

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Logistiikka / Logistiikan johtaminen ja tiedonhallinta

Johanna Soini

VASTAANOTTOTARKASTUKSEN TILASTOLLISTEN MENETELMIEN OPTI-
MOINTIMAHDOLLISUUKSIA

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma

SOINI, JOHANNA

Vastaanottotarkastuksen tilastollisten menetelmien optimointimahdollisuuksia

Opinnäytetyö

34 sivua+ 5 liitettä

Työn ohjaaja

Osaamisalapäällikkö Pekka Mättö

Toimeksiantaja

Sulzer Pumps Finland Oy/ Kari Rikkinen

Huhtikuu 2011

Avainsanat

acceptance sampling, tilastollinen laadunvalvonta (statistical process control, SPC), Lean Six Sigma,

Laadun merkityksen kasvaessa kilpailutekijänä niin tuotteissa kuin yrityksen omissa prosesseissaan kiinnitetään sen tuottamiseen enenevässä määrin huomiota ja sen tuottoa halutaan jatkuvasti parantaa. Laatujohtamisella voidaan taata laadun seuranta ja parantaminen, näiden avulla voidaan karsia virheistä johtuvan manuaalisen työn määrää ja pienentää välillisiä kustannuksia. Näin säästyvät resurssit voidaan suunnata muihin kohteisiin.

Tässä opinnäytetyössä perehdyin Sulzer Pumps Finland Oy:n pienerätavaroiden vastaanottotarkastuksen optimointimahdollisuuksiin tilastollisin menetelmin SAP-tietojärjestelmää hyödyntämällä. Työn pääpaino oli ehdottomasti tiedon keruussa erilaisista jo olemassa olevista tilastollisista vastaanottotarkastusmenetelmistä ja tilastollisesta laadunseurannasta sekä näiden menetelmien omaksumisessa. Vastaavasti perehdyin SAP-tietojärjestelmän laatumoduuliin ja sen tarjoamiin mahdollisuuksiin talentaa ja yhdistellä tarkastusmääriä ja -menetelmiä.

Työn tuloksena mainitut vastaanotto- ja laadunseurantamenetelmät omaksuttiin, ja ymmärretään SAP-tietojärjestelmän potentiaali nyt alkavassa vastaanottotarkastustyökalun kehitystyössä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSO AMMATTIKORKEAKOULU
University of Applied Sciences

SOINI, JOHANNA	Possibilities to optimize statistical methods at acceptance sampling
Bachelor's thesis	34 pages + 5 pages of appendices
Supervisor	Pekka Mättö, Manager of Departments
Comissioned	Sulzer Pumps Finland Oy/ Kari Rikkinen
February 2011	
Keywords	acceptance sampling, statistical process control (SPC), Lean Six Sigma

While the quality increases its value as competition advantage in products itself as well as in the inner company processes, it is more focused on producing quality and also more willing to constantly improve it. With quality management can quality control and improvement be ensured and at the same time is extra work and costs caused by nonconformities reduced. Those untied resources can be used where they are more needed.

The objective of the thesis was to get orientated towards the options to optimise the acceptance sampling done at Sulzer Pumps Finland Oy. The main focus was to screen different types of already existing acceptance sampling methods as well as statistical quality control methods and familiarize with them. Also the structure of quality module in SAP and its integration in the system was studied. As well as the possibilities to use it in statistical acceptance sampling with its base of existing applications were estimated.

As the result of this thesis different types of acceptance sampling and statistical quality control methods were familiarized and also the potentiality of SAP in these matters was understood. Now the development work of specific inspection tool can be started.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1. JOHDANTO	6
1.1 Yritysesittely	6
1.2 Työn tausta ja tavoitteet	8
1.3 Työn rajaus ja rakenne	8
2. LAATUJOHTAMINEN	9
2.1 Laatu järjestelmät	9
2.2 Laadun määritelmät	10
3. MATERIAALIHALLINTA	10
4. NÄYTETARKASTUS	11
4.1 Kokonaistutkimus ja otantamenetelmä	11
4.1.1 Vastaanottotarkastus	11
4.1.2 Attribuutti- eli ominaisuusperusteinen tarkastus	12
4.1.3 Muuttujaperusteinen näytetarkastus	12
4.2 Tarkastustaso ja näytekoko	13
4.3 Hyväksymistodennäköisyys	14
5. TILASTOLLINEN LAADUNVALVONTA (Statistical Process Control, SPC)	15
5.1 Keskiarvo	16
5.2 Keskihajonta	16
5.3 Normaalijakauma	17
5.4 Spesifikaatorajat	18
5.5 Laaduntuottokyky	19
5.6 Koneen suorituskyky	20
5.7 Tulosten analysointi	21
5.8 Prosessin valvonta	21
6. LAADUN KUSTANNUKSET	22
6.1 Klassinen laatukustannusmalli	24
6.2 Uusi laatukustannusmalli	24
7. SAP-TIETOJÄRJESTELMÄ	25
7.1 Laadunvalvontamoduulin integroituminen logistiseen prosessiin	26
7.2 QM (Quality management)	26
7.3 Hankintaketju SAP:ssa (Procurement chain)	27
7.4 Tarkastussuunnitelma (QM-PT-IP)	27

7.5 Prosessikaavio yritykseen tulevista tavaroista.....	28
7.6 Tarkastustason muuntelu	29
8. SULZER PUMPS FINLAND OY:N VASTAANOTTOTARKASTUKSEN OPTIMOINTI .	30
8.1 Nykytilanne vastaanottotarkistuksessa	30
8.2 Vanhan tiedon analysointi	31
8.3 Tarkastusotanta	31
9. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	31

LIITTEET

Liite 1. Tarkastustason valinta

Liite 2. Otanta & AQL

Liite 3. Yksinäyteohjelmalle laadittu otantataulukko normaalitarkastustasolle

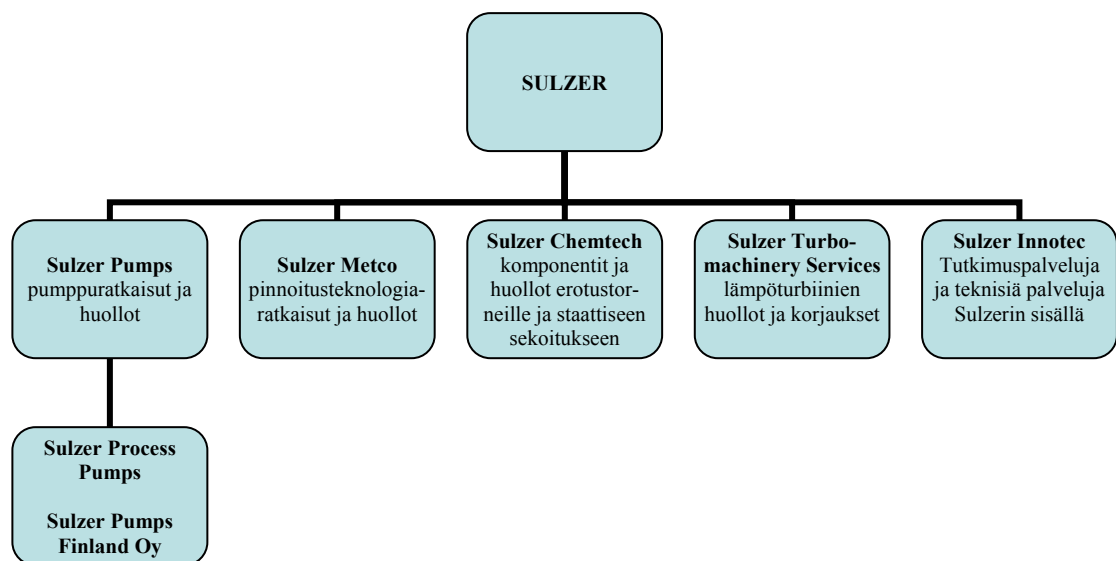
Liite 4. Kahden näytteen otannan tarkastusohjelma normaalitarkastustasolle

Liite 5. OC-kuvaaja valmistajan ja kuluttajan eri riskitasoilla

1. JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Sulzer Corporation on kansainvälinen teollisuusyritys, joka koostuu viidestä erillisestä divisioonasta ja toimittaa koneita, laitteita ja palveluja eri teollisuusaloille (kuva 1). Vuonna 1834, Winterthur:ssa Sveitsissä, Jakob Sulzer-Neuffert:n ja hänen kahden poikansa (Johan Jakob Sulzer-Hirzel ja Salomon Sulzer-Sulzer) perustama yhtiö työllistää nykyään kokonaisuudessaan 13 740 henkeä.



