

**Anna Mäkinen**

# **LAADUNTUOTTOKYVYN PARANTAMINEN**

**Kohti laadukasta lean-tuotantoa**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Toukokuu 2017**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria- Ammattikorkeakoulu</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Toukokuu 2017	<b>Tekijä/tekijät</b> Anna Mäkinen
<b>Koulutusohjelma</b> Tuotantotalous		
<b>Työn nimi</b> LAADUNTUOTTOKYVYN PARANTAMINEN. Kohti laadukasta lean-tuotantoa		
<b>Työn ohjaaja</b> Heikki Salmela, Veijo Hietamäki		<b>Sivumäärä</b> 32 + 1
<b>Työelämäohjaaja</b> Juha Kääriäinen		
<p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli ylivieskalainen yritys Camtronic Oy. Tavoitteena oli luoda kehitysideoita laaduntuottokyvyn parantamiseen tuotannossa. Työn teoriaosioissa tarkasteltiin lean-toimintastrategiaa ja sen periaatteita, tuotannon laadun kehittämistä ja parantamista ja näihin liittyviä apuvälineitä ja työkaluja sekä valvontakorttityyppejä ja korttien valintaa.</p> <p>Kehitystoimenpiteiksi valitsimme laatutaulut, joiden ideana on antaa tietoa laatuun liittyvistä tuloksista. Tuotannossa esiintyviä vikoja ei ennen ole kirjattu ylös. Laatutaulujen tarkoitus on kerätä nämä viat ylös, jotta niitä voidaan seurata. Tehtävänäni oli suunnitella laatutaulut sekä etsiä erilaisia valvontakorttityyppejä, joista yritys voi valita heille sopivat kortit.</p> <p>Kun kehitystoimenpiteet on tehty, tulee johdon hyväksyä ne ja perehdyttää asia koko henkilöstölle. Hyväksytyt laatutaulut sijoitetaan tuotannon puolelle. Laatutaulujen kokeiluversio laitetaan ensin sorvaussoluun.</p>		

**Asiasanat**

Laadun parantaminen, laatu, lean, valvontakortti

## ABSTRACT

<b>Centria University of Applied Sciences</b> Ylivieska	<b>Date</b> May 2017	<b>Author</b> Anna Mäkinen
<b>Degree programme</b> Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> IMPROVING THE QUALITY ASSURANCE CAPABILITY. Towards high-quality lean production.		
<b>Instructor</b> Heikki Salmela, Veijo Hietamäki		<b>Pages</b> 32 + 1
<b>Supervisor</b> Juha Kääriäinen		
<p>The commissioner of this thesis was Camtronic Oy from Ylivieska, Finland. The objectives were to create developmental ideas for improving the quality of the production process in the company. The theoretical part of the thesis reviewed lean strategy and its principles, development and improvement of the quality in the production process and for these related tools, the types of control cards and the selections of cards.</p> <p>As for the development measures, we chose the quality boards which idea is to provide information of the results that are related to quality. The failures in the production have not been registered before. The tasks of the quality boards are to collect these faults, so that they can track the results. My mission was to design the quality labels and to find out about the different kinds of control cards, which the company could choose that suits them best.</p> <p>When the development measures have been done, the management will accept them and after that familiarize the whole process for the staff. The approved quality boards will be placed in the production hall. The trial version of the quality boards will first be put in the lathing station.</p>		
<b>Key words</b> A control card, improving quality, lean, quality		

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

Lean	Toimintatapa, jossa pyritään toiminnan jatkuvaan parantamiseen sekä poistamaan kaikki ylimääräinen ja turha prosessista.
5S	Menetelmä, jonka pitää huolen siisteydestä ja järjestyksestä sekä kehittää ja ylläpitää näitä. Tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta.
Hukka	Ei hyödyllistä toimintaa, joka ei anna tuotteella arvoa.
Layout	Työsolujen sijoittelu tuotannossa.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Työn tausta .....	1
1.2 Kehitystehtävän kuvaus.....	1
1.3 Tavoite.....	2
<b>2 LEAN</b> .....	<b>3</b>
2.1 Lean-toiminnan kehittäminen.....	3
2.2 Hukka.....	3
2.3 Kaizen- jatkua parantaminen .....	4
2.4 Työn vakiinnuttaminen .....	4
2.5 Virtaus.....	4
2.6 Imuohjaus .....	5
2.7 Laadunvarmistus.....	5
2.8 5S.....	6
<b>3 LAATU</b> .....	<b>7</b>
3.1 Laatuksitteen ominaisuudet .....	7
3.2 Laadunhallinta ja laatuksikirja .....	8
3.3 Laatuksitannukset.....	8
3.3.1 Ulkoiset virhekustannukset .....	9
3.3.2 Sisäiset virhekustannukset .....	9
3.3.3 Laadun ylläpitokustannukset.....	9
3.3.4 Ehkäisyksitannukset .....	10
3.3.5 Laatuksitannusten vähentäminen .....	10
3.4 Benchmarking .....	10
3.5 Apuvälineitä ja työkaluja .....	11
3.5.1 Histogrammi .....	11
3.5.2 Tarkistuslista .....	11
3.5.3 Pareto-analyysi .....	12
3.5.4 Ohjauskortti.....	13
3.5.5 Aivoriihi .....	13
3.5.6 Kalanruotokaavio.....	14
3.6 Prosessin parantaminen.....	14
3.7 Henkilöstön kehittäminen .....	15
3.8 ISO Standardit .....	16
<b>4 VALVONTAKORTIT</b> .....	<b>17</b>
4.1 Valvontakortit käytön mukaan.....	17
4.2 Muuttujakortit.....	18
4.2.1 x/R-kortti.....	18
4.2.2 x/MR-kortti.....	19
4.2.3 x/s-kortti .....	20
4.2.4 x-kortti.....	22
4.3 Ominaisuuskortit.....	22
4.3.1 c-kortti.....	23

4.3.2 u-kortti .....	24
4.3.3 p-kortti .....	25
4.3.4 np-kortti .....	25
4.4 Korttityypin valinta .....	26
<b>5 KEHITYSTOIMENPITEET .....</b>	<b>29</b>
5.1 Laatutaulut .....	29
5.2 Valvontakortit .....	30
<b>6 YHTEENVETO JA POHDINTAA .....</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>31</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVAT</b>	
KUVA 1. Histogrammi .....	11
KUVA 2. Tarkistuslista.....	12
KUVA 3. Pareto-analyysi .....	12
KUVA 4. Ohjauskortti .....	13
KUVA 5. Kalanruotokaavio .....	14
KUVA 6. x/R-kortti .....	19
KUVA 7. x/MR-kortti.....	20
KUVA 8. x/s-kortti .....	21
KUVA 9. x-kortti .....	22
KUVA 10. c-kortti .....	23
KUVA 11. u-kortti .....	24
KUVA 12. n-kortti .....	25
KUVA 13. np-kortti .....	26
KUVA 14. Korttityypin valintakaavio.....	27

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Ylivieskassa toimiva yritys Camtronic Oy. Yritys tarjoaa hienomekaniikan suunnittelu-, koneistus-, kokoonpano- ja alihankintapalveluja. Yritys on perustettu vuonna 2001 ja sillä on noin 40 työntekijää. Koneistustoimintaa kasvatetaan koko ajan määrätietoisesti. Vuosittain tehtävien koneinvestointien myötä mahdollistetaan toiminnan kasvua ja kehitystä tuleville vuosille. Henkilöstön kouluttamisella sekä jatkuvalla kehityksellä yritys vahvistaa asemaansa koneistus- ja alihankintapalvelujen luotettavana tarjoajana. Vuonna 2010 yritys sai käyttöönsä sertifioitua laatu- ja ympäristöjärjestelmän eli sertifikaatit ISO 9001 ja ISO 14001. Vuonna 2014 on käynnistetty koko henkilökuntaa koskeva lean -koulutus, jonka tarkoituksena on antaa työkaluja laadukkaaseen ja kustannustehokkaaseen valmistusprosessiin sekä sen jatkuvaan kehittämiseen. Lean koulutuksessa opittuja toimintatapoja on yrityksessä tarkoitus siirtää tuotannon puolelle (<http://www.camtronic.net/>).

## 1.2 Kehitystehtävän kuvaus

Tuotannossa esiintyy laatuvirheitä. Virheitä voi olla muun muassa koneissa, työstettävässä kappaleessa tai työkaluissa. Tällä hetkellä virheitä ei kirjata mihinkään ylös eli niihin ei voida kummemmin puuttua, kun ei tiedetä, milloin kyseinen vika on esiintynyt viimeksi ja mikä sen aiheutti. Nyt tarkoitus olisi suunnitella laatutaulut, jotka laitetaan esille ensin sorvaussoluun. Laatutauluihin merkitään viat, joita sorvauksessa esiintyy. Tämän avulla voidaan seurata, kuinka usein vikoja esiintyy ja jos joku vika esiintyy useaan kertaan, on siihen jokin erityisyys, joka vian aiheuttaa. Erityisyys on etsittävä ja vika tulee korjata. Laatutauluista voidaan myös seurata tuotteen saantoa eli kuinka paljon ehyitä tuotteita valmistetaan. Tarkoituksena olisi myöhemmin saada laatutaulut myös muihin työsoluihin.

Laadunvalvontaan voidaan käyttää erilaisia valvontakortteja. Niiden tehtävänä on määritellä prosessin tilastollinen suorituskyky, kerätyn tiedon perusteella. Tämän perusteella voidaan ennustaa prosessin käyttäytymistä tulevaisuudessa sekä löytää prosessin muutokset. Tehtävänä on siis etsiä erilaisia valvontakortteja, joiden avulla voidaan seurata prosesseja.

### 1.3 Tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa sorvaussolun laaduntuottokykyä, hyödyntämällä lean-periaatteita. Kaikki viat kootaan laatutauluihin, jotka ilmenevät sorvauksen aikana. Vikoja voi olla muun muassa työstettävässä kappaleessa, sorvissa tai työkaluissa. Mikäli jokin vika esiintyy useaan kertaan, on siihen jokin erityisyys. Erityisyys tulee tutkia ja vika tulee korjata. Näiden avulla pyritään välttämään toistuvia vikoja, korjaamaan ne nopeammin sekä saamaan tuotantoa laadukkaammaksi. Valmiit laatutaulut annetaan johdolle ja heidän tehtävänä on hyväksyä ne sekä perehdyttää asia koko henkilöstölle. Tämän jälkeen laatutaulut voidaan laittaa työntekijöiden näkyville tuotantoon. Jokainen työntekijä huolehtii laatutaulujen täytöstä. Tavoitteena on myös etsiä erilaisia valvontakortteja, joiden avulla voidaan seurata prosesseja.



## 2 LEAN

Lean niminen toimintamalli on kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Aluksi sitä käytettiin vain autoteollisuudessa, mutta nykyään se on johtava tuotantoperiaate kaikilla toimialoilla. Yritykset, jotka noudattavat leania, ovat toimialansa kannattavampia sekä nopeammin kasvavia. Kehitystyössä ja tuotannon organisoinnissa lean näkyy hyvin selkeästi. Lean-toimintamallilla pyritään luomaan toimintaan järkevyyttä, täsmällisyyttä, tarkoituksenmukaisuutta sekä täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Lean-toimintaan sisältyy vahvasti laatuajattelu, josta kaikki ovat vastuussa. Tuotteen tai palvelun arvo muodostuu sen ominaisuuksista, toimitusajasta, laadusta ja toimitusvarmuudesta. Leanin tarkoitus on antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystöihin, parantaa kilpailukykyä ja työskentelyolosuhteita sekä tehdä oikeita asioita (Kouri 2009, 6-7).

### 2.1 Lean-toiminnan kehittäminen

Tuotteen tai palvelun arvo määritellään asiakkaan näkökulmasta. Mietitään, mistä asiakas on valmis maksamaan ja mitkä ominaisuudet ovat tärkeitä ja vähemmän tärkeitä asiakkaan kannalta. Arvoketjussa määritellään prosessit ja toiminnot, jotka muodostavat arvon. Kaikki toiminnot ja prosessit poistetaan, jotka eivät tuota lisäarvoa. Tuotanto suunnitellaan niin, että tuotteet virtaavat arvoketjussa pysähtymättä. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannossa koneet sijoitetaan niin, että työvaiheesta toiseen siirtyminen on lyhyet ja selkeät. Tuotteiden valmistusta varastoon vähennetään. Tuotteita valmistetaan kuluksen mukaan. Prosesseja kehitetään jatkuvasti ja hukkaa poistetaan. Työ toteutetaan laadukkaasti ja tehokkaasti (Kouri 2009, 8-9).

