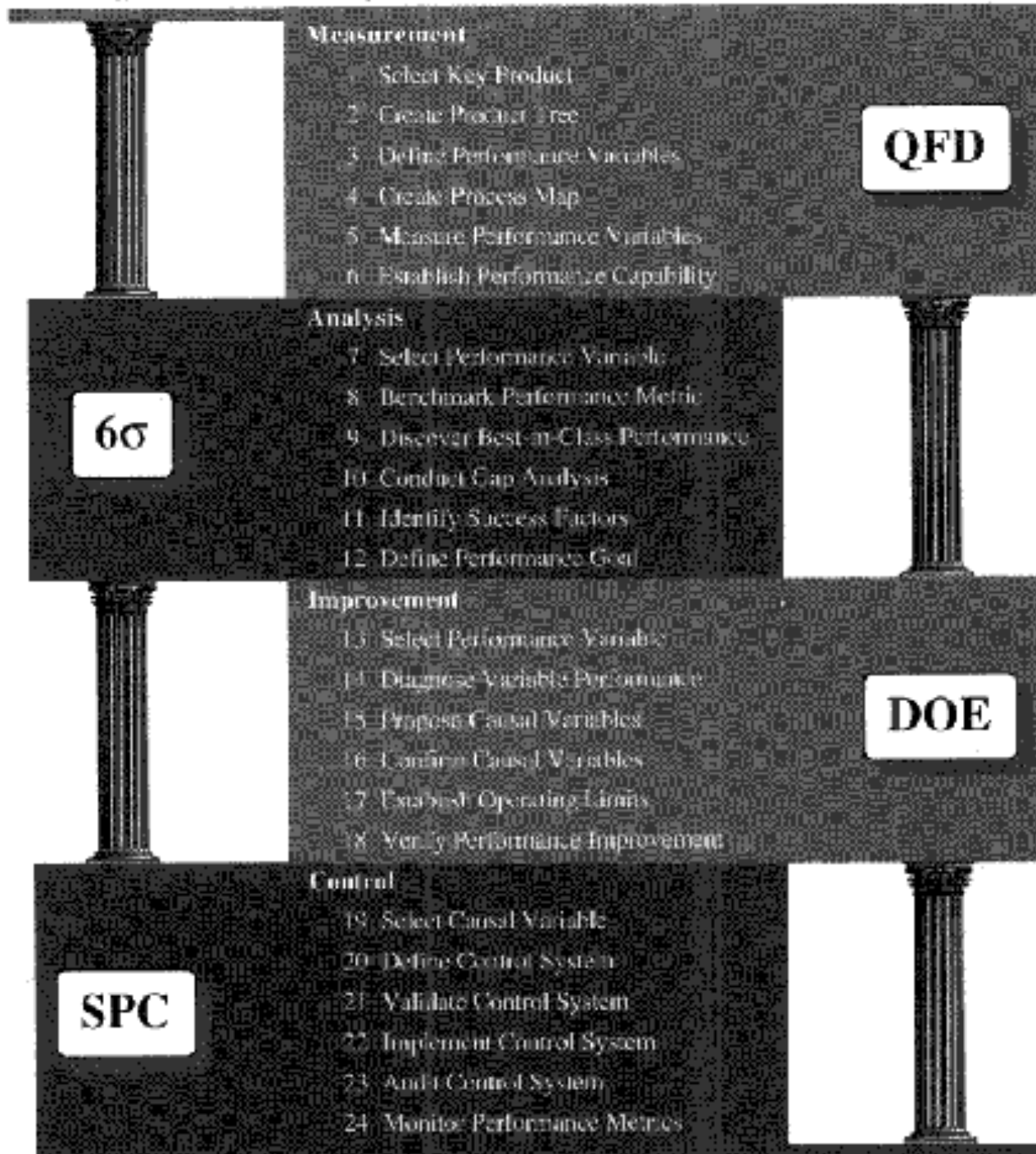


Seuraavasta kuvasta ilmenevät menettelytapa A:n keskeiset tilastolliset työkalut - QFD, 6σ, DoE, SPC.