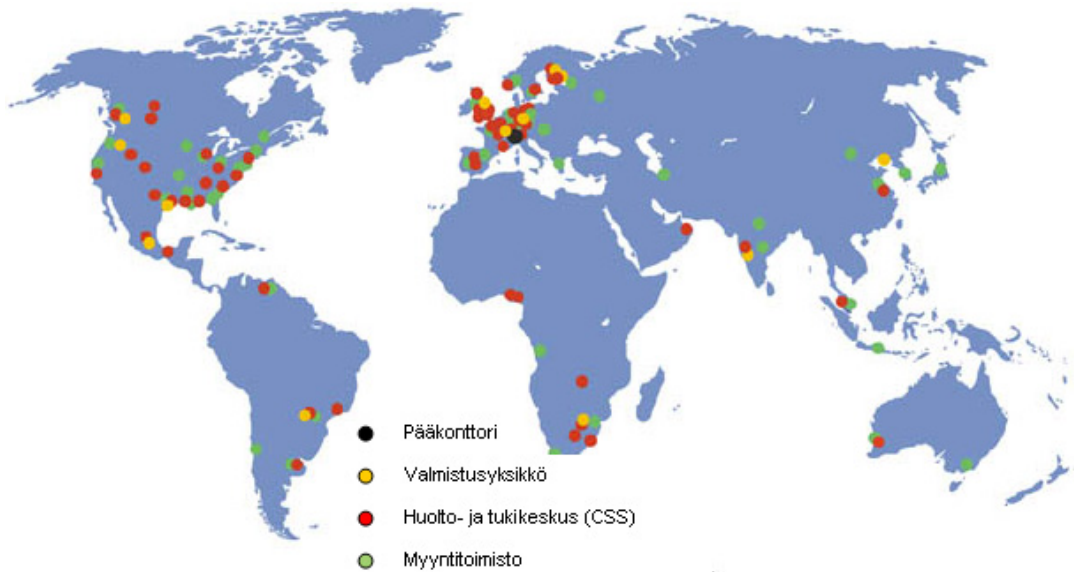
Kuva 1. Yrityskaavio (Tervetuloa Sulzerille diaesitys 2011)

Sulzer Pumps on suurin yhtiön viidestä divisioonasta. Sen palveluksessa työskentelee n. 5 900 henkilöä. Valmistus- ja kokoonpanoyksiköitä on 16 maassa (kuva 2). Myyntiyhtiö-, huoltokeskus- ja edustajaverkko ulottuu ympäri maailman. Toimipisteitä on yli 150 maassa.

Sulzer Pumps toimittaa ja huoltaa pumppuja ja sekoittimia:

- öljy- ja kaasuteollisuuteen
- öljyn jatkojalostukseen
- sellu- ja paperiteollisuuteen
- voimantuotantoon
- elintarviketeollisuuteen
- biopolttoaineteollisuuteen
- metalliteollisuuteen

- lannoiteteollisuuteen
- vedensiirtoon sekä käsittelyyn



Kuva 2. Yhtiön toimipisteet maailmalla (Tervetuloa Sulzerille diaesitys 2011)

Karhulassa sijaitseva **Sulzer Pumps Finland Oy** (kuva3) toimittaa pumppuja, sekoittimia ja niiden huoltopalveluja sellu- ja paperi-, elintarvike-, metalli ja lannoiteteollisuuteen. Karhulan valimossa valetaan vaativia haponkestäviä ja runsaasti seostettuja pumppu- ja sekoitinvalukappaleita. Pumpputehtaalla valmistetaan täysin tilausohjautuvasti prosessipumppuja, asiakaskohtaisesti suunniteltuja suuritehoisia monijakso-pumppuja ja keskisakean massan pumppausjärjestelmiä ja sekoittimia. Vuodessa tuotetaan noin 50 000 valukappaletta. Niiden nettopaino vaihtelee 0,5 – 15 000 kg. Ympäri maailman ulottuva huoltopalveluverkko koostuu varaosa- ja vaihtoyksiköistä. Toimintaan kuuluu asennukset ja huollot asiakkaiden tehtailla sekä pumppukorjaukset huoltokeskuksessa.



Kuva 3. Sulzer Pumps Finland Oy (Tervetuloa Sulzerille diaesitys 2011)

1.2 Työn tausta ja tavoitteet

Yrityksessä noudatettava Lean toiminnanohjausmenetelmä ohjaa arvoketjun tarkastelemaan ja poistamaan siinä esiintyvät viivytykset ja muut esille tulevat ongelmat sekä vähentämään näistä aiheutuvia ylimääräisiä töitä ja kustannuksia. Kehittämällä tilastollinen tarkistusmenetelmä tulevalle pienerätavaralle kyetään paremmin määrittelemään virheellisten tavaraerien hyväksymisriski ja samalla vähennetään viallisten osien määrää varastossa. Standardien mukaisien osien toimitusvarmuus asiakkaille paranee ja kokonaiskustannuksissa säästetään välttämällä näistä aiheutuvat välittömät ja välilliset kustannukset.

Tässä työssä annetaan yleiskatsaus erilaisista tilastollisista menetelmistä laadun parantamiseksi ja vastaanottotarkastuksen toteuttamiseksi. Lisäksi otetaan huomioon yrityksen käyttämä SAP- tietojärjestelmä ja tuodaan esille sen suomia mahdollisuuksia toteuttaa vastaanottotarkastus esim. erä-, nimike tai toimittajakohtaisesti.

Tässä työssä vastataan seuraaviin kysymyksiin: mitä on laatujohtaminen, näytetarkastus, SPC ja laadun kustannukset, sekä lisäksi esitellään yleisimpiä tilastollisia vastaanottotarkastusmenetelmiä ja mahdollisuuksia niiden toteuttamiseen SAP-tietojärjestelmän tukemana. Teorian laajuuden vuoksi luovuttiin alkuperäisestä tavoitteesta liittää tähän työhön yksityiskohtainen tarkastusohjelma. Tämän työn pääpaino on siis teorian kokoamisessa ja sen omaksumisessa, jonka jälkeen varsinainen tarkastusohjelman kehitystyö voi alkaa.

1.3 Työn rajaus ja rakenne

Tavoitteena on tuoda esille vaihtoehtoisia jo olemassa olevia tarkastusmenetelmiä. Tässä työssä ei tuoteta tarkkaa tietoa, kuinka tämän hetkistä vastaanottotarkastusta tulisi parantaa, vaan annetaan vaihtoehtoja sen toteuttamiseen. Lisäksi selvitetään SAP-tietojärjestelmän antamat mahdollisuudet toteuttaa vastaanottotarkastus erilaisin menetelmin erille tai jatkuvalla prosessilla joko materiaali-, nimike- tai toimittajakohtaisesti, niin että ohjelma tukisi tehtävää tarkastusta.