### 2.2 Hukka

Leanin tarkoitus on poistaa hukkaa. Hukalla tarkoitetaan arvoa lisäämätöntä ja turhaa työtä. Hukka estää tehokkaan työn tekemisen. Hukkaa poistamalla työn tuottavuus ja laatu paranevat. Tuotannossa esiintyvät hukat jaetaan seitsemään osaan: **1. Ylituotanto** eli tuotteita valmistetaan enemmän kuin olisi tarvis. Keskenäinen tuotanto, suuret eräkoot ja varastoon valmistaminen synnyttävät hukkaa. **2. Viivästykset** ja odottelu eivät tuota arvoa asiakkaalle. Esimerkiksi materiaalin puute ja koneiden häiriöt aiheuttavat viivästyksiä. **3. Tarpeeton kuljettaminen** aiheuttaa hukkaa ja tätä on vältettävä tuotannossa. **4. Laatuvirheet** aiheuttavat materiaalin ja kapasiteetin hukkaa. Tämä johtaa asiakastyöttymättö-

myyteen. **5. Tarpeettomat varastot** pienentävät läpimenoaikoja ja lisäävät kustannuksia. **6. Ylikäsittely** on turhaa työtä jota asiakas ei näe, jolloin se on merkityksetöntä. **7. Tarpeeton liike** työskentelyssä on hukkaa eikä se tuota lisäarvoa tuotteelle (Kouri 2009, 10-11). Camtronic Oy:llä pyritään myös poistamaan hukkaa. Tämä näkyy esimerkiksi siten, että tuotteita ei valmisteta ylimääräisiä kappaleita, eikä tuotekohtaisia harjoituskappaleita valmisteta tai niitä valmistetaan korkeintaan yksi.

### **2.3 Kaizen- jatkua parantaminen**

Lean perustuu toiminnan jatkuvaan parantamiseen. Jokainen työntekijä vastaa tuotteen, toiminnan ja kehitystyön laadusta. Kehitystoimintaa tehdään pienemmissä ryhmissä, joissa perehdytään ongelmiin, suunnitellaan ratkaisut ja toteutetaan ne. Ongelmia ei tule ottaa liian vakavasti vaan ne tulee nähdä tilaisuutena kehittää työturvallisuutta, laatua ja työskentelytehokkuutta.

Jatkuva parantaminen tapahtuu seuraavasti: Suunnittele parannustoimenpide pohtimalla erilaisia vaihtoehtoja ja määrittelemällä työskentelyvaiheet paremmiksi. Suorita ensimmäinen koevedos muutoksesta ja arvioi sen hyvät ja huonot puolet. Tässä vaiheessa on mahdollisuus tehdä korjauksia. Sitten toteuta parannustoimenpide kohdealueella ja hyväksi havaitut toimintatavat on vakiinnutettava kaikkialla. Jatka toiminnan kehittämistä (Kouri 2009, 14-15).

### **2.4 Työn vakiinnuttaminen**

Kehitetyt työtavat ja -menetelmät edellyttävät niiden vakiinnuttamista. Kun kaikki työntekijät toimivat samalla tavalla, voidaan selvittää kuinka toteutustapa vaikuttaa tuottavuuteen, turvallisuuteen sekä laatuun. Työskentely, joka on standardoitu, takaa tuotteen laadun. Työn vakiinnuttamisesta seuraa positiivisia piirteitä: työtapaturmat vähenevät, työn tuottavuus ja laatu paranevat, hyvien työskentelytapojen kehittäminen sekä tietojen jakaminen ja oppiminen tehostuvat (Kouri 2009, 16-17).

### **2.5 Virtaus**

Virtauksen tavoitteena on saada tuotteet mahdollisimman nopeasti valmiiksi. Leanin kehittäminen vaatii tuotannon virtauttamista. Tuotteita valmistetaan pienissä erissä toistuvasti aina tilaustarpeiden mu-

kaisesti. Keskeneräinen tuotanto ja varastojen määrä pidetään mahdollisimman pieninä, jotta tuotteet pääsevät virtaamaan tuotannossa ilman pysähtymisiä. Tuotannon läpäisyajalla mitataan, kuinka tehokasta virtaus on. Tuotannon läpäisy aika tarkoittaa aikaa, joka kuluu tuotteen valmistamiseen. Virtauksen tehostaminen tuo esille tuotannossa esiintyvät ongelmat ja täten pakottaa kehittämään tuotantoa uudelleen. Kun tuotanto on virtautettu onnistuneesti, saavutetaan sillä positiivisia etuja: tuottavuus kasvaa, toimitusajat lyhenevät, laatu kehittyy, toiminta kasvaa ja varastoihin sitoutunut pääoma pienee (Kouri 2009, 20-21). Camtronic Oy:llä on tehty layout muutoksia Lean ajatusten mukaisesti, jotta tuotantoa saadaan virtautettua paremmaksi.

## **2.6 Imuohjaus**

Imuohjauksessa valmistaminen tapahtuu tarpeen mukaan. Sillä pyritään eliminoimaan ylituotantoa. Työn aloituksessa varataan tietty määrä tarvittavia osia. Impulssi tuotteiden tekemiseen saadaan, kun tuotelaatikko tyhjenee. Imuohjausimpulssi voi tulla osaa käyttävältä kokoonpano-osastolta tai seuraavalta työvaiheelta. Valmistus aloitetaan imuohjauskortin eli kanbanin tai tyhjän laatikon perusteella. Kanban määrittelee valmistusmäärän ja valmistettavan nimikkeen. Kanban sopii erinomaisesti tuotteiden valmistamiseen, joiden kulutus on kohtuullisen tasaista. Kanba-korttien määrä kertoo, kuinka monta erää tuotetta on valmistettava. Kun muutetaan kanbanien määrää tai eräkokoa, voidaan tällä vaikuttaa keskeneräisen tuotannon määrään sekä varastoihin. Imuohjauksesta saadaan paljon hyötyjä. Se selkeyttää tuotantoa sekä parantaa tuotannon joustavuutta ja lisää asiakaslähtöisyyttä. Sillä saadaan lyhennettyä tuotannon läpimenoaikaa sekä sillä yksinkertaistetaan omaa materiaali ohjausta ja pienennetään varastoja (Kouri 2009, 22-23).

## **2.7 Laadunvarmistus**

Laadunvarmistus ja laatu ovat osa normaalia työskentelyä ja ne kuuluvat kaikille. Työskenneltäessä on tuotettava parasta mahdollista laatua annettujen ohjeiden mukaisesti. Mikäli häiriöitä tai poikkeamia ilmenee, on niistä ilmoitettava välittömästi. Virheet olisi hyvä löytää ja estää mahdollisimman nopeasti, sillä se säästää turhan työn tekemistä. Virheiden syyt on löydettävä, jotta niiden aiheuttajat voidaan selvittää ja poistaa. Tuotannon laatu kehittyy parempaan suuntaan, kun virheiden aiheuttajat saadaan poistettua (Kouri 2009, 24-25).

## 2.8 5S

Leanin lähtökohtana on, että laadukasta ja tuottavaa työtä voidaan tehdä vain siistissä ympäristössä. 5S on työkalu, jolla huolehditaan järjestyksestä ja siisteydestä sekä näiden ylläpidosta. Viisi S-kirjainta tulevat japaninkielisistä sanoista Seiri (lajittele), Seiton (järjestä), Seiso (puhdistusta ja huolla), Seiketsu (vakiinnuta toimenpiteet) sekä Shitsuke (ylläpidä). 5S tuottaa paljon hyötyä. Se ylläpitää työpisteiden järjestystä, mikä vähentää työkalujen turhaa etsimistä. 5S helpottaa työn tekemistä, kun kaikki tavarat on organisoitu tarkoituksenmukaisesti. Tuotantovälineiden valvonta ja seuranta tehostuvat sekä se parantaa työturvallisuutta (Kouri 2009, 26).

Jokaisella työntekijällä on vastuu 5S:n toteuttamisesta. Työntekijöiden on osallistuttava työpisteiden siivoamiseen ja järjestämiseen sekä näiden ylläpitoon. Lajittelun ideana on lajitella työkalut, materiaalit sekä muut tavarat niiden tarpeiden mukaisesti. Poistetaan kaikki ylimääräinen ja tarpeeton. Järjestyksestä hoidetaan pitämällä työkalut niille kuuluvilla paikoilla. Koneet ja laitteet puhdistetaan ja huolletaan säännöllisesti tai aina tarpeen mukaan. Sitten vakiinnutetaan toimenpiteet. Siivouksesta ja järjestyksestä tehdään rutiini, osaksi työntekoa. Lopuksi tätä kaikkea ylläpidetään (Kouri 2009, 27). Lean koulutuksen jälkeen Camtronic Oy otti 5S:n käyttöön.

### 3 LAATU

Laatu on yrityksen yksi tärkeimmistä asioista ja strategisista kilpailutekijöistä. Sillä on ollut merkityksensä liiketoiminnassa jo ennen järjestyneen yhteiskunnan syntyä. Laadun määritelmään sisältyy, että virheitä ei tehdä vaan asiat tehdään ensimmäisellä kerralla oikein joka kerta. Yrityksien välillä laatu on strateginen kilpailutekijä (Lecklin 2006, 15-16).

Laatu voidaan määritellä monella tapaa. Se voi olla kestävyyttä, luotettavuutta ja toimitusvarmuutta. Tuotteesta tai palvelusta pyritään tekemään mahdollisimman laadukas, jotta se vastaa asiakkaan odotuksia. Laatua edistäviä asioita ovat muun muassa yhteistyö sidosryhmien kanssa, esimerkiksi asiakkaiden ja tavarantoimittajien kanssa, teknologia ja laatu työkalut sekä henkilöstön erinomainen osaaminen. Laadun kehittämistä vaikeuttavat huono organisointi, kiire, toimittajien kanssa aiheutuvat ongelmat, huonot asenteet ja osaamattomuus (Lecklin 2006, 16-19).

#### 3.1 Laatukäsitteen ominaisuudet

Laatuun liittyy erilaisia tunnusmerkkejä ja ominaisuuksia. Nämä kaikki täydentävät toisiaan tavalla tai toisella. *Valmistuslaatu* keskittyy tuotteen valmistusprosessiin. Sen tarkoitus on varmistaa, että tuotteet valmistetaan annettujen määräysten mukaan. Prosessia kehittämällä virheet pyritään ennakoimaan ja välttämään. *Tuotelaadussa* suunnittelun osuus korostuu tuotteen laadun määrittämisessä. *Arvolaadussa* korkein laatu on tuotteella, joka antaa parhaimman kustannus-hyötysuhteen. Ei ole tarpeellista tuottaa ylilaatua tai mitään mikä ei tuota arvoa tuotteelle. *Kilpailulaadussa* laadun on oltava yhtä hyvä kuin kilpailijoilla. Muuten kilpailija vie voiton ja omat tuotteet ja palvelut jäävät myymättä. *Asiakaslaadussa* tuote vastaa asiakkaan odotuksia ja tarpeita. Ei ole tarpeellista tehdä mitään ylimääräistä, mitä asiakas ei koe tarpeelliseksi. *Ympäristölaadussa* laatua mitataan ympäristön sekä yhteiskunnan kannalta. Tuotteen suunnittelussa tulee näkyä sen elinkaari, resurssien käyttö suunnittelusta hävittämiseen. Käytännön toiminnassa kaikki näkökulmat ovat havaittavissa. Tuotanto-osastolle kuuluu valmistus- ja tuotelaatu. Markkinointi keskittyy asiakaslaatuun. Talousosasto huolehtii kilpailu- ja arvolaadusta (Lecklin 2006, 20).