The Breakthrough Architecture

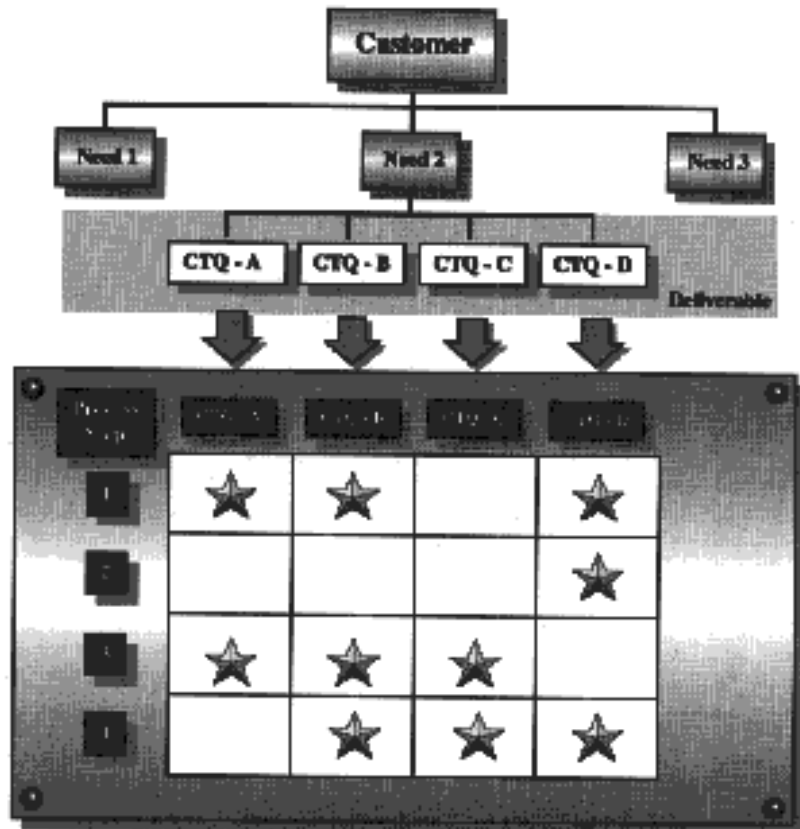
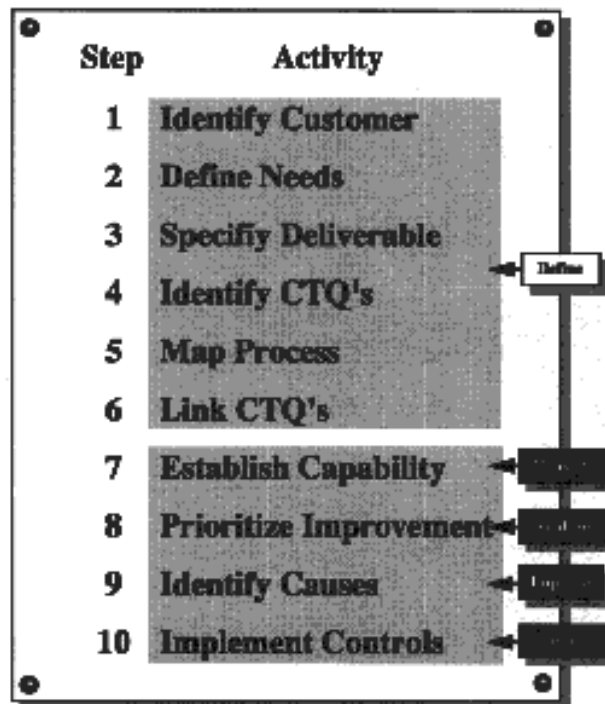
Method A

Six Sigma Breakthrough Strategy



Seuraavassa kuvassa sovellutus A-metodista palveluun, jolloin menettelytapa hivenen lyhenee.