Aihealue on laaja, joten aloitan työni tarkastelemalla yrityksessä tehtävää pienerätavaran vastaanottotarkastusta käytännössä. Pohdin, mitä laatujohtaminen ja laatu ovat ja miksi yrityksessä on tärkeää toteuttaa jatkuvaa parantamisen menetelmää. Seuraavaksi esittelen pintapuolisesti materiaalihallinnan. Tämän jälkeen tuon esille erilaisia mene-

telmiä näytetarkastukseen pienerätoimituksissa ja tilastolliseen laadunvalvontaan prosessissa. Selvitän laadun vaikutusta yleisellä tasolla yrityksen kustannuksiin. Seuraavaksi käyn läpi SAP-tietojärjestelmän suomia mahdollisuuksia toteuttaa vastaanottotarkastus. Lopuksi esittelen nykyisen tarkastusmenetelmän ja kokoan yhteenvedon muodossa asioita, joita vastaanottotarkastuksen optimoinnissa tulisi huomioida.

2. LAATUJOHTAMINEN

Kokonaisvaltainen laatujohtaminen (Total Quality Management, TQM) kattaa yrityksen kaikki toiminnot. Keskeisinä elementteinä voidaan pitää asiakaslähtöisyys, henkilöstön osallistumista, tiimityöskentelyä, henkilöstön kehittämistä sekä jatkuvaa parantamista.

SULZER PROCESS PUMPS (SPP) – LAATUPOLITIikka

Sulzer Process Pumps-yhtiön tavoitteena ovat pitkäaikaiset asiakassuhteet avainasiakkaiden kanssa. Yhtiö keskittyy valituille teollisuussegmenteille, koska se haluaa selvittää ja tuntea asiakkaidensa tarpeet ja odotukset paremmin kuin kilpailijat tuntevat. Yhtiö täyttää asiakkaiden kanssa tehdyt sitoumukset ja kehittää jatkuvasti tuotteita ja palveluja asiakkaiden tarpeisiin. Yhtiö seuraa asiakastyytyväisyyttä suunnitelmallisella tavalla ja käyttää palautetta parantaakseen asiakastyytyväisyyttä. (Laatukäsikirja 2011)

2.1 Laatu järjestelmät

Laatujärjestelmä on yrityksen sisäinen järjestelmä ja yhteistyömalli, johon sisältyvät kaikki laadun johtamisessa, hallinnassa ja kehittämisessä tarvittavat toiminnot. Laatujärjestelmä määrittelee laadun toteuttamisessa vaadittavat prosessit, organisaation, vastuut, menettelyohjeet sekä resurssit. Laatujärjestelmästandardi määrittelee standardinmukaiselle laatujärjestelmälle asetettavat tavoitteet ja sisällön.

Tärkeimmät laadun standardit:

- ISO-9001 luo sertifiointille perustan
- ISO 9004 on laadun kehittämiseen yleensä
- ISO 14001 on ympäristöjärjestelmän rakentamiseen tarkoitettu standardi
- BS 8800 turvallisuusjärjestelmien rakentamista varten

Sulzer Pumps Finlandissa ylläpidetään ja kehitetään laatujärjestelmää, joka kattaa liiketoiminnan tarpeet sekä täyttää Sulzer pumppujen globaalin laatujärjestelmän (GQM) ja ISO 9001:2008 -standardin vaatimukset (Laatukäsikirja 2011).

2.2 Laadun määritelmiä

Konkreettinen laadun määritelmä on tarpeellinen laadunvalvonnassa, valmistusprosessien ohjauksessa sekä laadun kehittämisen apuvälineenä. Laatu voidaankin määritellä monella eri tavalla tarkastelemalla sitä eri näkökannoista, kuten valmistus, suunnittelu, asiakas tai ympäristö. Jotta olisi mahdollista tuottaa ja hallita laatua, on laadittu seuraava määritelmä: laatu on tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja vaatimukset käyttöolosuhteissaan, kattaen myös tuotteen virheettömyyden.

- Valmistuskeskeinen näkemys tarkoittaa virheettömien hyödykkeiden valmistusta annettujen spesifikaatioiden mukaisesti. Selkeiden kriteerien ja raja-arvojen avulla voidaan määritellä, mitkä tuotteet ovat hyväksytyjä ja mitkä virheellisiä.
- Suunnittelukeskeisellä laadulla tarkoitetaan ominaisuuksia, joita tuotteessa tulee olla sen käyttötarkoitusta silmällä pitäen.
- Asiakaskeskeinen laatu ilmaisee, kuinka hyvin tuote täyttää asiakkaan tarpeet siinä tarkoituksessa, johon se on tarkoitettu.
- Ympäristökeskeisellä laadulla tarkoitetaan vaatimuksia, joita muut sidosryhmät asettavat yritykselle ja sen tuotteille.

3. MATERIAALIHALLINTA

Materiaalihallinta kattaa yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun. Varastojen kokoa pyritään pienentämään samanaikaisesti, kun tilaus-toimitusprosessien aikajänteitä lyhennetään.

Tuote ja materiaalivarastot ovat välttämättömiä kaikille yrityksille: niitä tarvitaan toimituskyvyn turvaamiseen sekä tuotantoprosessien eri vaiheiden kytkennässä. Varastojen tulee olla riittävän suuret yrityksen toimintakyvyn ja halutun palvelutason turvaamiseksi eri menekkitilanteissa. Varastot muodostavat aina riskitekijän: Tuote voi

vanhentua varastossa teknisesti tai taloudellisesti. Lisäksi niihin sitoutuu merkittävästi pääomaa, ja varastointi ja materiaalien käsittely aiheuttaa kustannuksia.

Tilausten perusteella valmistettavat tuotteet mahdollistavat asiakaskohtaisen räätälöinnin eli kustomoinnin. Tämä toimintamalli edellyttää tilauksen käsittelyltä, valmistukselta ja jakelulta erittäin nopeaa ja luotettavaa toimintaa. Lisäksi yrityksen pitää varmistaa tarvitsemiensa osien ja materiaalien saatavuus. Materiaalihallinnan perustavoiteena on ylläpitää haluttu palvelutaso minimoiduilla kokonaiskustannuksilla (Haverila 2005: 443.)

4. NÄYTETARKASTUS

Näytetarkastuksessa tuote-erän laatu arvioidaan erästä poimitun näytteen perusteella. Poimittavan näytteen koko ja siinä sallitun poikkeavien tuotteiden määrä selviää näytteenottosuunnitelmasta. Näytetarkastus perustuu joko perusjoukon kokonaistutkimukseen tai otantamenetelmään. Näytetarkastuksen päätarkoituksena on laadunohjaus AQL-luvun (Acceptance Quality Limit) laatutasolla, joka on raja perusjoukon tai erän hyväksytyksi ja hylätyksi tulemisen välillä. AQL on suurin virheellisprosentti (tai suurin virheiden määrä sataa yksikköä kohden), jonka asiakas on valmis hyväksymään. Huomioidaan kuitenkin, että AQL:n kasvaessa erän laatu huononee.

4.1 Kokonaistutkimus ja otantamenetelmä

Kokonaistutkimuksessa jokainen kappaleen mitattava laatuominaisuus tarkastetaan erikseen. Tuhoavan tarkastuksen yhteydessä kokonaistutkimus on mahdoton suorittaa, joten otantamenetelmien avulla tutkitaan vain osa eli otos perusjoukosta. Otantamenetelmillä arvioidaan eli estimoidaan otoksen perusteella koko perusjoukon keskiarvo, kokonaismäärä tai jonkin osajoukon suhteellinen osuus perusjoukosta. Erilaisia ja eri tarkoituksiin sopivia otantamenetelmiä on kehitetty runsaasti.

