

1980-luvulla Philip Crosby esitti kirjassaan ”Laatu on ilmaista” idean nollavirheestä. Idea oli hieno ja se ratkaisisi kaikki laatuongelmat, mutta valitettavasti idean ja ratkaisun välillä oli ammottava aukko ja suuri kysymys: kuinka.

SIX SIGMA

- uuden millenniumin laatutavoite



Laadunohjauksen professori
Eero E. Karjalainen
Quality Knowhow Karjalainen Oy

Idea jäi elämään. Laatuysteisö keskittyi laadunvarmistusjärjestelmiin. Saatiin aikaan ISO 9000 -standardisarja, yleinen kaikki toimialat kattava järjestelmä, jonka uskottiin ratkaisevan laatuongelmat. Toisin kävi. ISO toi vain vähän laadunparannusta, mutta sitäkin enemmän hyötyä laadunvarmistukseen.

Nyt lähes viisitoista vuotta myöhemmin palaamme laatujärjestelmistä tuotteiden ja palvelujen laadun parantamiseen. Laadun parantaminen, toisin kuin laadunvarmistusjärjestelmien kehittäminen, on projektitoimintaa, kuten tri J. M. Juran jo vuosikymmeniä sitten totesi. Nyt laadunparannuksen kehikkona on tieteellinen Six Sigma.

Mitä Six Sigma on?

Six Sigma on liikkeenjohdon ja laatuinhimisten uusi mantra, joka tarkoittaa tilastollista 0-virhettä ja samalla huikeaa visiota ja strategiaa, kuinka 0-virheeseen päästään.

Sigma s 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 0-virhettä. Hyvin lähellä tarkoittaa 0,002 virhettä miljoonaa yksikköä kohden, jos keskiarvosiiirtymää ei ole. Keskiarvosiiirtymällä virheitä on 3,4 ppm.

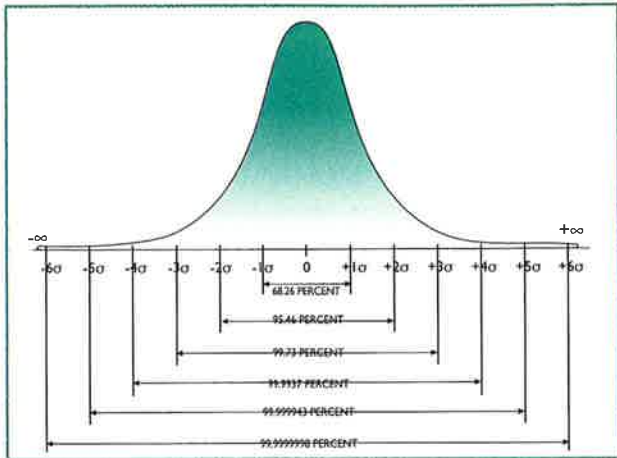
SIX SIGMA

Visio:

Ohjaa teollisuutta suunnittelemaan ja tuottamaan tuotteet ja palvelut Six Sigma -standardiin (Nyt vallalla kolme sigma -standardi!)

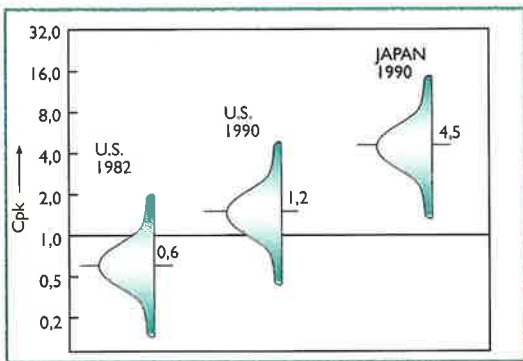
Päämäärä:

- Tuottaa tuotteet ja palvelut Six Sigma -laatutasolla. (Virheitä vähemmän kuin 3,4 kpl/miljoona.)**
- Kun organisaatio kulkee kohti Six Sigma -laatutasoa, niin**
- virheet eliminoiduvat
 - tuotanto ja kehityskustannukset laskevat
 - läpimenoajat lyhenevät ja varastotasot alenevat
 - voitto ja asiakastytyväisyys kasvaa



Kuva: Normaalijakautuma ja osuudet sigmoissa (Motorola)

3. Six Sigma on myös uusi tapa mitata laatua. Sen sijaan, että määrittelisimme laatutason virheprosentteissa tai miljoonasosissa, laskemme laadun sigmoissa tai Cpk-indeksillä. Kuinka monta sigmaa teidän prosessinne on? Mitä suurempi luku, sen parempi. Suomessa luku on tyypillisesti 1 - 2 sigmaa ja maailmalla 3 - 4 sigmaa (1). (Cpk=0,66 <=> 2 sigmaa, Cpk=1 <=> 3 sigmaa, Cpk=2 <=> 6 sigmaa)



Kuva: Laatutason kehitys USA:ssa (1)

4. Six Sigma on filosofia, jonka keskeinen sanoma on jatkuva laadun parannus ja vaihtelun pienentäminen kohti 0-virhettä.