Cookbook for Six Sigma Services

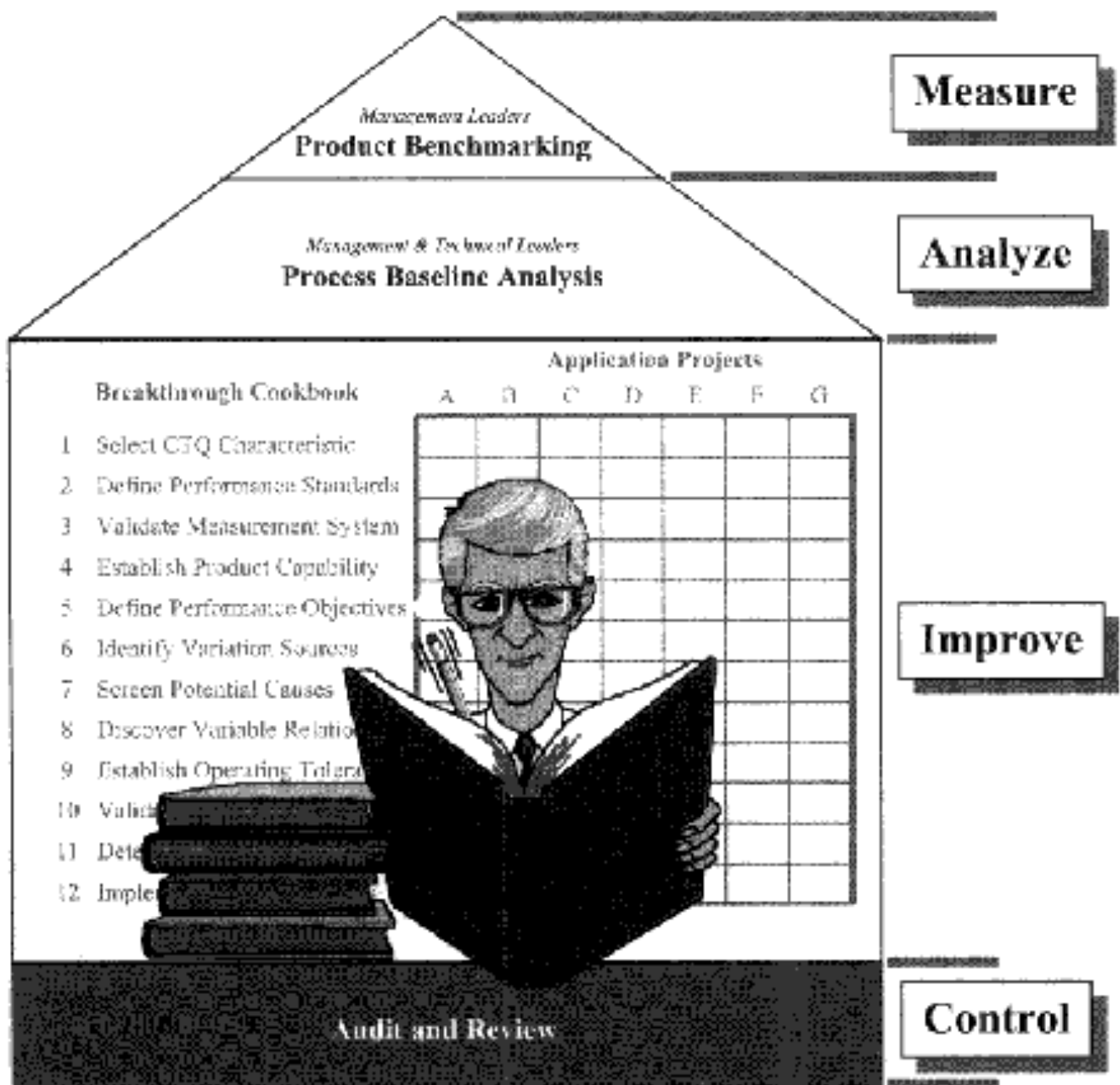


... Matrix links the deliverable to the process

Seuraavista kuvasta ilmenevät menettelytapa B:n vaiheet sekä ulko- että sisäprosessi.