4.1.1 Vastaanottotarkastus (Acceptance sampling)

Vastaanottotarkastuksessa testattujen näytteiden perusteella tehdään päätös joko koko vastaanotettavan tavaraerän hyväksymisestä tai hylkäämisestä sen perusteella, tode-taanko tavaraerän laadun olevan etukäteen sovitulla tasolla. Otokseen tulleista tuotteista joko mitataan jokin suure tai vain luokitellaan tuotteet kelvollisiin ja kelvotto-

miin. Vaikka vastaanottotarkastuksella vähennetään käsittelyvaurioita, tarkastustyön määrää, kuluja ja aikaa verrattuna kokonaistarkastukseen, sisältyy siihen kuitenkin riski hyväksyä huono erä tai hylätä hyvä erä.

4.1.2 Attribuutti- eli ominaisuusperusteinentarkastus (sampling by attributes)

Attribuuttitarkastus on ISO 2859-standardin mukainen näytteenottojärjestelmä. Attribuutilla tarkoitetaan tuotteen ominaisuutta, joka sillä joko on tai ei ole, ts. etsitään poikkeamia ja virheitä tai poikkeavia tai virheellisiä tuotteita, esim. tuote ei toimi tai siinä on naarmu. Tarkastettavista tuotteista katsotaan joko onko se viallinen vai ei tai lasketaan siinä olevien vikojen lukumäärä. Virheiden tai poikkeamien lukumäärä erässä merkitään yleensä isolla kirjaimella D ja näytteessä vastaavasti pienellä kirjaimella d. Päätös erän hyväksymisestä tehdään otoksesta löytyneiden poikkeavien yhteenlasketun lukumäärän avulla.

Tällä perusteella määritellään

- poikkeavien/virheellisten tuotteiden osuus näytteessä

$$p = \frac{d}{n} \quad (\text{Kaava 1.})$$

joka on siis luku välillä [0,1]

Standardisarja ISO 2859 ei suoranaisesti ota kantaa poikkeamien luokitteluun lieviksi tai vakaviksi, mutta tarjoaa mahdollisuuden valita niille eri tarkastustason (Huhtala 2009: 7.)

4.1.3 Muuttujaperusteinen näytetarkastus

Muuttujaperusteinen näytetarkastus jatkuvana sarjana tuotetuille erille on standardoitu sarjoissa ISO 2951 ja ISO 3951. Myös tässä menetelmässä erän hyväksyminen perustuu tuotteista mitattujen suureiden keskiarvon ja keskihajonnan estimaatteihin, joita verrataan tarkastusrajoihin. Menetelmä noudattaa samoja periaatteita kuin ominaisuus-tarkastus AQL-luvun, tarkastuserän ja tarkastustason käsitteiden suhteen, mutta erona on että näytetarkastusmenettelyä voidaan vaihtaa saatujen testausten perusteella. Näytteenottokaavion mukaan voidaan näytteenottosuunnitelmaa muuttaa: jos peräkkäin on tullut riittävän monta hyväksyttyä erää, voidaan näytteen kokoa ehkä pienentää ja jos taas todetaan laadun heikkenevän, voidaan näytteen kokoa kasvattaa (Huhtala 2009: 7.)

Näytetarkastuksessa voidaan vaihtoehtoisesti käyttää yksi-, kaksi- tai moninäyteohjelmaa. Lisäksi on standardoitu peräkkäisnäytetarkastuksen ohjelmat (Huhtala 2009: 7.)

Yksinäyteohjelmassa erästä poimitaan vain yksi näyte, jossa on n kappaletta tuotetta. Tuotteet tarkastetaan. Jos erässä on poikkeavia tuotteita enintään hyväksymisluvun (acceptance number, A_c) verran, niin erä hyväksytään. Jos poikkeavia tuotteita on vähintään hylkäysluvun (rejection number, $R_e = A_c + 1$) verran, niin erä hylätään. (Liite 3 Sampling Procedures Inspection by Attributes)

Kaksinäyteohjelmassa erästä poimitaan aluksi näyte, jossa on n_1 tuotetta. (Liite 4 Sampling Procedures Inspection by Attributes)

- Jos näiden joukossa on enintään 1. hyväksymisluvun A_{c1} verran poikkeavia tuotteita, erä hyväksytään.
- Jos poikkeavia tuotteita on vähintään 1. hylkäysluvun R_{e1} verran, niin erä hylätään.

Muussa tapauksessa poimitaan toinen näyte kooltaan n_2 tuotetta. Jos näissä kahdessa näytteessä yhdessä on enintään

- 2. hyväksymisluvun A_{c2} verran poikkeavia tuotteita, niin erä hyväksytään ja
- jos taas poikkeavia tuotteita on vähintään 2. hylkäysluvun $R_{e2} = A_{c2} + 1$ verran, niin erä hylätään.

Moninäyteohjelma toteutetaan vastaavasti:

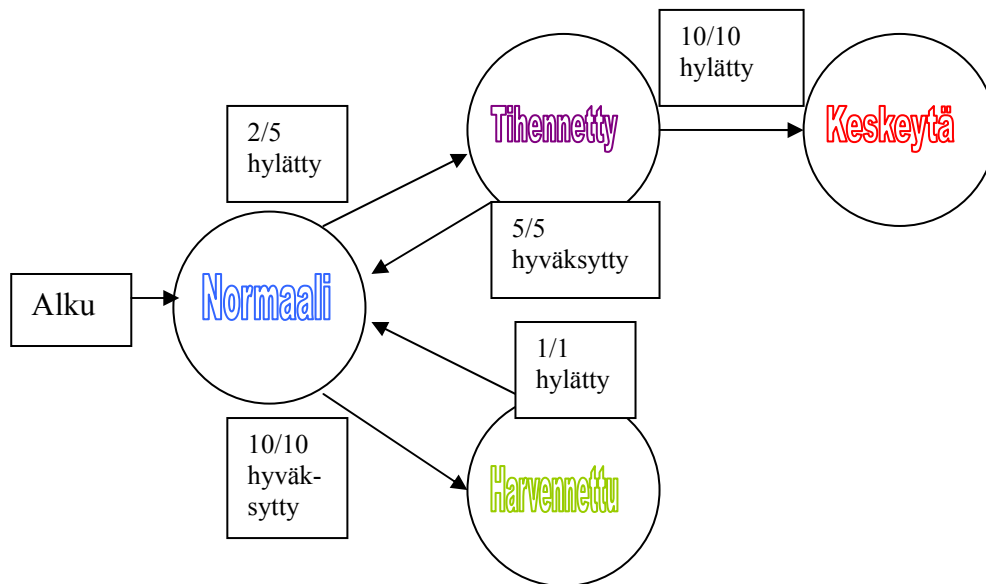
- jos virheiden määrä näytteessä $<$ alaraja, erä hyväksytään
- jos virheiden määrä näytteessä $>$ yläraja, erä hylätään
- jos virheiden määrä näytteessä on raja-arvojen välissä, otetaan uusi näyte jatkamalla näytteiden ottoa, kunnes koko erä joko hyväksytään tai hylätään.

Peräkkäisnäytetarkastuksessa tarkastetaan tuote kerrallaan, kunnes on riittävä varmuus erän hyväksymiseksi tai hylkäämiseksi. Eräkohtaisessa tarkastuksessa voidaan siirtyä osittaisnäytetarkastukseen (skip-lot sampling inspection), jossa tietyn kaavan mukaan jätetään osa eristä tarkastamatta. (Huhtala 2009: 8.)

4.2 Tarkastustaso ja näytekoko

Tarkastusohjelmaa ei voi muuttaa kesken tarkastuksen. Tarkastus aloitetaan normaalisti tasolla II. Jos kahta erää viidestä perättäisestä ei hyväksytä, siirrytään tiukennet-

tuun tarkastukseen tasolle III. Paluu normaalitasolle tapahtuu viiden perättäisen erän hyväksynnän jälkeen. Vastaava käytäntö toimii myös siirryttäessä harvennettuun tarkastukseen tasolle I (Kuva 4.).