### 3.2 Laadunhallinta ja laatukäsikirja

Laadunhallinta on tuotteen tai palvelun tiettyjen vaatimustenmukaista laadun ylläpitoa ja hallintaa. Yritykset, jotka investoivat kokonaisvaltaiseen laadunhallintaan, voivat parantaa merkittävästi: tuotteiden ja palveluiden laatua, parantaa tuottavuutta, tehokkuutta sekä asiakaspalvelun tasoa ja lisätä markkinaosuutta. Tällä on siis ainoastaan positiivista vaikutusta yrityksen toimintaan. Kun laadunhallinta on toteutettu hyvin: se mahdollistaa taloudellisia etuja, joustavuus lisääntyy, virheet ja varastot vähenevät, työntekijät ja asiakkaat ovat tyytyväisiä. Laadunhallinta ei tule häviämään tulevaisuudessa. Erilaiset nimitykset sekä toteuttamiskeinot kehittyvät ja muuttuvat, mutta laatu tulee aina pysymään yritykselle merkittävänä menestystekijänä. Tulevaisuudessa se luultavasti integroituu enemmän muuhun toimintaan, jolloin erilaisten laatuyksiköiden merkitys vähenee. Laadun toteuttamista seurataan mittareilla osana toiminnan tuloksellisuuden ja tehokkuuden seuranta (Lecklin 2006, 29-30).

Laatukäsikirja on tärkeä apuväline laadunhallinnassa. Se ei ole pakollinen, mutta ISO 9000 -standardi vaatii, että yritys tekee ja ylläpitää sitä. Laatukäsikirjan tulee sisältää laadunhallintajärjestelmän soveltamisala, kuvaus prosessien välisistä vuorovaikutuksista sekä menettelyohjeet. Laatukäsikirjaa laadittaessa lähtökohtana on yrityksen tarpeet. Sisältö ja rakenne tulee sovittaa hyvin yhteen. Lisäksi kannattaa huomioida tarkoitus ja tavoitteet, määritelmät, toiminnan yleiskuvaus, päiväys- ja hyväksymisohjeet sekä lyhenteet. Hyvä laatukäsikirja auttaa ymmärtämään yrityksen toimintaa ja on opettavainen. Sitä voidaan käyttää apuvälineenä toimintaan perehdyttämisessä sekä työtä tehdessä. Laatukäsikirjassa asiat kuvataan lyhyesti ja selkeästi eikä se ole liian yksityiskohtainen. Näin ollen sitä ei tarvitse päivittää turhan usein (Lecklin 2006, 31).

### 3.3 Laatukustannukset

Laatukustannuksia ei voida välttää. Ne syntyvät, kun yritys varmistaa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Kustannuksia on kahta päätyyppiä. Ensimmäisenä on laatua edistävät kustannukset, joiden avulla pyritään ennaltaehkäisemään virheitä sekä eliminoidaan niitä. Tähän kuuluvat laadun kehittämiseen tehdyt investoinnit, esimerkiksi laadukkaan johtamisjärjestelmän rakentaminen. Toisena on huonosta laadusta aiheutuvat kustannukset. Nämä aiheutuvat siitä, että tehdään virheitä tai vääriä asioita. Laatukustannuksia voidaan seurata erilaisten prosessimittareiden avulla. Kustannukset ovat noin 15-30% yrityksen liikevaihdosta (Lecklin 2006, 155).

### **3.3.1 Ulkoiset virhekustannukset**

Ulkoiset virhekustannukset aiheutuvat, kun asiakas havaitsee saamassaan tuotteessaan virheen, joka yrityksen tulee sitten korjata. Tässä tapauksessa prosessien laadunvarmistus on päässyt pettämään ja virheellinen tuote on päässyt asiakkaalle. Ulkoiset virheet ovat haitallisimpia ja vaikuttavat imagoon negatiivisesti. Korjauskustannukset ovat myös kalleimmat tässä tapauksessa. Sillä tuote on tehty valmiiksi ja lähetetty asiakkaalle, jonka jälkeen asiakas joutuu palauttamaan tuotteen takaisin yritykselle, jossa tuote tulee korjata ja lähettää uudelleen asiakkaalle. Ulkoisia virhekustannuksia ovat esimerkiksi vahingonkorvaukset, takuukustannukset, viivästymiskorot, menetetyt tuotot, valitusten käsittelykustannukset ja luottotappiot (Lecklin 2006, 156-157).

### **3.3.2 Sisäiset virhekustannukset**

Sisäiset virhekustannukset havaitaan yrityksen sisällä esimerkiksi tuotteen valmistuksen aikana. Virhe korjataan ennen kuin tuote lähetetään asiakkaalle. Tähän kuuluu myös suunnittelu vaiheesta aiheutuvat lisäkustannukset. Eli jos on jotain suunnitteluvirheitä, joiden takia tuotteeseen tulee vikaa valmistuksen aikana. Nämä kustannukset ovat yleisimpiä laatukustannuksia yrityksissä. Sisäisiä virhekustannuksia ovat esimerkiksi sisäisesti havaittujen virheiden korjaaminen, toimittajien huono laatu, virheiden tekeminen, tietojärjestelmähäiriöt ja aiheettomat poissaolot (Lecklin 2006, 157).

### **3.3.3 Laadun ylläpitokustannukset**

Laatua on ylläpidettävä, jotta virhekustannukset pysyvät minimissä. Näin ollen lopputuotteet on aina tarkastettava huolellisesti. Mikäli laatua ei ylläpidetä, virheitä pääsee syntymään, joka aiheuttaa paljon turhia laatukustannuksia yritykselle. Laadun ylläpitokustannuksia aiheutuu esimerkiksi laadun mittauksista, auditoinneista, valvonnasta ja tarkastuksista, testauksista ja koeajoista, valvonta- ja mittauslaitteiston ylläpidosta (Lecklin 2006, 157-158).

### 3.3.4 Ehkäisykustannukset

Tavallisimpia ennakointimenetelmiä ovat koulutus, suunnittelu ja kehittäminen. Ehkäisykustannuksia syntyy, kun pyritään ennakoimaan virheet ja poistamaan ne ennen kuin virhe ehtii syntyä. Nämä kustannukset ovat niin sanotusti positiivisia. Tässä tapauksessa voidaan päästä halvimmalla, kun virhe osataan ennakoida ja korjata ennen kuin se ehtii tapahtua. Ehkäisykustannuksia aiheutuu toiminnan suunnittelusta, laatukoulutuksista, prosessien kehittämisestä, henkilöstön motivoinnista ja laadukkaan johtamisjärjestelmän rakentamisesta (Lecklin 2006, 158).

### 3.3.5 Laatukustannusten vähentäminen

Tavoitteena on aina laatukustannuksien vähentäminen. Yrityksessä olisi hyvä olla seurantajärjestelmä, josta laatukustannuksia voitaisiin seurata esimerkiksi kuukausittain. Parhaiten kustannuksia saadaan leikattua erillisten projektien avulla. Kustannusvaikutuksia voidaan arvioida prosessikaavion avulla. Ongelman ratkaisumenetelmillä voidaan analysoida miksi laatukustannuksia syntyy. Virheanalyysillä voidaan selvittää eri virheiden kustannusvaikutukset. Prosessin nopeuttaminen ja virheiden vähentäminen ovat kaksi yleisintä tekijää, jotka pienentävät laatukustannuksia. Laatukustannusten kokonaisuus voidaan pienentää lisäämällä ehkäisykustannuksia (Lecklin 2006, 159-160).

## 3.4 Benchmarking

Benchmarking on palveluiden, tuotteiden ja toimintatapojen jatkuvaa vertailua kovimpia kilpailijoita vastaan. Perusideana on oppia toisilta ja kyseenalaistaa oma toiminta. Yritetään kehittyä koko ajan paremmaksi ja korjata omia heikompia puolia. Benchmarkingia voidaan tehdä vertailemalla tuloksia ja suorituksia sekä vertailemalla prosessien sisältöä ja työvaiheita eli toimintatapoja. Menetelmää käytetään usein laatujohtamisen- ja prosessien kehittämiseen. Se voidaan jakaa kolmeen ryhmään: sisäinen, ulkoinen ja toiminnallinen. Sisäinen benchmarking tapahtuu yrityksen sisällä. Tehdään erilaisia mittauksia ja tehokkuusvertailuja, vertailemalla eri tulosyksiköitä. Ulkoisessa benchmarkingissa tehdään vertailuja kilpailijoihin ja saman toimialan muihin yrityksiin. Toiminnallisessa benchmarkingissa parasta prosessikäytäntöä etsitään myös oman toimialan ulkopuolelta. Vertailukohteeksi etsitään yritys, joka hoitaa parhaiten kehitettävän toiminnan parhaiten ja joka hoitaa erinomaisesti myös myynnin, tuotannon, asiakaspalvelun ja kuljetukset (Lecklin 2006, 160-162).

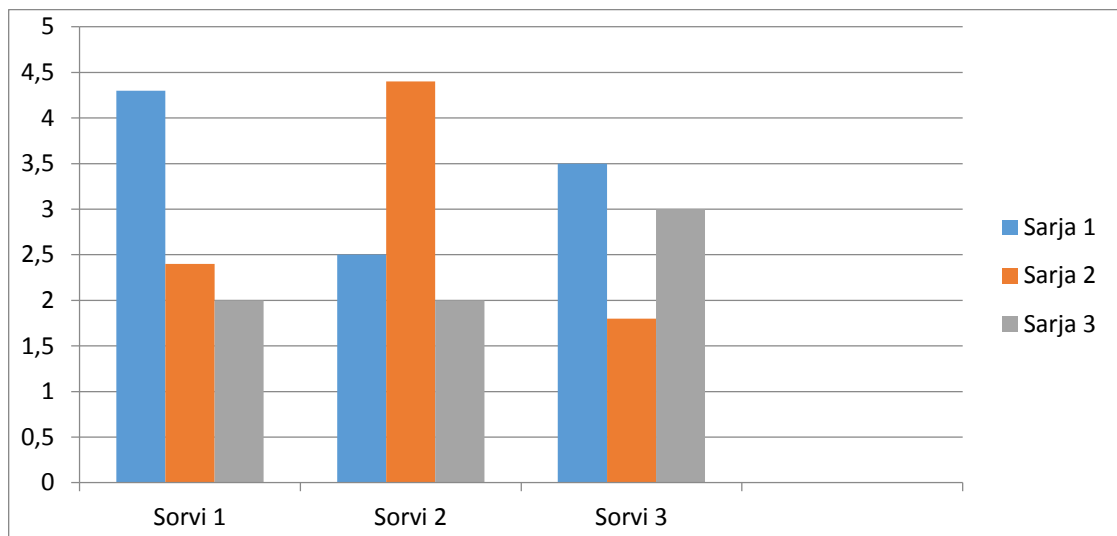


### 3.5 Apuvälineitä ja työkaluja

Yrityksessä täytyy hallita erilaisia prosesseja, tunnistettava niissä esiintyviä ongelmia ja pyrkiä ratkaisemaan ne. Tätä varten on kehitetty paljon erilaisia laatutyökaluja ja apuvälineitä, joiden avulla esiintyvät ongelmat tulisi voida ratkaista (Lecklin 2006, 175).

#### 3.5.1 Histogrammi

Histogrammi on pylväsdiaagrammi, jossa prosessista tehdyt mittaustulokset jaetaan omiin luokkiinsa ja tämä kuvataan graafisesti pylväiden avulla (KUVA 1). Se kuinka korkea pylväs on, kertoo se kyseisen luokan painoarvon verrattaessa tätä muihin luokkiin. Tämän menetelmän avulla voidaan helpommin kiinnittää huomiota virhelähteiden arviointiin (Lecklin 2006, 176).