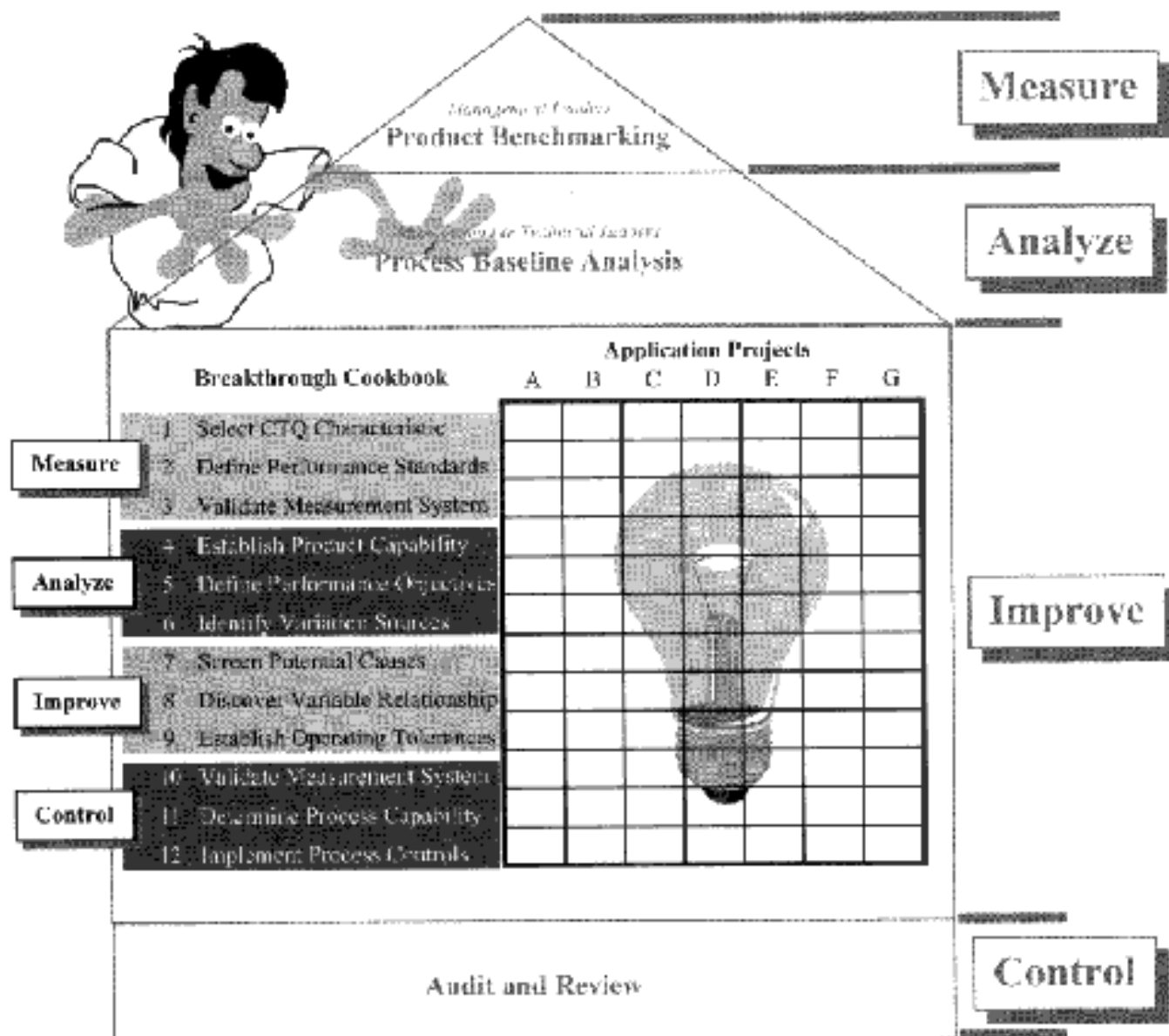
The Outer M-A-I-C Loop

Method B



The Inner M-A-I-C Loop

Method B



Classes of Breakthrough Tools

Phase 1:

Measurement

This phase is concerned with selecting one or more product characteristics, i.e., dependent variables, mapping the respective process, making the necessary measurements, recording the results on process "control cards," and estimating the short- and long-term process capability.

Phase 2:

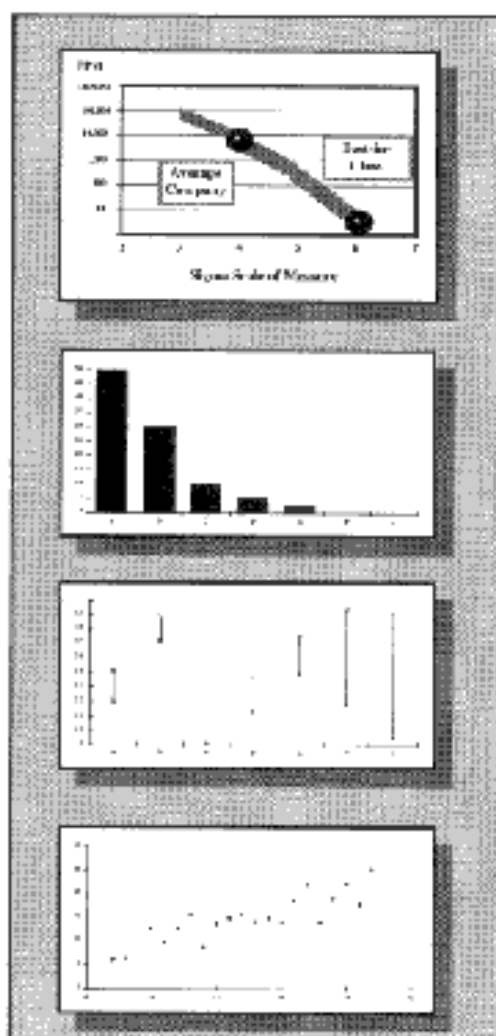
Analysis

This phase entails benchmarking the key product performance metrics. Following this, a gap analysis is often undertaken to identify the common factors of successful performance; i.e., what factors explain best-in-class performance. In some cases, it is necessary to redesign the product and/or process.



Planning and Organization

Six Sigma Metrics



Performance Benchmarking



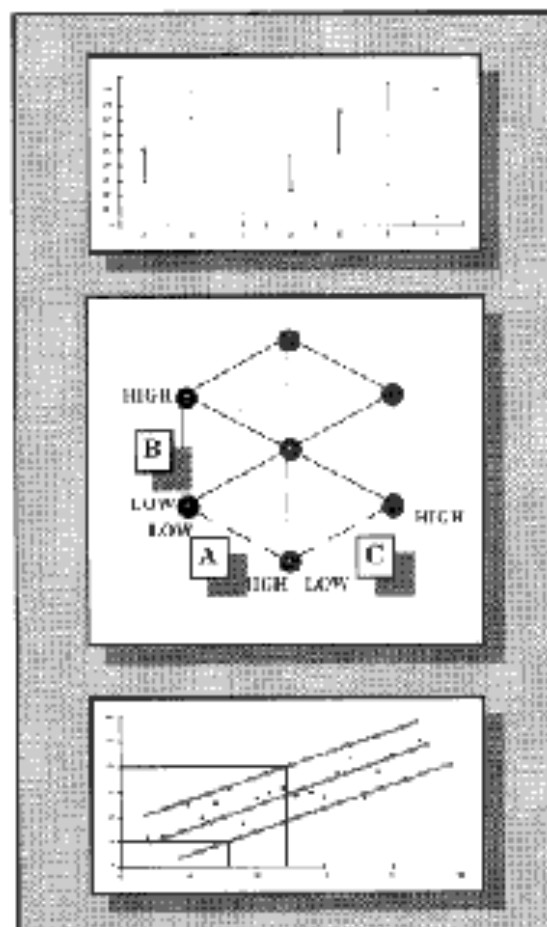
Gap Analysis



Classes of Breakthrough Tools

Phase 3: Improvement

This phase is usually initiated by selecting those product performance characteristics which must be improved to achieve the goal. Once this is done, the characteristics are diagnosed to reveal the major sources of variation. Next, the key process variables are identified by way of statistically designed experiments. For each process variable which proves to be leverage in nature, performance specifications are established.