Kuva 4. Tarkastustason muuttaminen (O'Leary 2008: 30).

Standardissa ISO 2859 näytteen koko suhteessa erän kokoon päätetään valitsemalla tarkastustaso. Tarkastustaso I tarkoittaa pienempää näytekokoa ja taso III suurempaa verrattuna tasoon II. Näytekoolla vaikutetaan selkeästi tarkastuksen työmäärään, mutta myös ohjelman erottelukykyyn. Valittavana on myös neljä erikoistarkastustasoa S-1-S-4. Näitä käyttäen päästään vielä pienempiin näytekokoihin, mutta ohjelman erottelukyky heikkenee (Huhtala 2009: 13.)

Tarkastustason valinnan jälkeen standardista näkee näytekokoon kirjaintunnuksen (Liite 1). Mitä pidemmällä aakkosjärjestyksessä tunnus on, sitä suurempaan näytekokoon ohjelma perustuu. Sille, minkä kokoinen näyte erästä tulisi ottaa, ei ole olemassa varsinaista tilastotieteellistä perustelua. Käytännössä suuresta erästä poimitaan suuri näyte, joka on myös edustavampi, ja auttaa välttämään tai ainakin pienentämään näytteenotosta johtuvia virheitä (Huhtala 2009: 13.)

4.3 Hyväksymistodennäköisyys

Tuote-erän hyväksyminen näytteen perusteella, on satunnaisilmiö, sillä satunnaisesti tuote-erästä poimittuun näytteeseen voi valikoitua erän hyväksymiseen riittävä määrä hyväksytyjä tuotteita, vaikka poikkeavien tuotteiden osuus koko erästä olisikin yli

sallitun AQL:n. Tätä kutsutaan tarkastussuunnitelman hyväksymistodennäköisyydeksi (operating characteristic, OC) ja esitetään hyväksymistodennäköisyyskäyränä (operating characteristic curve, OC-curve), joka muodostuu pistepareista $(p, P(d \leq Ac|p))$.

Hyväksymistodennäköisyyteen liittyy riski, että tuote-erä hylätään, kun sen laatu on tietyllä tasolla eli ns. tuottajan riskilaatu (producer's risk quality, PRQ), tätä kutsutaan tuottajan riskiksi. Kuluttajan riski on vastaavasti todennäköisyys, että tuote-erä hyväksytään, kun sen laatu on kuluttajan riskilaadun tasolla (consumer's risk quality, CQR). Pyrkimyksenä on, että sekä tuottajan että kuluttajan riskit ovat pieniä, mutta käytännössä ei kuitenkaan pystytä löytämään tarkastusohjelmaa, jossa nämä riskit olisivat kiinnitetyillä tasoilla (Huhtala 2009: 12).

5. TILASTOLLINEN LAADUNVALVONTA (Statistical Process Control, SPC)

Tilastollisuus tarkoittaa kerätyn informaation käsittelyä, arviointia ja muokkaamista tilastollisin menetelmin. Tilastollisessa laadunvalvonnassa testataan toistuvia otoksia ja seurataan mittaustuloksien jakaumaa. Jos se on normaali, katsotaan prosessin olevan hallinnassa. Prosessia ei ohjata yksittäisten tapahtumien tai mittatulosten pohjalta, vaan käytetään SPC:n tärkeimpiä tilastollisia tunnuslukuja, kuten keskiarvo, vaihteluväli ja keskihajonta.

Tilastollinen laadunvalvonta käsittää laajan kokoelman erilaisia menetelmiä laadun tarkastamiseksi, ongelmien ja niiden syiden analysoimiseksi sekä tuotantoprosessien kehittämiseksi. Tähän tarkoitukseen käytetään ns. valvontakarttoja, joilla kuvataan graafisesti prosessin tilastollista käyttäytymistä. Niillä kerätään tietoa toiminnan analysoimiseksi ja kehittämissuunnitelmien laatimiseksi. Toiminnan jatkuva parantaminen johtaa laadun ja tuottavuuden kehittymiseen. Kaoru Ishikawan mukaan (Teollisuus 2005: 390) laadunvalvonnan seitsemän perustyökäluä ovat:

1. Tarkastuskortti on määrämuotoinen lomake, ja sitä voidaan käyttää mittaustulosten dokumentoimiseen, virheellisten tuotteiden tarkistamiseen ja vianmäärittämiseen sekä virheen sijainnin tai syyn määrittämiseen.
2. Histogrammeja käytetään kuvaamaan erilaisia tietojoukkoja. Tiedot on jaettu luokkiin. Luokkaa kuvaava histogrammin pylväs kertoo luokkaan kuuluvien muuttujien määrän eli frekvenssin. Muuttujien jakauma on erittäin tärkeä tuotantoprosessin toimintaa analysoitaessa.

3. Pareto-diagrammia käytetään kuvaamaan eri tekijöiden vaikutusta tutkittuun ilmiöön. Sen avulla erotetaan merkittävät tekijät vähämerkityksisistä.
4. Syy-seurausdiagrammia eli kalanruotokaaviota käytetään laatuominaisuuksien ja niihin vaikuttavien tekijöiden välisen suhteen selvittämiseen.
5. Ristiintaulukointia käytetään analysoitaessa eri tekijöiden vaikutusta laatuominaisuuksiin. Ristiintaulukoinnilla pyritään löytämään tekijät tai eri tekijöiden yhdistelmät, jotka johtavat huonoon laatuun.
6. Hajontadiagrammilla tutkitaan kahden toisiinsa vaikuttavan muuttujan suhdetta.
7. x-R-valvontakortilla seurataan tuotantoprosessin suorituskykyä sekä prosessissa esiintyvää hajontaa. Sitä käytetään kun valmistusmäärät ovat suuria ja tuotteen laatu edellyttää valmistusprosessin valvontaa ja ohjausta. Tarkastus suoritetaan joko kaikille tuotteille tai näyte-erille. (Teollisuustalous 2005: 390)

Näillä työkaluilla hallinnoidaan tietoa, joka voi olla intuitiivista tai konkreettisesti tuotettua tietoa.

5.1 Keskiarvo

Käsittääksemme saamamme arvot ryhmänä määritämme ensin arvojen keskipisteen eli keskiarvon ja tutkimme sen jälkeen, miten kukin yksittäinen arvo sijoittuu keskipisteen ympärille. Kun olemme saaneet n arvoa, x_1, x_2, \dots, x_n , saadaan näytteen keskiarvo kaavasta

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{Kaava 2.})$$

mutta perusjoukon keskiarvo lasketaan kaavasta

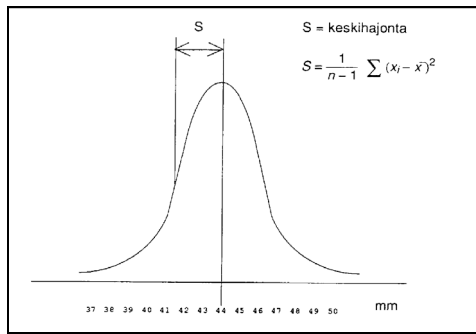
$$\mu = \sum xP(x) \text{ tai} \quad (\text{Kaava 3.})$$

$$\mu = \int xf(x)dx, \text{ missä} \quad (\text{Kaava 4.})$$

$P(x)$ on todennäköisyys ja $f(x)$ on todennäköisyystiheys havaitun arvon ollessa x .

5.2 Keskihajonta

Keskihajonta ilmaisee, paljonko sarjan arvot keskimäärin poikkeavat sarjan arvojen keskiarvosta (Kuva 6).