KUVA 1. Histogrammi

#### 3.5.2 Tarkistuslista

Yksinkertainen havaintojen kirjaamismenetelmä tapahtuu tarkistuslistan eli niin sanotun tukkimiehen kirjanpidon avulla (KUVA 2). Kun ongelma tapahtuu, vedetään viiva kyseisen ongelmatyyppin kohdal-

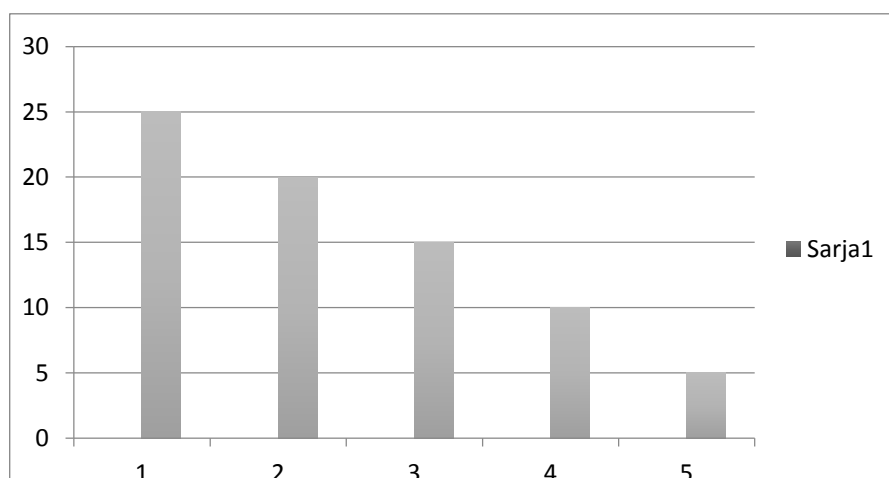
le. Ongelmia on tarkoitus voida seurata aikajaksoittain. Eli tarkastuskorttia on täytettävä aina säännöllisesti sekä siihen on liitettävä päivämäärät. Parhaan hyödyn listasta saa, kun tapahtumat määritellään ja luokitellaan yksinkertaisesti (Lecklin 2006, 176).

Ongelma	Aika (esim. pv)			
	1	2	3	Yhteensä
A				5
B				6
C				9
D				8
Yhteensä	11	7	10	28

KUVA 2. Tarkistuslista (mukaillen Lecklin 2006, 176)

### 3.5.3 Pareto-analyysi

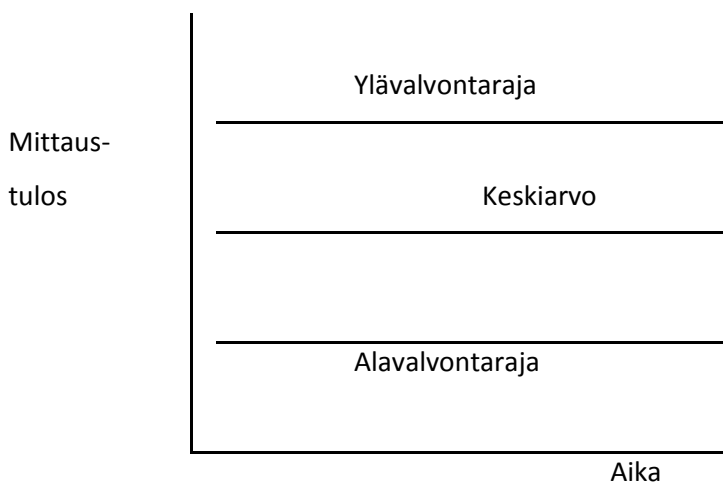
Pareto-analyysissä eri luokkiin jaetut tulokset kuvataan pylväillä, jotka ovat asetettu suuruusjärjestykseen (KUVA 3). Luokat jotka ovat merkityksettömiä voidaan jakaa yhdeksi yhteiseksi ryhmäksi. Pystyakselilla kuvataan tapahtumien prosentuaalista osuutta kokonaisuudesta. Kaavioon voidaan piirtää käyrä, joka kertoo kumulatiivista prosenttikertymää. Analyysi auttaa löytämään oikeat asiat ja löytämään virhekohtat (Lecklin 2006, 177).



KUVA 3. Pareto-analyysi

### 3.5.4 Ohjauskortti

Prosessista saadut mittaustulokset merkitään ohjauskorttiin. Tuloksille on asetettu tietty tavoite eli ihannearvo. Mittaustulosten tulisi olla mahdollisimman lähellä kyseistä ihannearvoa. Prosessille on määritelty sallitut poikkeamat. Prosessi on hallittavissa, kun mittaustulokset pysyvät sallittujen rajojen sisällä. Mikäli tulokset menevät yli rajojen, täytyy ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin. Hajonnan piene-  
neminen johtaa laadun parantumiseen (KUVA 4) (Lecklin 2006, 177-178).



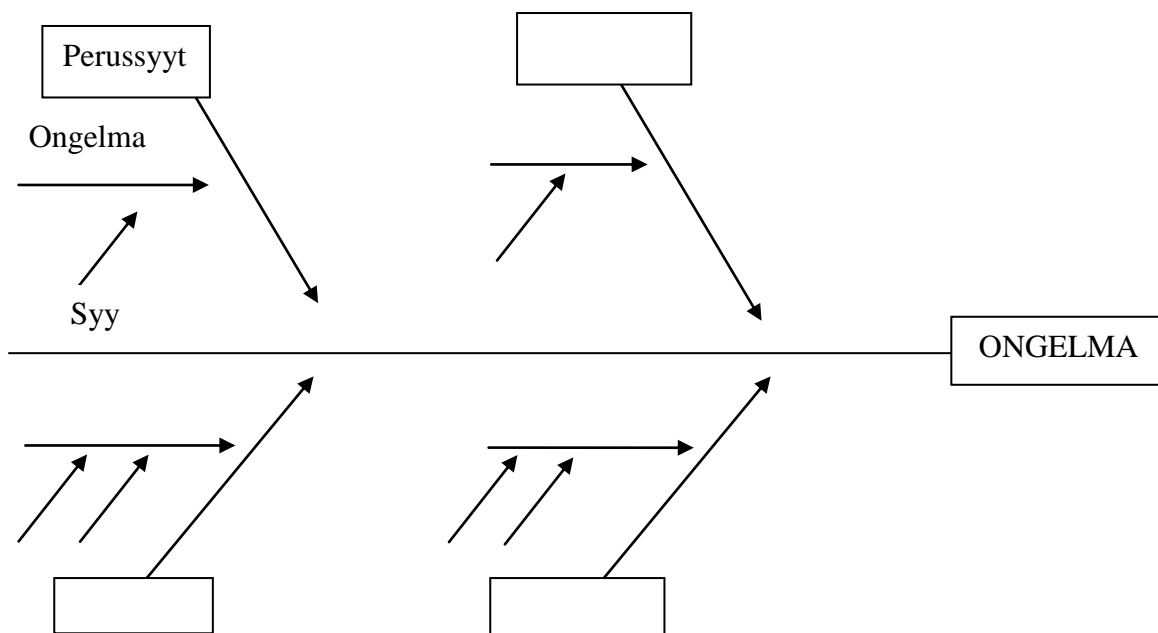
KUVA 4. Ohjauskortti (mukaiillen Lecklin 2006, 178)

### 3.5.5 Aivoriihi

Aivoriihi jaetaan luovaan ja kriittiseen vaiheeseen. Luovan vaiheen tarkoituksena on saada paljon uusia ideoita. Osallistujien tulee tietää tavoite ja tuntea pelisäännöt. Heidän täytyy rohkeasti esittää kaikki ideat. Aluksi ideoita syntyy enemmän ja niitä voi jokainen kertoa vuorotellen. Ideat kirjataan kaikkien näkyville esimerkiksi taululle. Perussääntöihin kuuluu, että kaikki ideat hyväksytään ja luovan vaiheen aikana ei hyväksytä kritiikkiä. Kriittisessä vaiheessa ideat ryhmitellään ja arvioidaan. Tulokset käydään läpi ja yhdistellään ideoita. Karsitaan yhdessä ideat, jotka ovat heikoimpia. Lopuksi valitaan paras idea, joka sai eniten ääniä (Lecklin 2006, 180-181).

### 3.5.6 Kalanruotokaavio

Kalanruotokavio on toiselta nimeltään syy- ja seurausanalyysi (KUVA 5). Menetelmää käytetään usein ongelmien ratkaisuun. Kaavio aloitetaan määrittämällä ongelma, joka kirjoitetaan esimerkiksi paperille oikeaan reunaan. Sitten piirretään selkäruoto ja siihen vielä poikkiruodot, joihin määritellään ongelman perussyyt. Syitä voi olla esimerkiksi menetelmät, ihmiset, koneet ja materiaalit. Kun perussyyt on määritelty, kaavioon kirjataan ongelmia, jotka liittyvät perussyyihin. Analyysiä jatketaan aina kysymällä, miksi ongelma syntyy. Kaavioon merkitään syyt ja näin hiusruodot syntyvät. Kysymyksiä voidaan jatkaa niin pitkälle kuin on tarve (Lecklin 2006, 181-183).



KUVA 5. Kalanruotokaavio

### 3.6 Prosessin parantaminen

Kun on valittu menetelmä, millä prosessia parannetaan, aloitetaan parannussuunnitelman kehittäminen. Siihen sisältyy tavoitteet eli mitä halutaan parantaa. Suunnitellaan uusi projektin kuvaus, joka sisältää yleiskuvauksen, prosessikaavion työvaiheet sekä johtamisjärjestelmän. Tässä tulee myös ilmetä prosessi omistajan ja tiimin tehtävät ja vastuut. Mikäli tehdään koeprojekti, täytyy siihen olla toteutus- ja parannussuunnitelma. Käyttöönoton aikataulut, vaiheet ja vastuut on kirjattava ylös. Suunnitelmassa tulee myös olla selkeästi määriteltynä mittarit ja miten niitä seurataan sekä kuinka tieto kerätään, ra-

portoidaan ja kuka siitä on vastuussa. Resurssisuunnitelmassa arvioidaan taloudelliset vaikutukset, tuotot, rahoitustarve ja kustannukset. Parannussuunnitelman ollessa valmis, tulee johdon ja prosessiomistajan hyväksyä se. Uusi suunnitelma tulee myös hyväksyttävä mukana olevilla henkilöillä (Lecklin 2006, 191-192).

### **3.7 Henkilöstön kehittäminen**

Laadun takana ovat ihmiset. Laatu ei synny ainoastaan hyvästä johtamisesta, hienoista laitteista ja toimivista prosesseista. Vaikka koneet pystyvät tekemään ja tietokoneet valvomaan automaattisesti, on ihmisten kuitenkin valvottava näiden toimintaa. Laadun takaa koulutettu, motivoitunut ja osaava henkilöstö. Johdon tehtävä on kannustaa henkilöstöä motivaation ylläpitämiseksi. Henkilöstön tulee yhdessä asettaa korkeat laatutavoitteet. Tuotannossa määritellään virheraja eli kuinka paljon virheitä sallitaan. Usein on mahdollista päästä hyvin lähelle nollaa. Kun virheitä ei sallita, ei niitä motivoituneet työntekijät helpolla tee. Jokaisen on tunnettava yrityksen laatuperiaatteet ja toimittava niiden mukaisesti. Työntekijät voivat omalla työpanoksellaan nostaa yrityksen laatua. Työ on mielekkäämpää, kun se on monipuolista: työtehtävät vaihtelevat sekä ne vaativat erilaista taitoa (Lecklin 2006, 213-214).

Kun työ on organisoitu oikein, vaikuttaa se positiivisesti työyhteisön tehokkuuteen. Työntekijöille tulee antaa tietty vapaus tehdä työtehtäviä esimerkiksi suunnitella omaa työtään ja toteuttaa sitä, näin ollen tarve kysyä esimieheltä tehtäviä ja neuvoja vähenevät. Yksi motivaatiota nostattava tekijä on vastuun antaminen. Työntekijä kokee onnistuneen, kun hänelle annetaan lisää vastuuta sekä valtuuksia tehdä päätöksiä. Kaikkien osapuolten on kyettävä kommunikoimaan keskenään. Näin tieto välittyy jokaiselle ja henkilöstö pysyy ajan tasalla. Kommunikointia voidaan edistää muun muassa: ryhmäkouksilla, ilmoitustauluilla, tiedotustilaisuuksilla, sähköposteilla ja laatutauluilla (Lecklin 2006, 216-217).