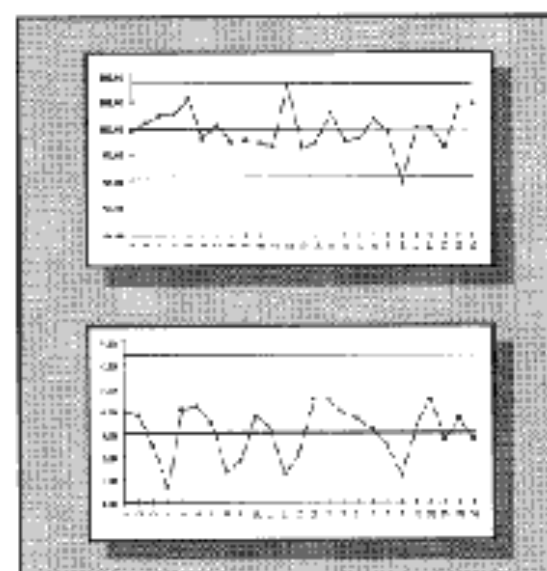
**Diagnostic
Methods**

**Design of
Experiments**

**Performance
Tolerancing**

Phase 4: Control

This phase is related to ensuring that the new process conditions are documented and monitored via statistical process control methods. After a "settling in" period, the process capability would be reassessed.



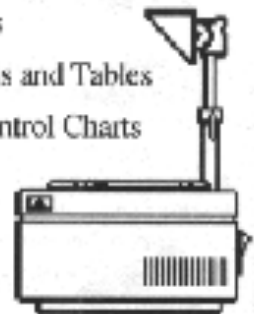
**Statistical
Process
Control**

Seuraavalla sivulla "mustan vyön taitajan" työkalupakki.

A Sampling of the Black Belt Toolkit

The Top 50 Tools

- | | |
|--|--|
| 1 Analysis-of-Covariance | 26 Indices of Location |
| 2 Analysis-of-Variance | 27 Indices of Process Capability |
| 3 Binomial Distribution | 28 Indices of Variability |
| 4 Brainstorming Techniques | 29 Line, Bar, Pie Charts |
| 5 Cause and Effect Matrix | 30 Mathematical Transformations |
| 6 Check Sheets | 31 Median Test |
| 7 Chi-Square Distribution | 32 Normal Distribution |
| 8 Chi-Square Test for Goodness-of-Fit | 33 Pareto Diagrams and Charts |
| 9 Chi-Square Test of Independence | 34 Performance Figures-of-Merit |
| 10 Confidence Intervals | 35 Performance Tolerancing |
| 11 Control Cards | 36 Poisson Distribution |
| 12 Correlation Methods | 37 Positrol Logs |
| 13 Cross Tabulation Tables | 38 Pre-control |
| 14 Data Collection Sheets | 39 Process Flow Diagrams |
| 15 Exponential Distribution | 40 Random Number Generation |
| 16 F Distribution | 41 Random Strategy Experiment Designs |
| 17 F Test | 42 Regression |
| 18 Failure Mode and Effect Analysis | 43 Response Surface Experiment Designs |
| 19 Fishbone Diagrams | 44 Root-Sum-of-Squares |
| 20 Force Field Diagrams | 45 Sample Size Equations and Tables |
| 21 Fractional Factorial Experiment Designs | 46 Statistical Process Control Charts |
| 22 Full Factorial Experiment Designs | 47 Statistical Tables |
| 23 Group Screening Experiment Designs | 48 t Distribution |
| 24 Histograms | 49 t Test |
| 25 Hypothesis Construction | 50 Tests for Randomness |



Mikä tekee Six Sigmasta erilaisen?

Six Sigmassa on kolme piirrettä, jotka ansaitsevat erityistä huomiota ja joita ei aikaisemmissa menetelmissä ole ollut. Tästä on ollut seurauksena, että Six Sigman soveltaminen on johtanut parempiin tuloksiin laadun parannuksessa:

1. Six Sigma integroi inhimilliset ja prosessielementit

Seuraavassa taulukossa on lueteltuna 12 avainelementtiä, jotka on integroitu Six Sigmassa:

Inhimilliset elementit	Prosessielementit
Yrityksen voitto	Prosessin parantaminen
Ylimman johdon rooli	Vaihtelun analysointi
Järki ennen tunnetta	Kurinalainen lähestymistapa
Asiakasfokus	Kvantitatiiviset mittarit
Projektitiimit	Tilastolliset menetelmät
Kulttuurimuutos	Prosessijohtaminen

2. Six Sigma fokusoituu voittoon (bottom line)

Six Sigmassa asetetaan selvä fokus. Tämä fokus on voitto, jota pyritään kasvattamaan. Mistä voittoa yritetään saada aikaan, sen yritysjohto määrittelee asettamalla tavoitteen.

3. Six Sigma yhdistää parannustyökalut kokonaislähestymistapaan.

Parannusprosessin neljä vaihetta - mittaus, analysointi, parannus ja ohjaus (MAIC) - rytmittää ja yhdistää avain(tilasto)työkalut kokonaisuudeksi niin, että syntyy todistettavasti tehokas parannusprosessi.