Kuva 6. Keskihajonnan arvo s kuvaa prosessin normaalijakauman leveyttä (Lähtenmäki ym.1998: 6).

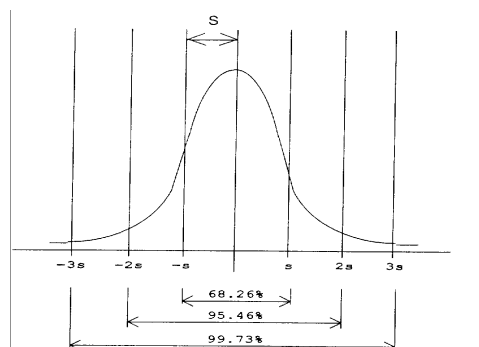
5.3 Normaalijakauma

Normaalijakauman tiheysfunktio on kellomaisen kuvion muodostava ns. Gaussin käyrä. Kuvion korkeus ja leveys riippuvat keskihajonnasta. Laatutyöskentelyssä pyritään vaikuttamaan kuvion sijaintiin ja vaikuttamaan hajontaa pienentävästi.

Satunnaismuuttujan x noudattaessa normaalijakaumaa, mittausarvoista on yhtä monta keskiviivan molemmilla puolilla ja ne jakautuvat seuraavasti:

- 68 % sijaitsee ± 1 sigman välillä
- 95 % sijaitsee ± 2 sigman välillä
- 99,7 % sijaitsee ± 3 sigman välillä jne.

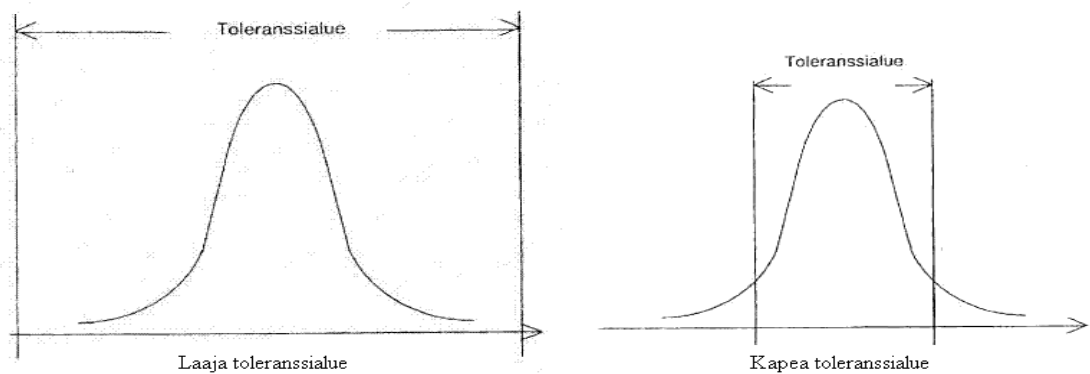
Tämä merkitsee, että käytännössä voimme välttää mahdollisuuden, että x osuisi rajojen $\pm 3\sigma$ ulkopuolelle. Tämä on tärkeä normaalijakauman sääntö, ja sitä kutsutaan 3-sigmasäännöksi (Kuva 7).



Kuva 7. Mittausten jakautuminen normaalijakaumassa (Lähtenmäki ym.1998: 4).

5.4 Spesifikaatorajat

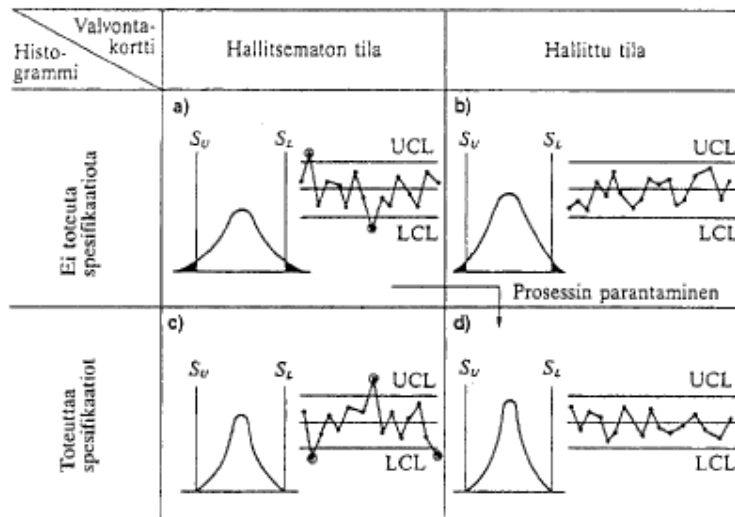
Yleensä tuotantoprosessissa valmistettaville tuotteille on määritelty spesifikaatorajat, jotka tuotteen pitää täyttää, jotta valmistuva tuote olisi hyväksyttävä. Virheellisten tuotteiden syntymisen vaaraa ei ole mikäli spesifikaatioiden ilmoittama toleranssialue on huomattavasti suurempi kuin prosessin luonnollinen hajonta ja mittatulosten normaalijakauma sijoittuu toleranssialueelle. Jos prosessin luonnollinen hajonta on toleranssialueeseen nähden suuri, on selvää, että virheellisten tuotteiden syntyminen on todennäköistä, vaikka jakauma olisi keskellä toleranssialuetta (Kuva 8).



Kuva 8. Normaalijakauma toleranssialueen sisällä ja ulkopuolella (Lähteenmäki ym. 1998: 6).

Vaikka prosessi olisi hallinnassa, voi siitä valmistua hylättäviä tuotteita ja päinvastoin. Valvontarajat on määritelty, jotta voidaan nähdä, onko prosessi hallinnassa vai ei. Spesifikaatorajojen avulla määritellään, onko tuote virheellinen vai ei. Kuvan 9 mukaisesti voi olla neljä eri tapausta:

- a) prosessi ei ole hallinnassa ja virheellisiä tuotteita valmistuu
- b) prosessi on hallinnassa ja virheellisiä tuotteita valmistuu
- c) prosessi ei ole hallinnassa, mutta tuotteet ovat virheellisiä
- d) prosessi on hallinnassa ja tuotteet ovat virheettömiä



Kuva 9. Spesifikaatioiden vertaaminen valvontakortteihin (Lähteenmäki ym. 1998: 7).

5.5 Laaduntuottokyky

Laaduntuottokyky voidaan laskea prosessille tai tuotantokoneelle erikseen. Laaduntuottokykyindeksin avulla voidaan kertoa prosessin "kyvystä" pysyä annettujen tavoitteiden puitteissa. Se saadaan lasketuksi vertaamalla prosessin tai koneen suorituskykyä asetettuihin toleranssirajoihin. Laaduntuottokykyä merkitään C_p - tai C_{pk} -indeksillä. C_p -indeksillä verrataan prosessin hajontaa toleranssialueeseen, mutta keskiarvon sijaintia ei oteta huomioon. C_{pk} -indeksiä käytettäessä voidaan ottaa huomioon myös keskiarvon sijainti eli jakauman sijainti toleranssialueeseen nähden. (Lähteenmäki ym. 1998: 7)

Hyväksytyyn vaihteluvälin pituus saadaan erotuksena $USL - LSL$.

Prosessin kyvykkyyksindeksi (process capability index) lasketaan seuraavasti:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \text{ tai } C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \bar{x}}{3\hat{\sigma}} \text{ tai } \frac{\bar{x} - LSL}{3\hat{\sigma}}\right), \quad (\text{Kaavat 5 ja 6.})$$

joissa

LSL = hyväksytyyn vaihteluvälin alaraja (lower specification limit)

USL = hyväksytyyn vaihteluvälin yläaraja (upper specification limit)

σ = tarkasteltavan ominaisuuden keskihajonta prosessissa.