Laatutauluissa annetaan informaatiota laatuun liittyvistä tuloksista. Taulussa kuvataan graafisesti laatumittareiden tuloksia. Kuvattavia asioita ovat esimerkiksi virheiden lukumäärät, niiden syyt ja yksilöiden väliset laaturvirheet. Laatutaulut laitetaan sellaiseen paikkaan, missä koko henkilöstön on mahdollista nähdä ne. Taulujen on tarkoitus viestiä yrityksen nykytilanne ja tavoitteet, korostaa laadun merkitystä sekä motivoida henkilöstöä kiinnostumaan laadusta (Lecklin 2006, 218).

### 3.8 ISO Standardit

ISO 9001 on laadun varmistamisen yleisstandardi. Tämän pohjalta on sertifioitu eniten laadunhallintajärjestelmiä koko maailmassa. Standardi määrittelee kaikki vaatimukset koskien laadunhallintajärjestelmää. Standardin omaava yritys osoittaa kykyä toimittaa tuotteita oikein siten, että asiakasvaatimukset sekä tuotteita koskevat lakien ja viranomaisten vaatimukset täyttyvät. Järjestelmää soveltamalla saadaan lisättyä asiakastyytyvyyttä, joka sisältää jatkuvan parantamisen prosessit ja asiakasvaatimusten sekä tuotteita koskevien lakien ja viranomaisten vaatimusten täyttymisen varmistavat prosessit (Lecklin & Laine 2009, 246).

Standardeja 9001 ja 9004 tulee käyttää yhdessä. Tuotteiden laadunvarmistukselle ja asiakastyytyvyyden lisäämiselle asetettavat vaatimukset määrittelee ISO 9001-standardi. Sertifikaatti voidaan saada ainoastaan tämän standardin perusteella. Laajemman näkökulman laadunhallintaan ja suorituskyvyn parantamiseen sekä ISO 9001-vaatimusten täyttämiseen opastaa ISO 9004-standardi (Lecklin & Laine 2009, 246).

## 4 VALVONTAKORTIT

Valvontakortti on taulukko. Taulukkoon kerätään mittaustuloksia ja näitä tuloksia havainnollistaa graafinen kuvaaja. Valvontakortti voidaan tehdä käsin, SPC-ohjelmalla tai taulukkolaskentaohjelmalla. Korttityyppejä on paljon erilaisia. Valvontakortti voidaan tehdä muuttujista eli mitattavista arvoista sekä ominaisuuksista eli määristä. Melkein mitä vain toistuvaa mittausta voidaan tulkita valvontakorttitekniikalla (Salomäki 1999, 190).

### 4.1 Valvontakortit käytön mukaan

Tuotanto- ja palveluprosesseissa voidaan käyttää monipuolisesti eri valvontakortteja. Ronald J. Wheeler on luokitellut kortit viiteen ryhmään, käyttötavan mukaan:

#### 1. Raporttivalvontakortti

Raporttivalvontakortit raportoivat menneisyyttä eli niihin kerätään tietoja prosessin toteutumisesta. Tätä korttia käytetään satunnaisesti, kun tutkitaan miten asiat ovat menneet. Jotta tilastollisia johtopäätökset voidaan tehdä, on kortista poistettava erityisyys ja määriteltävä hajonta. Usein tämä kortti laaditaan prosessista ensimmäisenä.

#### 2. Säätovalvontakortti

Säätovalvontakorteilla kuvataan mittaustuloksia ja keskiarvoja graafisesti. Tuloksia käytetään prosessin säätämiseen, tavoitearvoa kohti. Kortti perustuu numeraalisista tiedoista, siinä ei ole valvontarajoja, jolloin erityisyyttä ei voida havaita. Menetelmän tarkoitus on yhdenmukaistaa prosessia.

#### 3. Kokeiluvontakortti

Kokeiluvontakorteilla analysoidaan aineistoa, joka kootaan ennen ja jälkeen kokeen. Tämä helpottaa vaikutusten selvittämistä sekä antaa tietoa keskiarvon ja vaihtelun muutoksista kokeen aikana.

#### **4. Seurantavalvontakortti**

Seurantavalvontakortteja käytetään useampia kortteja yhtä aikaa. Jokaiseen korttiin otetaan tulokset samalla kertaa. Näin toimimalla saadaan paljo hyödyllisiä lisätietoja.

#### **5. Jatkuvan Parantamisen valvontakortti**

Jatkuvan Parantamisen valvontakortteja käytetään pitkäaikaisesti ja säännöllisesti. Näillä korteilla seurataan prosessin tärkeitä muuttujia. Tällä havaitaan luotettavasti prosessin muuttujat sekä erikoisyyt (Salomäki 1999, 191-192).

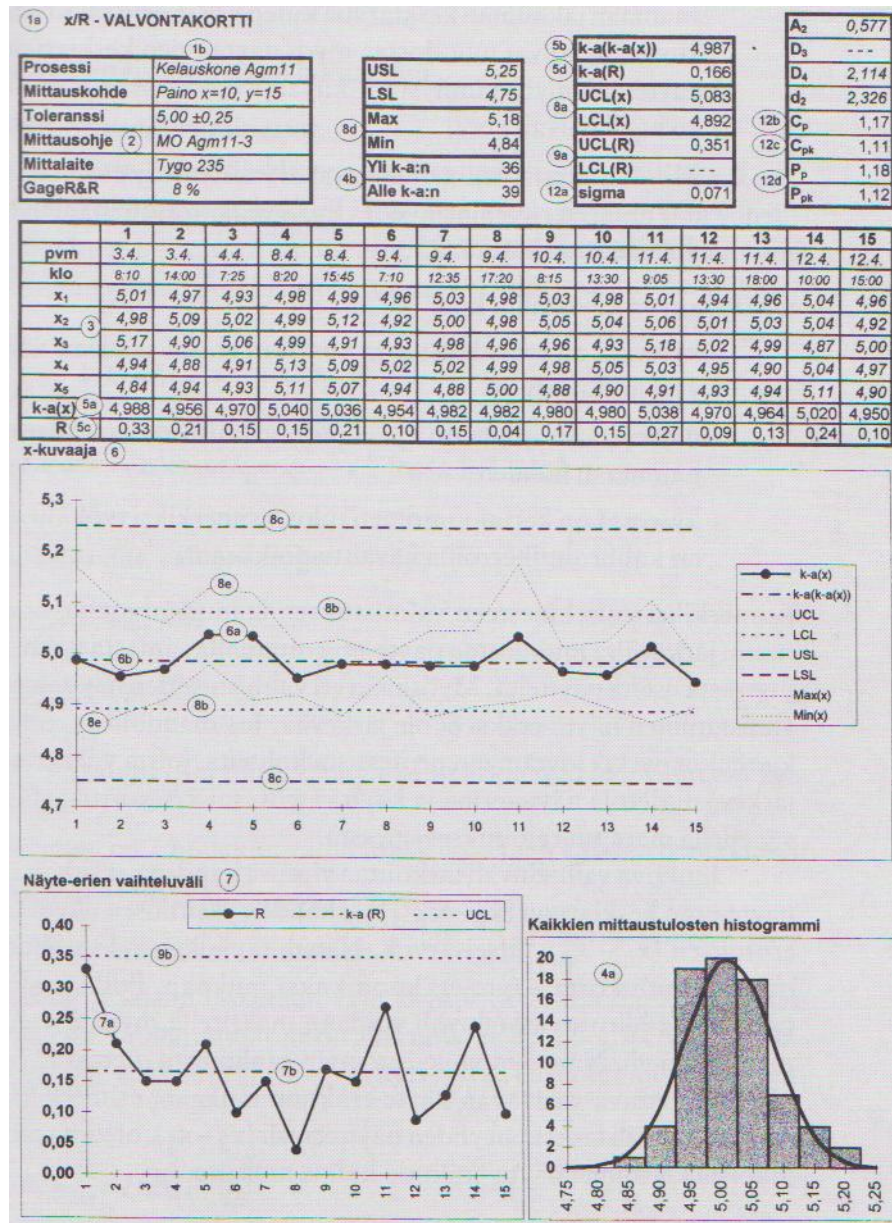
### **4.2 Muuttujakortit**

Muuttujakortteja käytetään, kun analysoidaan prosessista tai tuotteesta mitä tahansa mitattavaa suuretta. Mittausmenetelmä vaikuttaa siihen, kuinka tarkkoja mittauksia halutaan tehdä. Muuttujakortteja on valtava määrä, mutta yleisimmät kortit ovat  $x/R$ -kortti,  $x/MR$ -kortti,  $x/s$ -kortti ja  $x$ -kortti. Korteilla osoitetaan, että prosessi on hallittavissa eikä erityisyyttä esiinny. Erityisyyt näkyvät kortissa, kun valvontaraja ylittyy (Salomäki 1999, 192-194).

#### **4.2.1 $x/R$ -kortti**

$x/R$ -kortissa on kaksi kuvaajaa.  $x$  laaditaan näyte-eräkohtaisten mittaustulosten keskiarvoista, joka kuvaa jakauman keskiarvoa.  $R$  laaditaan näyte-eräkohtaisista vaihteluväleistä, joka ilmaisee hajontaa. Tämä kortti soveltuu käytettäväksi, kun näyte-erän koko on 3-5 tai näyte-eriin ryhmittely on mahdollista ja järkevää (KUVA 6) (Salomäki 199, 211).



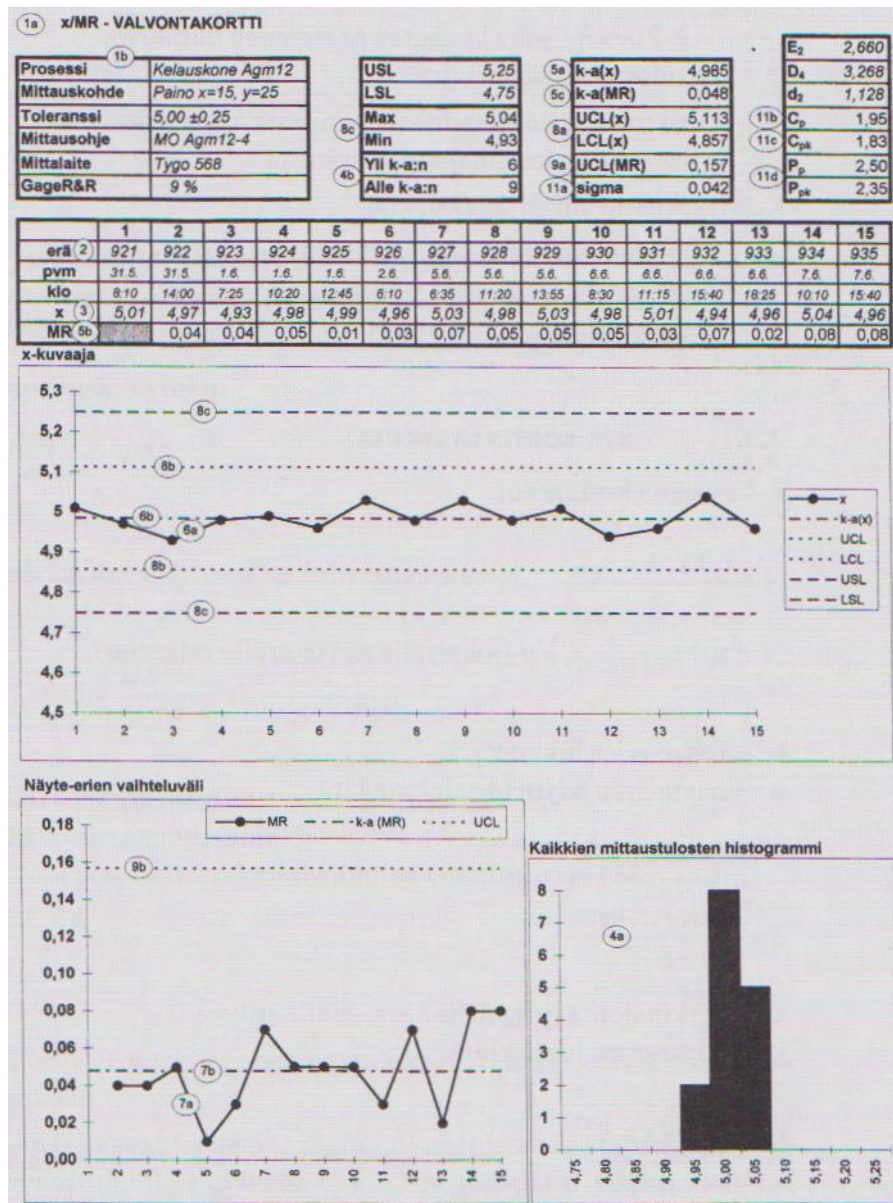


KUVA 6. x/R-kortti (Salomäki 1999, s.219)

#### 4.2.2 x/MR-kortti

x/MR-korttia käytetään silloin, kun näyte-eriä ei ole mahdollista saada tai ne eivät anna todellista kuvaa. Käytetään siis vain yksittäisiä näytteitä. Kortissa on kaksi kuvaajaa. x laaditaan yksittäisistä mittaustuloksista tai näyte-erien mittaustulosten keskiarvosta, jotka kuvaavat jakauman keskiarvoa. MR laaditaan peräkkäisten näytteiden vaihteluvälistä, joka ilmaisee hajontaa. x/MR-korttia käytetään muun muassa erävalmistuksissa ja kustakin erästä on mahdollista saada vain yksi mittaustulos, näyte-erän

hajonta on pieni valmistuserien hajontaan nähden, tai kun kyseessä on kertaluontoinen tulos (KUVA 7) (Salomäki 1999, 220).