5. Six Sigma on tilastitikkää, jossa lasketaan jokaiselle kriittiselle laatuominaisuudelle suoritusarvo spesifikaatioita tai toleransseja vastaan.

6. Six Sigma on strategia, joka perustuu tuotteiden ja palvelujen suunnitteluun, valmistukseen, tuotetun tuotteen

Strategia:

Dataperusteinen strukturoitu lähestymistapa (MAIC-prosessi), jolla Six Sigma -laatutaso saavutetaan tuotteissa ja palveluissa.

laadun ja luotettavuuden, läpimenoaikojen, varastojen, uusinta- ja korjaustöiden ja virheiden väliseen keskinäisvaikutukseen. Hajonnan merkitys on aliarvioitu tuottavuudessa ja asiakastytyväisyydessä aina näihin päiviin asti.

7. Six Sigma on uuden milleniumin huikea visio. Visio, jonka johtavat yritykset - GE, Motorola, Sony, ABB, AlliedSignal, Bombardier, Lockheed Martin, Nokia - ovat ottaneet johtotähdekseen; 0-virhettä. General Electricin pääjohtaja Jack Welch kirjoittaa GE:n vuosikertomuksessa "On sanottu, että suhtaudumme Six Sigmaan hieman hihhulimaisesti. 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-vuotisessa historiassa. Six Sigma on laatua ja rahaa. Ensimmäinen laatumetelmä, joka noteerataan pörssikursissa!

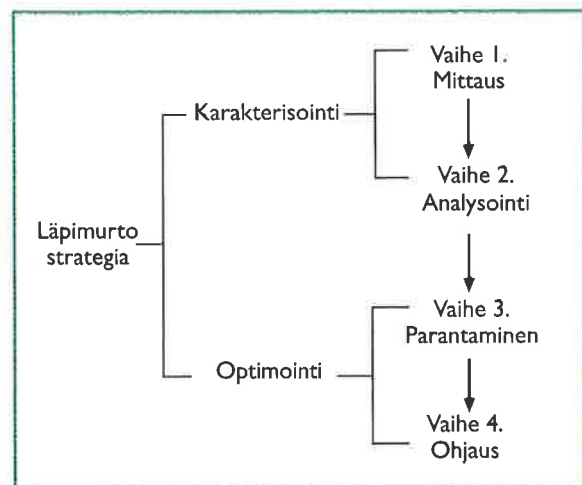
Taustaa

Six Sigman syntymäpäivä on 15.1.1987, kun Motorola julkisti "Six Sigma Quality Program" -ohjelman. Kaiken kansan tietoisuuteen ohjelma tuli, kun Motorola voitti seuraavana vuonna ensimmäisen Malcom Baldrige -laatupalkinnon. Ennen ohjelmajulistusta Six Sigman taustaa oli selvittänyt jo edesmennyt insinööri Bill Smith. Hän oli tutkinut virheiden ja poikkeamien kokonaisvaikutuksia laatuun ja tuottavuuteen. Billin työ loi pohjaa tri Mikel J. Harryn ja Richard Schröderin jatkokehitykselle, mikä vastasi kysymykseen, kuinka Six Sigma saavutetaan.

Prosessi

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

MAIC-prosessin vaiheet ovat mittaus (Measurement), analysointi (Analysis), parannus (Improvement) ja ohjaus ja valvonta (Control) eli englanniksi MAIC. Mitä MAIC on? Läpimurtostrategia.



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 sigmaa. Käytännössä tämä tarkoittaa mittauksen suorituskyvyn määrittämistä, arviointia ja hyvin usein myös kehittämistä. Yksinkertaistaen kysymys on Gage R&R-analyyseistä 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 (Cpk-indeksi, ppm). Määrittämisessä käytetään hyväksi kuvaavaa tilastotietoa. Dataa analysoidaan stabiilisuutta (SPC), toistettavuutta (s) ja lasketaan suorituskykyindeksi Cpk.

3. Parannus ja optimointi (Improvement)

Six Sigma -menetelmän ydin on, kuinka Six Sigma -laatu taso 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? Ensin muodostetaan teoria vaihtelua aiheuttavista tekijöistä, muunnetaan teoria tilastolliseksi ongelmaksi (hypoteesiksi) ja todistetaan tai hylätään hypoteesi tilastollisella testillä (ortogonaali-matriisikoe, ANOVA). Tuntuuko vaikealta? Menetelmä on helpompi kuin miltä se kuulostaa, kun noudatetaan systemaattista menetelyä.