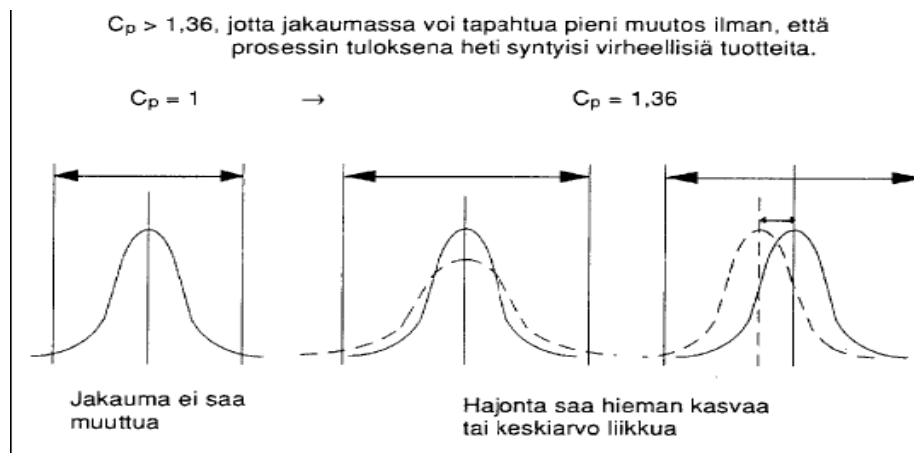
Prosessi on sitä kyvykkäämpi, mitä pienempi prosessin keskihajonta on hyväksytyyn vaihteluväliin verrattuna. Prosessin suorituskyky on riittävä, kun $C_p > 1$. Yleisenä sääntönä kuitenkin pidetään, että prosessin suorituskyvyn pitäisi olla vähintään 1,33. Tämä

mahdollistaa jakauman vähäisen liikkumisen toleranssialueella ilman, että syntyy heti virheellisiä tuotteita.

Mitä suurempi on kyvykkyysindeksi C_{pk} , sitä paremmin prosessi täyttää sille asetetun tavoitteen. Prosessin keskiarvon on sijaittava keskellä toleranssialuetta, ettei jakauman toinen laita sijaitisi toleranssialueen ulkopuolella.

Jos kyvykkyysindeksi on 1, niin hyväksytty vaihteluväli on 6 keskihajonnan mittainen (6σ). Normaalijakauman ominaisuuksista seuraa, että 99,73 prosentissa tapauksista jäädään 6σ mittaisen vaihteluvälin sisälle (keskiarvo = 3σ). Tämä merkitsee noin kolme viollista tuotetta tuhatta tuotetta kohden (Kuva 10).

Jos kyvykkyysindeksi on 2, niin hyväksytty vaihteluväli on 12 keskihajonnan mittainen (12σ). Tämä merkitsee noin kahta viollista miljardia tuotetta kohden. Tällaista prosessia kutsutaan Six Sigma –prosessiksi (keskiarvo ± 6 sigma eli 6σ).



Kuva 10. Prosessin suorituskyvyn vaikutus normaalijakaumaan (Lähteenmäki ym. 1998: 9).

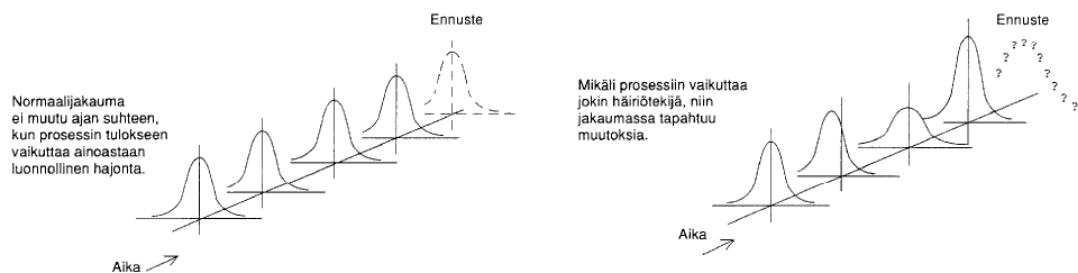
Kyvykkyysindeksin laskennassa tarvitaan prosessin keskihajontaa σ . Tätä ei yleensä tiedetä, mutta sen sijaan voidaan ottaa prosessista otoksia ja laskea niistä keskihajonta.

5.6 Koneen suorituskyky

Kone on vain osa prosessia, ja sen suorituskyvyn analysointi eroaa hieman prosessin analysoinnista. Koneen suorituskykyä analysoitaessa peräkkäisiä mittauksia on oltava suhteellisen lyhyeltä ajalta vähintään 50, sillä muuten analysoidaan prosessia eikä ko-

netta. Merkittävä ero koneen suorituskykyä laskettaessa on, että koneen suorituskyvyn vähimmäisrajana pidetään kahdeksaa eikä kuutta keskihajontaa. Koneen suorituskyvyn vähimmäisvaatimuksen tulee olla huomattavasti parempi kuin prosessin, koska prosessi koostuu koneen lisäksi muistakin tekijöistä.

Koneen suorituskyvyn laskemiseen käytetään samaa kaavaa kuin prosessin suorituskyvyn. Tästä johtuen koneen suorituskyvyn vähimmäisvaatimus on 1,33, ja käytännössä sen tulee olla 1,67 tai enemmän, jotta muutokset eivät heti aiheuttaisi virheellisiä tuotteita (Kuva 11).



Kuva 11. Prosessintilan ennustaminen normaalijakauman avulla (Lähtenmäki ym. 1998: 5).

5.7 Tulosten analysointi

Näytteitä pitäisi kerätä vähintään 25 kpl (noin 100 mittausta), jotta mittauksista tehtävillä johtopäätöksillä olisi tilastollista luotettavuutta. Myös prosessin valvontarajojen laskemisessa on järkevää kerätä vähintään 20 näyte-erän tulokset ennen kuin lasketaan käytettävät rajat. Näin minimoidaan yksittäisten poikkeavien arvojen vaikutus valvontarajoihin. Kun prosessille on valvontarajat kerran määritetty, niitä ei saa muuttaa, ellei itse prosessi muutu. (Lähtenmäki ym. 1998: 11.)

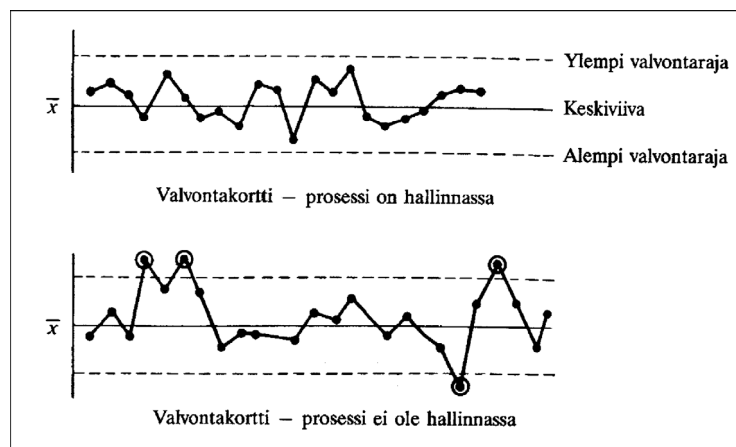
5.8 Prosessin valvonta

Prosessin valvonnassa on tärkeää ymmärtää ero vaihtelua aiheuttavien yleisten syiden ja erityisten syiden välillä. Yleiset syyt kuuluvat prosessiin luonnostaan. Ne ovat lukuisia pieniä vaihtelun aiheuttajia, jotka toimivat satunnaisesti. Yleisistä syistä johtuva vaihtelu on seurausta ihmisistä, koneista, raaka-aineista, työmenetelmistä, olosuhteista, mittaussysteemeistä jne.