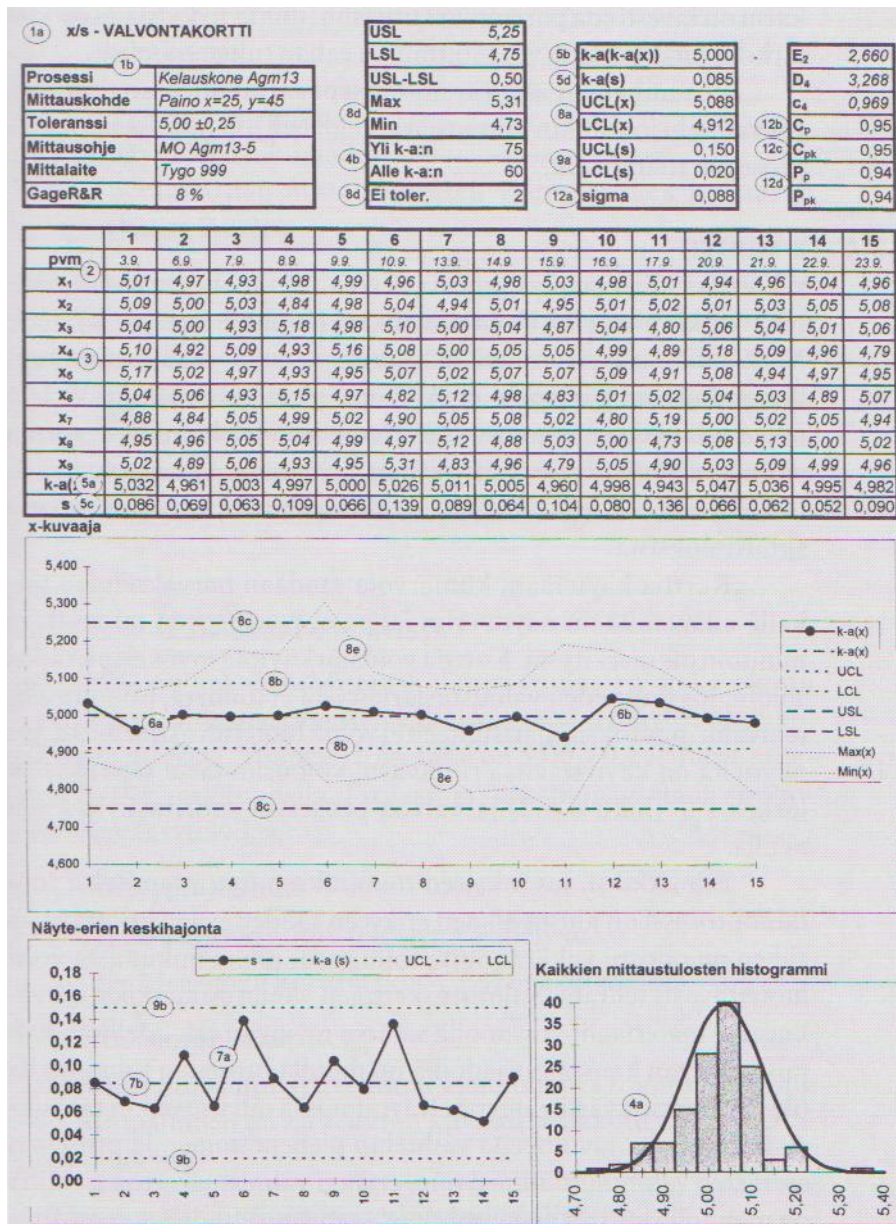
KUVA 7. x/MR-kortti (Salomäki 1999, s.227)

### 4.2.3 x/s-kortti

x/s-kortti on laskennallisesti ja keskihajonnan käsitteen kannalta hankala kortti, mutta se antaa parhaan arvion prosessin hajonnalle, mikäli näyte-erän koko on riittävän suuri. Kortin käyttämiseen tarvitaan



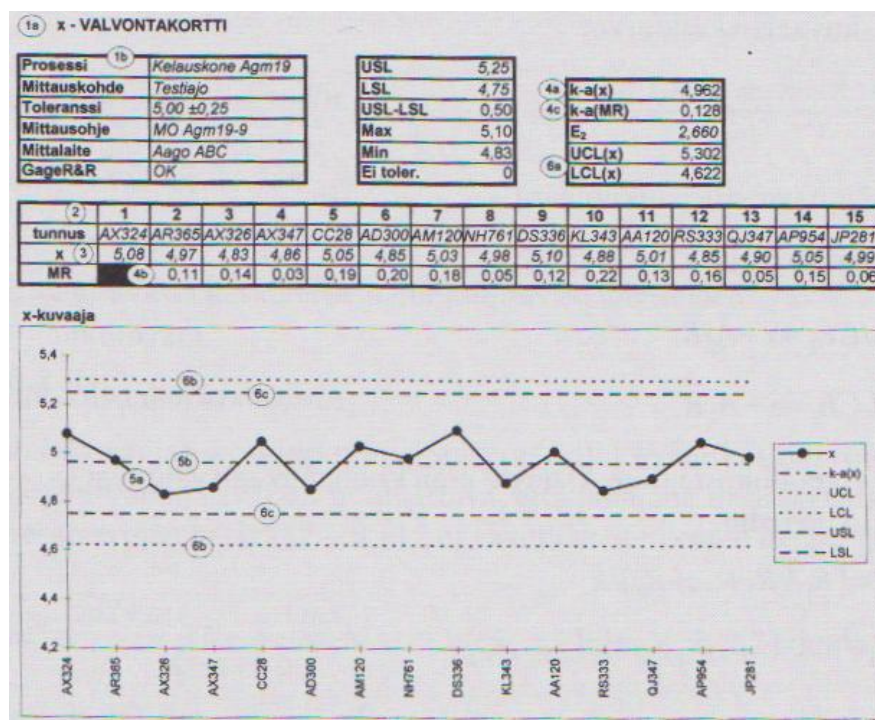
tietokonetta, sillä keskihajonta on laskettava aina näyte-erän lisäämiseen yhteydessä ja se on hyvin aikaa vievää. Kortissa on kaksi kuvaajaa.  $\bar{x}$  laaditaan näyte-erien mittaustulosten keskiarvosta ja  $s$  laaditaan jokaisesta näyte-erästä lasketuista keskihajonnan arvoista. Korttia käytetään, kun näyte-eriin ryhmittely on mahdollista tai kun näyte-erä koot ovat melko suuria, vähintään kuusi näytettä (KUVA 8) (Salomäki 1999, 228).



KUVA 8.  $\bar{x}/s$ -kortti (Salomäki 1999, s.235)

#### 4.2.4 x-kortti

x-kortissa käytetään yksittäisiä arvoja, jotka ilmaisevat jakautuman keskiarvoa. Vaihteluväli- tai hajontakuvaajaa ei käytetä, eikä näyte-eriä voida muodostaa. Mittaustulokset esitetään valvontakortin muodossa sellaisenaan. Valvontarajojen laskemista varten on määriteltävä vaihtelualue (MR). Korttia käytetään, kun arvoja saadaan harvoin pitkällä aikavälillä tai esimerkiksi kun tuotteiden valmistusjärjestystä ei tunneta, jolloin vaihteluvälin muutoksia ajan suhteen ei voida seurata (KUVA 9) (Salomäki 1999, 236).



KUVA 9. x-kortti (Salomäki 1999, s.239)

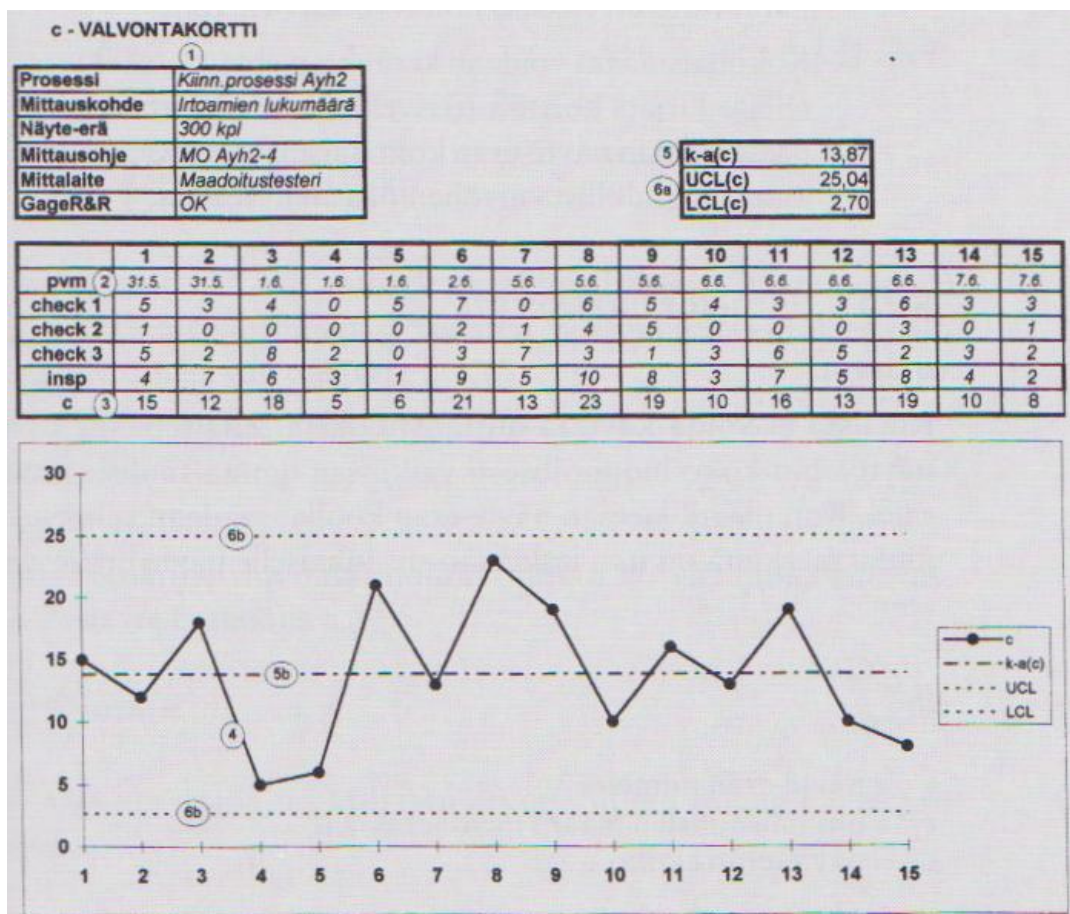
#### 4.3 Ominaisuuskortit

Mitä tahansa lukumäärinä esitettävän tiedon käsittelyyn käytetään ominaisuuskortteja. Korttien käyttökohteet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Voidaan laskea tuotteessa esiintyvä tai tuotteesta puuttuvia ominaisuuksia. Esimerkiksi vikojen lukumäärä tutkittavaksi valitusta näyte-erästä. Yhdessä kappaleessa voi esiintyä useampia vikoja, jolloin vikojen määrä voi olla suurempi kuin kyseisen näyte-erän ko-

ko. Voidaan myös laskea tuotteita, jossa esiintyy tai puuttuu jokin ominaisuus. Esimerkiksi viallisten tuotteiden määrä näyte-erästä tai koko päivän tuotannosta. Yleisimpiä ominaisuuskortteja ovat c-kortti, u-kortti, p-kortti ja np-kortti (Salomäki 1999, 194-195)

### 4.3.1 c-kortti

c-kortilla mitataan ominaisuuksien, esimerkiksi virheiden, lukumäärää näyte-erässä. Näyte-erien koko on aina vakio. c tarkoittaa näyte-erässä havaittujen laskettavien ominaisuuksien määrää. Näyte-erien on oltava suuria, jotta niissä voi esiintyä laskettavia ominaisuuksia. Näyte-erät muodostuvat esimerkiksi yhdestä tuotteesta, joka yksinään muodostaa yhden näyte-erän tai tuotanto katkotaan tasaisiin eriin, jolloin ominaisuuksien määrää seurataan erissä. Näyte-erän koko voi olla pienempi kuin ominaisuuksien lukumäärä. Tavoite on aina pysyä nollassa eli ei yhtään virheitä (KUVA 10) (Salomäki 1999, 272).