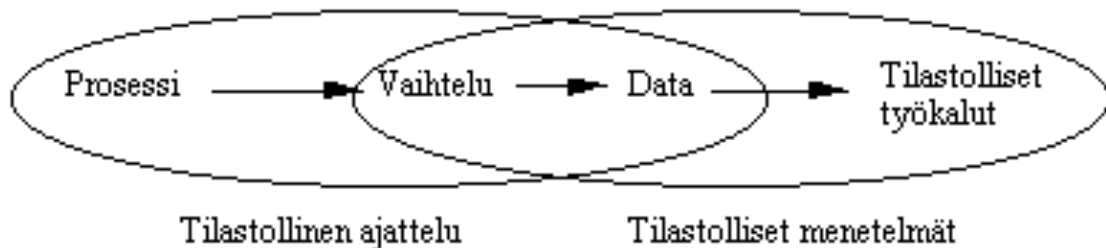
Six Sigma menetelmässä MAIC-prosessi muodostaa järkiperusteisen (ei tunne) prosessin, joka voidaan toteuttaa kolmesta kuuteen kuukauteen. Vaikka Six Sigma ei ole uusi konsepti, mikään muu parannusprosessi ei yhdistä ja rytmitä parannusprosessia ja parannustyökaluja yhtä tehokkaasti kuin Six Sigma.

Useat laatumenetelmät tarjoavat yhden tai kaksi etua, joita hyödynnetään muutosprosessissa ja parannettaessa asiakastyytyväisyyttä.

Six sigma tarjoaa kahdeksan ominaisuutta ja niiden kombinaatiot:

1. Parannetaan voittoa (bottom line)
2. Ylimmän johdon johtaminen on aktiivista
3. Käytetään kurinalaista menetelmää (MAIC)
4. Nopea projektin toteuttaminen (3-6 kk)
5. Selvästi määritelty onnistuminen
6. Luodaan infrastruktuuri (MBB, BB, GB)
7. Asiakas ja prosessit ovat fokuksessa
8. Käytetään tilastollista lähestymistapaa

Six Sigma perustuu tieteelliseen metodiin, jossa hyödynnetään tilastollista ajattelua ja menetelmiä. Tilastollinen ajattelu on Six Sigma menetelmän perusta:



1. Kaikki työ on sarja keskenään sidoksissa olevia prosesseja.
2. Kaikki prosessit ovat vaihtelevia.
3. Vaihtelun ymmärtäminen ja pienentäminen on avain onnistumiseen ja tiedon kasvattamiseen.

Six Sigma on toimintaorientoitunut ja keskittyy prosesseihin, jotka palvelevat asiakasta. Six Sigma vähentää virheitä pienentämällä vaihtelua ja parantamalla prosessien suoritusarvoja.

Six Sigman organisointi

Six Sigman toteutus poikkeaa perinteisestä laatujärjestelmän toteutuksesta ja organisoinnista. Laatujärjestelmät lähtevät yleensä laatupolitiikasta ja suuntaviivoista ja etenevät "yleistä" ISO 9000 linjaa myöten. Yksittäistä tuotetta tai tuotteen suoritusarvoa ei mainita. Laatujärjestelmissä toivomuksena on, että myös tuotteet ja palvelut paranevat ilman, että puututtaisiin tuotteeseen tai prosessin yksityiskohtiin!

Six Sigma lähtee yrityksen ylimmästä johdosta ja yrityksen ydintuotteista ja prosesseista. Yritysjohdo määrittelee, mikä on kriittistä asiakkaalle tai yritysjohto käynnistää kriittisten tuoteominaisuuksien (CTQ critical-to-quality, CTX critical-to-cost) määrittelyn asiakkaalle (QFD). Kun CTO/CTX on määritetty, etsitään näille riippumattomat muuttujat ja parannetaan ja optimoidaan kriittisten ominaisuuksien laatu six sigma tasoon (3,4 ppm). Yllättävää kyllä, tämä onnistuu jopa Suomessa.

Jotta six sigma taso saavutetaan, vaaditaan vankkaa koulutusta ja organisointia. Tätä varten on luotu karatesta lainattu vyöjärjestelmä.

Vyö	Tehtävä
Champion (CBB)	Johtaja määrittelee CTO:n, CTX:n
Master Black Belt (MBB)	Ohjaa Six Sigma ryhmiä
Black Belt (BB)	Kokopäiväinen ongelmanratkaisija. Johtaa ongelmanratkaisuryhmää
Green Belt (GB) Vihreä vyö	Tiimin jäsen

Black Belt (BB) vyön taitaja on todellinen mestari ratkomaan ongelmia Six Sigma -menetelmällä. Hän hallitsee menetelmän ja tilastolliset työkalut, käytettävän softan (**Minitab**) ja vetää 2-4 parannusprojektia/vuosi. Hän on kokopäivätoiminen ongelmanratkaisija. Jokainen projekti tuottaa keskimäärin \$75.000. Black Belt henkilö on miljoonan markan henkilö!