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 speksi ja toleranssit määritetty oikein. On havaittu,

Six Sigma sisältää huomattavan määrän tilastollisia työkaluja, joista joitakin yleisimpiä kirjallisuudessa mainittuja ovat:

Varianssi-analyysi
Benchmarking
Boxin laatikot
Syy-seuraus -diagrammi
Ohjaus-kortit (SPC)
Affiniti Diagrammit
Pylväsdiagrammit
Jakaumat
Box-Dehnken -koe (DoE)
CCD-koe
Chi-square -testit
Jaksoaika-analyysi
DPM (defect per million)
Vuokaavio
Histogrammi
Regressioanalyysi
Paretodiagrammi
Plackett-Burman koe
Prosessin suorituskyky
Näytteenottosuunnitelmat
FMEA
Tolerointi
Arvoanalyysi

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 Sigma -parannusprosessissa 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 Sigmassa parannustyökaluihin.

Organisointi

Six Sigmassa toteutus poikkeaa perinteisestä laatujohtamisen toteutuksesta ja organisoinnista. Laatujohtamiset lähtevät yleensä laatujohtamiskäytäntöistä ja suuntaviivoista ja etenevät ”yleistä” ISO 9000 -linjaa myöten. Yksittäistä tuotetta tai tuotteen suoritusarvoa ei mainita. Laatujohtamisessa 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 yritysjohdo käynnistää kriittisten tuoteominaisuuksien (CTQ critical-to-quality, CTX critical-to-cost) määrittämisen 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 todistettavasti.

Koulutus tärkeää

Jotta Six Sigma taso saavutetaan, vaaditaan vankkaa koulutusta ja organisointia. Tätä varten on luotu johdosta lainattu vyöjärjestelmä.

Vyö

Champion
Master Black Belt
Black Belt

Green Belt

Tehtävä

Johtaja määrittelee CTO:n, CTX:n
Ohjaa Six Sigma -ryhmiä
Kokopäiväinen ongelmanratkaisija.
Johtaa ongelmaratkaisuryhmiä.
Vihreä vyö. Tiimin jäsen.

Black Belt -vyön taitaja on todellinen mestari ratkomaan ongelmia Six Sigma -menetelmällä. Hän hallitsee me-

netelmän ja tilastolliset työkalut, käytettävän softan (yleensä Minitab) ja vetää 2 - 4 parannusprojektia vuodessa. 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 harjoittelujaksoista, jolloin oppia syvennetään ja sovelletaan.

TKK Lahden keskus ja Laatukeskus (SLY) toteuttavat Lahdessa Six Sigma Black Belt -koulutuksen keväällä 2000. Laatukeskuksella on myös syksyllä 1998 käynnistynyt Six Sigma -koulutusohjelma, jossa käydään läpi keskeiset Six Sigma -menetelmät (QFD, DoE, Toleranssisuunnittelu, SPC). •

Laadunohjauksen professori Eero E. Karjalainen
Quality Knowhow Karjalainen Oy
Email: eer.e.karjalainen@qk-karjalainen.fi

Lähteet:

1. Eero E. Karjalainen: Laatuviesti 3/1996
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. Seminaariesitelmiä

Diploma in European Industrial Management

DEIM 2000
TUOTANNON JOHTAMINEN

DEIM on eurooppalainen tuotannon johtamisen koulutusohjelma, joka antaa sinulle sekä teoretiedon että käytännön työkalut tuotanto-organisaation menestykselliseen johtamiseen ja toiminnan kehittämiseen. Ohjelma on tarkoitettu tuotannon johtaja suunnittelutehtävissä toimiville ja näihin tehtäviin tulevaisuudessa siirtyville henkilöille. Ohjelman suorittaneet saavat eurooppalaisen DEIM-diplomin.

Neljäs DEIM ohjelma käynnistyy tammikuussa 2000. Varaa paikkasi jo nyt, paikkoja on rajoitetusti. Ohjelman lähiopetusjaksot järjestetään seuraasti:

1. jakso	12.-13.1.2000	Tuotannonohjaus I
2. jakso	15.-16.2.2000	Tuotannonohjaus II
3. jakso	9.-10.3.2000	Tuotantoyrityksen talous, tietojärjestelmät ja tukiprosessit
4. jakso	4.-8.4.2000	Ulkomaanopintojakso, Irlanti
5. jakso	4.-5.5.2000	Toimitusketjun hallinta (Supply Chain Management)
6. jakso	6.-7.6.2000	Tuotanto-organisaation toiminnan kehittäminen

Lisätietoja ja esitteet:



Tuoteryhmäpäällikkö Anita Vastamäki,
puh. (09) 451 4012,
sähköposti anita.vastamaki@hut.fi
Koulutussihteeri Tupuna Tapanainen,
puh. (09) 451 4498,
sähköposti tupuna.tapanainen@hut.fi



Surfanalyzer 5400

MittaSoft
-mittausjärjestelmät



KUN ON KYSYMYS TÄRKEISTÄ MITOISTA

MittaSoft
METROLOGY

PL 598 40101 JYVÄSKYLÄ
Puh. (014) 449 8500 Fax (014) 449 8501

Olemme mukana QualiFinn 99 messuilla osastolla nro 48-51. Tervetuloa tutustumaan!



FEDERAL
DIMENSIONAL GAGING



Federal Formscan 6100