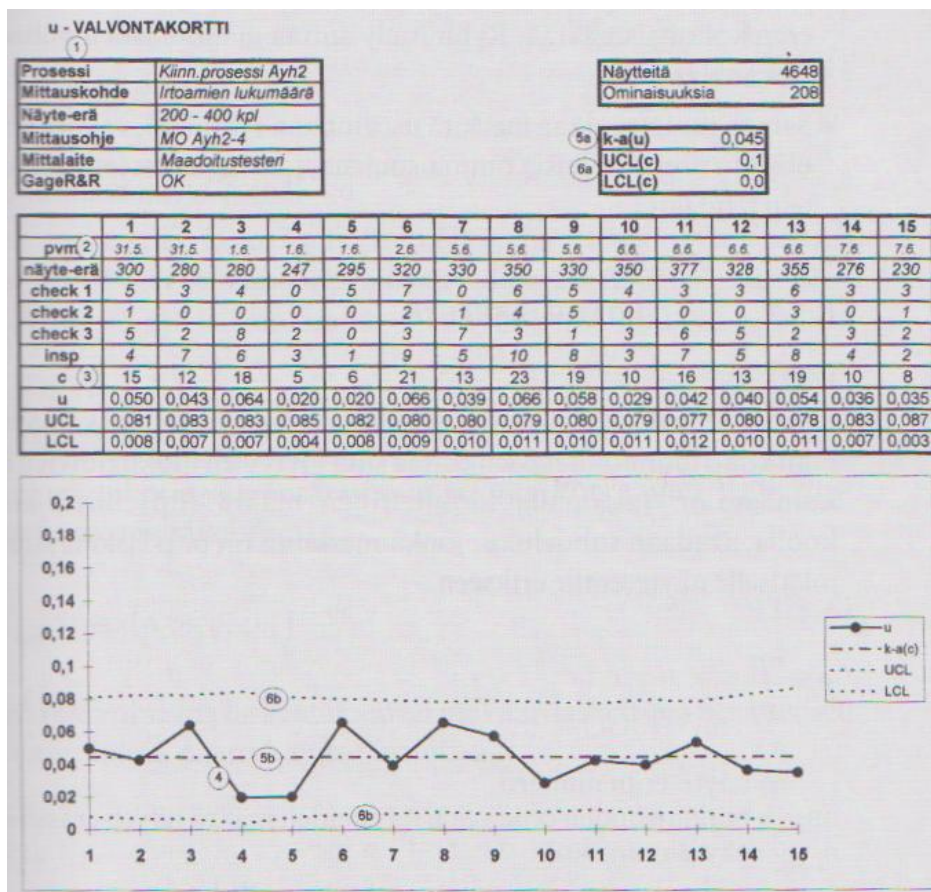


KUVA 10. c-kortti (Salomäki 1999, s.275)



### 4.3.2 u-kortti

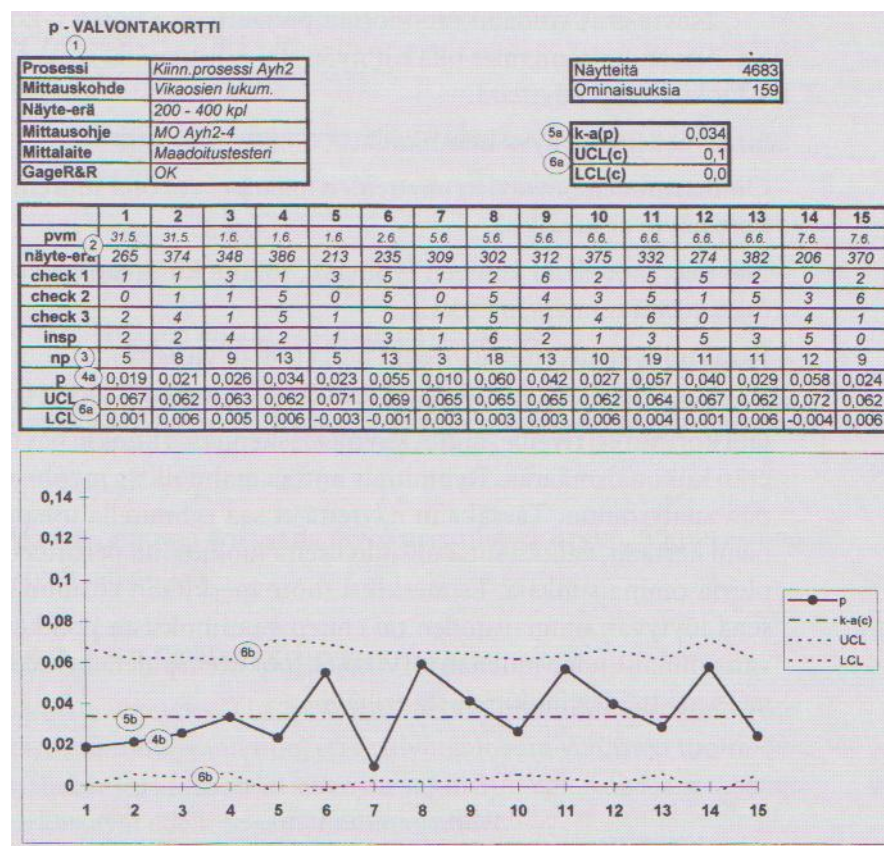
u-kortilla mitataan ominaisuuksien lukumäärää näyte-erissä. Näyte-erien koko vaihtelee. u tarkoittaa näyte-eristä löydettyjen laskettavien ominaisuuksien määrää jaettuna näytemäärällä. Eli tämä on laskettavien ominaisuuksien suhteellinen osuus. Näyte-erät muodostuvat esimerkiksi, kun yksi toimintuserä, jonka suuruus voi vaihdella, muodostaa yksin yhden näyte-erän tai tuotantoa katkotaan niin, että seuranta tapahtuu eri kuukausina. Tässäkin tapauksessa näyte-erän koko voi olla pienempi kuin ominaisuuksien lukumäärä, sekä tavoite on pysyä nollassa eli ei yhtään virheitä (KUVA 11) (Salomäki 1999, 276).



KUVA 11. u-kortti (Salomäki 1999, s.279)

### 4.3.3 p-kortti

p-korttia käytetään, kun mitataan laskettavien ominaisuuksien omaavien näytteiden, esimerkiksi viallisten tuotteiden, lukumäärää näyte-erissä. Näyte-erien koko vaihtelee. p tarkoittaa näyte-erissä löydettyjen laskettavien näytteiden määrä jaettuna kokonaismäärällä eli tämä on näiden suhteellinen osuus. Erien on oltava tarpeeksi suuria, jotta ominaisuuksia voi esiintyä. Ominaisuuksien lukumäärä tulee olla pienempi tai sama kuin näyte-erän koko. Näytteet jaetaan kahteen ryhmää, onko niissä laskettava ominaisuus vai ei. Paras tulos on nolla eli ei yhtään virheitä (KUVA 12) (Salomäki 1999, 280).

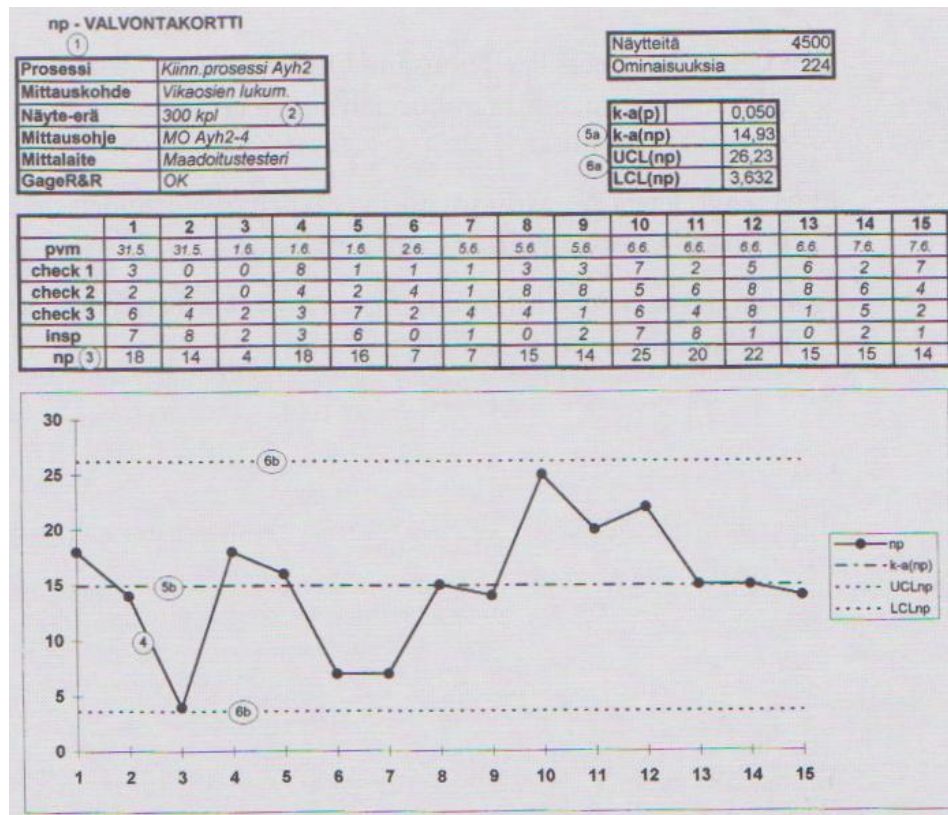


KUVA 12. p-kortti (Salomäki 1999, s.283)

### 4.3.4 np-kortti

np-korttia käytetään, kun mitataan määrätyn ominaisuuden omaavien näytteiden määrää näyte-erissä. Näyte-erän koko on vakio. np tarkoittaa näyte-erästä löydettyjen laskettavien ominaisuuksien sisältävien näytteiden määrää. Näyte-erän tulee olla suuri, jotta siinä esiintyisi luokiteltavia näytteitä. Ominai-

suuksien lukumäärä tulee olla pienempi tai sama kuin näyte-erän koko. Paras tulos on nolla eli ei yhtään virheitä (KUVA 13) (Salomäki 1999, 284).