Black Belt -koulutus kestää 4-5 kuukautta. Koulutus muodostuu neljästä viikon pituisesta koulutusjaksosta ja näiden välissä olevista kolmen viikon harjoittelujaksosta, jolloin oppia syvennetään ja sovelletaan

Mustan vyön (black belt) koulutuksen runko

Viikko 1	Viikko 3
Six sigma johdanto	Koesuunnittelu (DoE)
Prosessin parantaminen	-faktorianalyysi
Prosessin kuvausmenetelmät	-osittaistekijäkokeet (Taguchi)
QFD	-balansoidut kokeet
FMEA	-EVOP
Organisaation tehokkuus ja sen kehittäminen	-vastepinta (RSM)
Perusstatistiikka MINITAB-ohjelma	ANOVA
Prosessin suorituskky (C_p , C_{pk})	Regressioanalyysi
Mittaussysteemin analyysi (Gage R&R)	Lisätyökalut
Viikko 2	Viikko 4
Kertaus 1. Viikosta	Ohjaus/valvontasuunnitelmat
Tilastollinen ajattelu	SPC/Advance SPC
Hypoteesitestausta	Poka-Yoke
Korrelaatiot	Tiimin kehittäminen
Multivari-analyysi	Loppu yhteenveto
Regressioanalyysi	
Tiimityöskentely	
1. Projektien tilaa seurataan jokapäivä viikoilla 2-4	
2. Kaikkina päivinä käytännön harjoituksia MINITAB-ohjelmalla	
3. Jokaisen koulutusjakson välissä 3 viikon sovellutusjakso	

I-vaihe (viikko 1). Ensimmäisenä viikkona keskitytään mittaustyökaluihin ja dokumentoidaan asiakkaan tarpeet. Kuvataan prosessi ja arvioidaan mittaussysteemi. Prosessin suorituskky analysoidaan alustavasti

II-vaihe (viikko 2). Toisena viikkona käynnistyy analyysi, jossa painotetaan erityisesti perustilastotyökaluja, joilla perusvirhesyitä selvitetään ja etsitään yhteyksiä virheiden ilmenemismuotojen ja syiden väliltä. Työkaluina ovat hajontakäyrät, aikasarjat, Paretot jne. Myös vaativampia tilastotyökaluja käydään läpi (korrelaatio, multivari ja regressioanalyysi).

III-vaihe (viikko 3). Kolmantena viikkona painotetaan opiskelussa parannusta ja koesuunnittelua (DoE). Vaativampia tilastotyökaluja - ANOVA, regressioanalyysi jne. - käydään läpi.

IV-vaihe (viikko 4). Neljäntenä viikkona painopiste koulutuksessa on ohjauskorteissa (SPC). Lisäksi mukaan tulevat virheen estimet (Poka-Yoke). Lopuksi paketoidaan ja tehdään yhteenveto projektista.

Six Sigman peruskoulutus tapahtuu yleensä ulkopuolisen kouluttajan toimesta. Ensimmäinen projektin aikana BB valitsee jo seuraavan projektin. Projektien tulokset raportoidaan yritysjohdolle

Black Belt -henkilöiden tehtävänä on:

1. Toimia tukihenkilöinä, jotka luovat verkoston Six Sigma ihmisistä
2. Opettaa uusia henkilöitä uuteen strategiaan ja työkaluihin.
3. Luotsaa ja tukee paikallisia henkilöitä
4. Siirtää uudet strategiat ja työkalut koulutettavaan muotoon, laatii harjoituksia, kerää tapauskertomuksia onnistuneista projekteista ja järjestää paikallisia symposiumeja.
5. Identifioi ja kirkastaa liiketoimintamahdollisuudet, joihin kannattaa Six Sigma projekti perustaa
6. Vaikuttaa ja myy organisaatiolle Six Sigma strategian ja työkalut.

Onnistumisedellytykset

Six sigman projektin/prosessin onnistumiseksi vaaditaan seuraavaa:

1. Johdon rooli on tärkein onnistumisedellytys. Johdon on oltava liikkeelle paneva voima
 - ❖ Six sigma prosessin läpivienti vaatii epätavallista johtamista.
 - ❖ GE:n toimitusjohtaja Jack Welch on tehnyt organisaatiolleen selväksi, että six sigman soveltaminen ei ole vaihtoehtoista. 40% ylimmän johdon palkkioista on sidottu vuosittaisiin six sigma saavutuksiin.
2. Six Sigma toimenpiteet pitää integroida olemassa oleviin palkkioperusteisiin, business strategioihin ja avain suoritusmittareihin
 - ❖ Menestyneet Six Sigma -projektien soveltajat ovat nähneet vaivaa menetelmän integroimiseksi olemassa olevaan systeemiin
3. Onnistunut Six Sigma on osa prosessiajattelua

- ❖ Six Sigma on robusti laadunparannusmenetelmä, jolla voidaan saada hyppäyksellinen parannus laadussa ja kilpailukyvyssä
- ❖ Jotta hyppäys (Quantum) saadaan aikaan, vaaditaan erittäin fokusoitu lähestymistapa. Niinpä six sigmaa ei voi tehokkaasti soveltaa, jos prosessia ei ole kuvattu.
- ❖ Lisäksi on oltava yksimielisyys, mitä prosessit ovat ja millaisia ulostuloja asiakkaat odottavat.