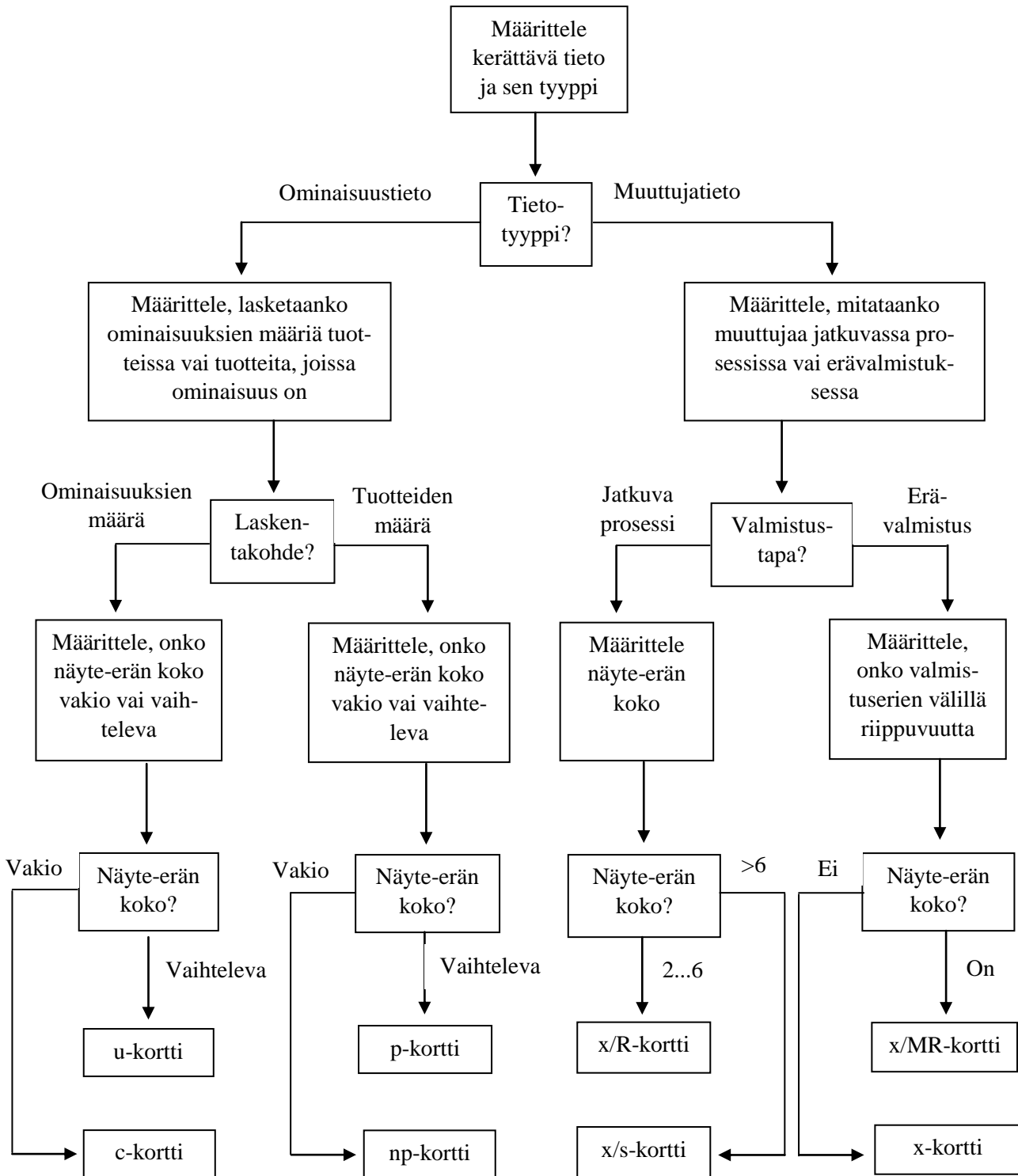


KUVA 13. np-kortti (Salomäki 1999, s.287)

#### 4.4 Korttityypin valinta

Oikeanlaisen korttityypin valitseminen on erittäin tärkeää. Sen laatimiseen käytetään valmiita malleja ja työntekijöiltä saatuja tietoja (Salomäki 1999, 197). Alle on listattu aiheet, jotka viittaavat valvontakortin valintaan (KUVA 14).





KUVA 14. Korttityypin valintakaavio (mukaillen Salomäki 1999, 199)

- Ensin selvitetään kerättävän tiedon ominaisuudet sekä minkälaisilla mittareilla mitataan. Alussa on pyrittävä keräämään muuttujatiedot, mutta jos tämä ei sovellu, voidaan myös aloittaa omi-

naisuustiedoilla. Prosessisuureilla, joita käytetään kuvaamaan prosessin tilaa, voidaan todennäköisesti myöhemmässä vaiheessa prosessia tunnistaa joitakin muuttujia.

- Mikäli kerätään ominaisuustietoja, on määriteltävä, kerätäänkö ominaisuuden sisältävien tuotteiden määrätietoa vai ominaisuuksien määrätietoa. Kun määritellään ominaisuuksien määrätietoa, tiedetään havaintojen määrä, mutta vastalukua ei voida määritellä tuotteessa olevien useiden ominaisuuksien vuoksi. Ominaisuuksien määrätietoa määriteltäessä, tuotteet luokitellaan eri luokkiin ja näin tiedetään tarkasti eri luokkiin sijoittuvien tuotteiden lukumäärä.
- Kun kerätään muuttujatietoja, on määriteltävä, kerätäänkö tietoa erävalmennuksista vai prosessista. Jos prosessi on jatkuva, eriä ei voida erotella selkeästi toisistaan ja jäljittäminen perustuu esimerkiksi laskuriin tai kellonaikaan. Jatkuvan prosessin luonne voi muuttua valmistusketjun aikana.
- Kun kerätään muuttujatietoja, on määriteltävä, onko näyte-erän koko vakio vai voiko se vaihdella.
- Jatkuvassa prosessissa näyte-eriä voi olla yksi tai useampi. Jos näyte-eriä on vain yksi, niin prosessin valvontaan käytetään  $x/MR$ -korttia.  $x/R$ -korttia käytetään, kun näyte-erien koko on 4-6. Mikäli näyte-erien koko on yli kuusi, tällöin käytetään  $x/s$ -korttia. Selvää rajaa ei kuitenkaan kannata määritellä. Paras korttityyppi löytyy usein testaamalla.
- Erävalmistuksessa tulee määritellä, onko erien muuttujien välillä riippuvuutta vai ovatko ne yksilöllisiä. Riippuvuus voi olla sellaista, että prosessin säädöt ovat erästä toiseen samat, eikä oletusarvoja tarvitse määritellä uudelleen. Riippumattomina käsitellään sellaiset erät, joiden keskiarvo vaihtelee itsenäisesti. Toisessa tapauksessa valmistusjärjestystä ei tiedetä riittävän tarkasti, kun yksittäiset näytteet saapuvat mitattaviksi epämääräisissä järjestyksissä.  $x$ -korttia voidaan käyttää, mikäli mikään muu kortti ei sovellu.

## 5 KEHITYSTOIMENPITEET

### 5.1 Laatutaulut

Kehitystoimenpiteisiin valitsimme laatutaulut. Niiden tarkoitus on antaa tietoa laatuun liittyvistä tuloksista ja ne sijoitetaan sellaiseen paikkaan, missä koko henkilöstön on mahdollista nähdä ne. Laatutaulujen tarkoitus on korostaa laadun merkitystä sekä motivoida henkilöstöä kiinnostumaan laadusta. Tällä hetkellä työsoluissa esiintyviä vikoja ei kirjata mihinkään ylös eivätkä ne ole työntekijöiden näkyvillä. Tehtävänä oli siis, että viat kerätään johonkin ylös ja ne olisivat kaikkien nähtävillä. Tehtävänäni oli suunnitella laatutaulut sorvaussoluun kolmelle sorville sekä yhdelle työstökeskukselle (LIITE 1).

Laatutauluun pohjaan merkittiin työpiste, tässä tapauksessa sorvi 201, sorvi 202, sorvi 203 ja työstökeskus 106. Omat sarakkeet työn päivämäärille, tekomäärille, vikamäärille ja saanto%:lle. Saannolle tein vielä oman taulukon, josta voi seurata käyrän prosentuaalista lukua eli paljonko virheettömiä valmiita kappaleita on valmistettu. Näiden jälkeen kokosin mahdollisia vikoja mitä sorvaussolussa voi esiintyä. Vikoja oli viallinen materiaali, väärä terävalinta, huono terän kiinnitys, huono työkappaleen kiinnitys, väärät työstötavat, huono lastunhallinta, värinä, lastunmurto, pinnanlaatu, huono työkalu, työkalurikko ja ei työkalua. Mikäli työssä ilmenee jokin listassa mainitsematon vika, voi työntekijä lisätä sen vikalistan perään tyhjälle sarakeriville. Mikäli vika toistuu useaan kertaan, johtuu se jostain tietystä samasta syystä eli siihen on olemassa jokin erityisyys. Erityisyys tulee ottaa selville ja korjata. Esimerkiksi tietty materiaalierä täytyy poistaa tuotannosta, kun siitä on löydetty jotain vikaa, mikä tekee tuotteista virheellisiä.

Johto käy läpi valmiit laatutaulut ja heidän tehtävänsä on hyväksyä ne. He saavat päättää mitä näytetään tuotannon työntekijöille ja mitä muulle henkilöstölle. Esimerkiksi tuotannon työntekijöille ei tarvitse näyttää kaikkea. Tärkeintä olisi, että näytettävät asiat ovat selkeästi ymmärrettäviä ja kannustavia. Johdon tehtävä on perehdyttää uusi asia koko henkilöstölle. Kaikkien on sitouduttava toteuttamaan sitä. Kaikki työntekijät ovat velvollisia täyttämään laatutauluja.

## 5.2 Valvontakortit

Opinnäytetyöhön on koottu erilaisia valvontakortteja, joista Camtronic Oy voi valita heille sopivat. Korteilla osoitetaan, että prosessi on hallinnassa eikä erityisyyttä esiinny. Melkein mitä vain toistuvaa mittausta voidaan tulkita valvontakorttitekniikalla. Valvontakortteihin kuuluu muuttujakortit ja ominaisuuskortit. Muuttujakortteja käytetään, kun halutaan analysoida jotain mitattavaa suuretta. Muuttujakortteja ovat esimerkiksi x/R-kortti, x/MR-kortti, x/s-kortti ja x-kortti. Muuttujakortin valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka tarkkoja mittauksia halutaan tehdä. Lukumäärinä esitettävän tiedon käsittelyyn käytetään ominaisuuskortteja. Ominaisuuskortteja ovat esimerkiksi c-kortti, u-kortti, p-kortti ja np-kortti. Valvontakorttien valintaan on esitetty valintakaavio (KUVA 14).

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTAA

Yrityksessä haluttiin parantaa tuotteiden laatua ja sen vuoksi selvittää laadunvalvontamenetelmiä, joiden avulla hukkatyötä ei synny tuotantoprosessissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella laatutaulut sorvaussoluun kolmelle eri sorville ja yhdelle työstökeskukselle sekä etsiä erilaisia valvontakortteja, joista Camtronic Oy voi valita heille sopivimmat korttityypit. Laatutaulut suunniteltiin Microsoft Office Excelillä. Opinnäytetyö onnistui hyvin, sillä laatutauluista tuli juuri oikeanlaiset ja valvontakorttityyppejä löytyi tarpeeksi monta, jotta niistä voidaan valita sopivimmat.

Kehitystoimenpiteet on nyt tehty ja ne ovat valmiita menemään johdon tarkasteltavaksi sekä hyväksyttäväksi. Johto jatkaa asioiden viemistä eteenpäin kehotetuilla tavoilla. Mikäli sorvaussolussa olevat laatutaulut saadaan toimimaan halutulla tavalla, esimerkiksi huomataan merkittävää kehitystä laadun- tuottokyvyssä, kannattaa ne ehdottomasti ottaa käyttöön kaikkiin työsoluihin. Opinnäytetyön toimek- siantajan antamat tavoitteet täyttyivät.

## LÄHTEET

<http://www.camtronic.net/>

<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laatu>

Kouri, I. 2009. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Talentum.

Lecklin, O. & Laine, R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki: Innovatiivisen johtamisjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 2. painos. Tukholma: Rheologica Publishing.

Moisio, J. & Tuominen, K. 2008. Toimintajärjestelmän standardivaatimukset: Laatu, terveys, turvallisuus ja ympäristö ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001:2007. Turku: Benchmarking Ltd

Salomäki, R. 1999. Suorituskykyiset prosessit - hyödynnä SPC. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy

Salomäki, R. 2003. SPC-taskukirja. 2. painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy

Torkkola, S. 2016. Lean: Asiantuntijatyön johtamisessa. 3. painos. Helsinki: Alma Talent