4. Six Sigma vaatii kurinalaista asiakas ja markkinatietoa ja sen käsittelyä

- ❖ Asiakkaiden vaatimukset ja odotukset on tunnettava ja näistä on johdettava CCR, CTQ:t ja mittareita on seurattava.

5. Six Sigma projektin on tuotettava reaalista säästöä ja lisättävä liikevaihtoa

- ❖ Six Sigman on maksettava itse itsensä Tämä on vaatimus, joka on lausuttu kaikkien menetelmien kohdalta. Miksi Six Sigma olisi toisenlainen?
- ❖ Six Sigman projektituotot ovat tunnetut. Kuitenkin aluksi on syytä keskittyä lyhyen ajan tuottoihin.

6. Six Sigma vaatii täyskoulutetun ja täysiaikaisen vetäjän

- ❖ Koska Six Sigma on hyvin integroitu menetelmä, se vaatii myös vastaavan vetäjän.
- ❖ Täysaikaista vetäjää kutsutaan black beltiksi tai master black beltiksi
- ❖ Tyypillinen black belt koulutus kestää 4 viikkoa samalla kun vedetään ensimmäinen Six Sigma projekti.

7. Six Sigma on osa yrityksen uudistumista

- ❖ Six Sigma on täysin uusi tapa johtaa ja vaatii näin myös uuden johtamis- ja palkitsemiskulttuurin

Yhteenveto

Six Sigman työkalut eivät ole uusia. Uutta on Six Sigman täysin uudenlainen lähestymistapa laatuun.

- ☒ Six Sigma formalisoi tilastollisten työkalujen käytön ja muodostaa systeemin, jossa kokonaisuuden optimi on paljon enemmän kuin osiensa

summa. Vastakohtana on, että henkilöt käyttävät ?! tilastomenetelmiä täysin sattumanvaraisesti.

- ☑ Six Sigma tarjoaa kokonaisvaltaisen polun tai monivaiheisen lähestymistavan ongelmanratkaisuun ja integroi tilastotyökalut ratkaisuun MAIC-prosessin avulla. Usein henkilöt kommentoivat yliopistojen tilastokursseja, että ne tarjoavat ratkaisun sijaan vain hämmennyksen ratkaisukyvyn lisääntymisen sijaan. Six Sigma lähestymistapa selvittää vihdoin, kuinka tilastomenetelmiä voi tehokkaasti käyttää reaalisiin tuote, palvelu ja transaktio-ongelmiin.
- ☑ Six Sigma painottaa vaihtelun ymmärtämisen ja vähentämisen tärkeyttä sen sijaan että tekisimme "pitkästyttäviä, vaikeita ja hyödyttömiä" virhetarkasteluja, virheiden estimointeja.
- ☑ Six Sigma painottaa dataperusteisen johtamistavan tärkeyttä (uskoihin ja luuloihin perustuvan johtamisen sijaan). Six Sigma vaatii kaiken kvantifiointia, määrällistämistä.
- ☑ Six Sigma muodostaa standardikielen, mittarit ja työkalun hyvin monenlaisiin yrityksiin.
- ☑ Six Sigma on ehdottomasti tämän päivän kaikkein tärkein liiketoiminnan ja teollisuuden kehittämisidea ja menetelmä, joka sisältää tilastollisen ajattelun ja menetelmät.

ja ennen kaikkea

SIX SIGMA on

**PAREMPAA
LAATUA**

**PAREMPIA
SUORITUSARVOJA**

ALHAISEMPIA KUSTANNUKSIA

Laatu on rahaa!

Lähteet:

1. Eero E. Karjalainen: Six Sigma - uuden millenniumin laatutavoite: Laatuviesti 4/1999
2. Mikel J. Harry: The Vision of Six Sigma-kirjasarja (1998)
3. Mario Perez-Wilson: Six Sigma (1999)
4. Forest W. Breyfogle III: Implementing Six Sigma
5. Mikel J. Harry Six Sigma Producibility Analysis and Process Characterization
6. Mikel J Harry, R. Stewart: Six Sigma Mechanical Design Tolerancing
7. Ronald D. Snee; Why Should Statisticians Pay Attention to Six Sigma?; QP Sept. -99
8. A. Blanton Godfrey: Six Sigma Quality; Quality Digest, May 1999
9. Roger W. Hoeri: Six Sigma and the Future of the Quality Profession: QP June 1998
10. Mikel J. Harry: Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability: QP May 1998
11. Jerome Blakeslee: Implementing the Six Sigma Solution, How to achieve quantum leap in quality and competitiveness: QP July 1999

(Julkaisuja ja kirjoja saatavissa QKK:sta. Puh. 03-7804 264, www.qk-karjalainen.fi)