Erityisistä syistä johtuva vaihtelu ei kuulu luonnostaan prosessiin, vaan on merkki prosessissa olevista häiriöistä. Prosessin valvonnan tehtävänä on tunnistaa erityisistä

syistä johtuvan vaihtelun ilmaantuminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta ne voidaan korjata pikaisesti. Näitä ovat esimerkiksi väärin säädetyt koneet, kuluneet koneen osat, huonolaatuiset raaka-aineet, puutteellisesti koulutetut työntekijät jne.

Tunnusluvun (keskiarvo, vaihteluväli ja viallisten prosenttiosuus) virhemarginaali hallinnassa olevassa prosessissa määrittää vaihtelurajat, joiden sisällä tunnusluvun pitäisi olla tietyllä todennäköisyydellä. Tunnuslukujen joutumista virhemarginaalien ulkopuolelle voidaan pitää osoituksena siitä, että prosessiin on ilmaantunut erityisistä syistä johtuvaa vaihtelua.



Kuva 12. Valvontakortti (Lähteenmäki ym. 1998: 25).

6. LAADUN KUSTANNUKSET

Laatua koskevaa vertailevaa kustannuslaskentaa ei ole laajasti olemassa. Kun vielä itse tutkimuskohde on vaikeasti jäsenyvä ja laadun kehittyessä jatkuvasti muuttuva, on luonnollista, että arviot laadukustannusten kokonaismäärästä ovat vaihtelevia. Yleiset arviot liikkuvat jossakin 10–25 prosentin välillä, joissakin yrityksissä laadukustannukset saattavat olla jopa 40 prosenttia liikevaihdosta. Laadun suhteen epävarmuudessa elävässä yrityksessä ei tunneta todellisia laadukustannuksia. Juranin laadukustannusmallissa suhteelliset laadukustannukset alenevat, kun laatua kehitetään ja laadun kustannuksista suhteellisesti yhä suurempi osa siirtyy virhekustannuksista ennaltaehkäisykustannuksiin. Laadun, tai täsmällisemmin ilmaistuna puuttuvan laadun kustannukset jaetaan perinteisesti neljään ryhmään:

Ennaltaehkäisevät kustannukset

Ennaltaehkäisevät kustannukset syntyvät niiden toimien aiheuttamista kustannuksista, joiden tarkoituksena on estää vikojen ja virheiden syntyminen jalostusketjussa ja samalla tavoitteena on toivotun laatutason saavuttaminen ja ylläpitäminen

- laatujärjestelmän rakentaminen
- laatukoulutus
- toimittajien arviointi
- laatutason seuranta.

Valvontakustannukset

Valvontakustannukset muodostuvat tarkastuksista, testeistä ja muista suunnitelmallisista arvioinneista sen määrittämiseksi, täyttävätkö materiaalit, osat ja tuotteet niille määritellyt vaatimukset kuten:

- vastaanottotarkistus
- lopputarkistus
- asennuksen tarkastus.

Sisäiset virhekustannukset

Sisäiset virhekustannukset koostuvat virheiden kustannuksista, jotka huomataan ennen kuin tuote tai palvelu luovutetaan asiakkaalle kuten:

- romutus ja korjaustyö
- arvon vähennys
- lajittelutyö.

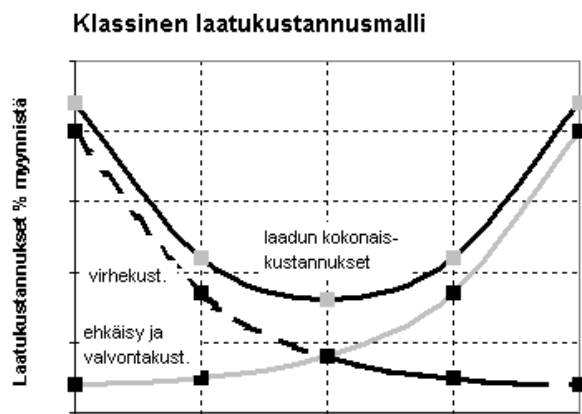
Ulkoiset virhekustannukset

Ulkoiset virhekustannukset ovat asiakkaan tuotteessa havaitsemien puutteiden aiheuttamia menoja, ja ne huomataan vasta tuotteen asiakkaalle toimittamisen jälkeen kuten:

- reklamaatioiden käsittely
- takuusiin liittyvät kustannukset
- muut korvaukset.

6.1 Klassinen laatukustannusmalli

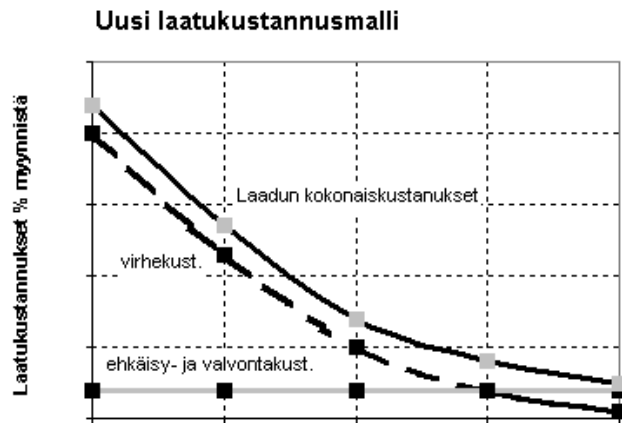
Klassisessa mallissa laatukustannukset muodostavat U-käyrän. Kun ehkäisykustannukset kasvavat, pienenevät virhekustannukset ja kasvavat ennaltaehkäisykustannukset leikkaavat toisensa. Tällöin laadun kokonaiskustannukset on optimoitu mahdollisimman alhaisiksi. olennaista on, että mallissa ennaltaehkäisykustannukset kasvavat laadun paranemisen myötä ja paraneva laatu ei tuota hyötyä suhteessa kasvaviin kustannuksiin kuten kuvassa 13 (Laatuakatemia 2011.)



Kuva 13. Klassinen laatukustannusmalli (Laatuakatemia 2011).

6.2 Uusi laatukustannusmalli

Nykyistä prosessikeskeistä laadunkehitysvaihetta paremmin vastaava laatukustannusmalli pohjautuu ajatukseen, että lisääntyvä laatu ei välttämättä maksa mitään, kun se viedään prosessiin ja hyväksytään ajatus, että laadun tekeminen on myös asennekysymys. Laadun mittaamiseen ja valvontaan tehtyjen investointien ja asetusten jälkeen myös valvontakustannukset säilyttävät tasonsa (Kuva 14). Valvontakustannukset koostuivat aiemmin tarkastukseen käytettävän työn hinnasta. Nykyisin sen hoitaa pääosin automaatio (Laatuakatemia 2011.)



Kuva 14. Uusi laatukustannusmalli (Laatuakatemia 2011.)

Toisaalta testaamalla ja tarkastamalla ei saada hyvää laatua eikä paranneta yrityksen tulosta. Sen sijaan on olemassa menetelmä, ns. RTY (Rolled Throughput Yield), läpivyoitety saanto eli prosessin suorituskyky, joka on korrelaatiossa asiakasreklamaatioihin ja laatukustannuksiin. Toisin sanoen, kun RTY paranee (Kuva 15), asiakasreklamaatiot vähenevät, joten RTY on suorassa suhteessa prosessin sigmaan ja kääntäen verrannollinen läpimenoaikaan sekä yrityksen taloudelliseen tulokseen. (Karjalainen 2002)

Sigma	Parts per millon, virhettä/ miljoona mahdollisuutta	Huonon laadun kustannus, % myynnistä	Kommentti
6	3,4	<10	Maailman huippu
5	233	10 - 15	
4	6210	15 - 20	Teollisuuden keskiarvo
3	66807	20 - 30	
2	308537	30 - 40	ei kilpailukykyinen
1	690000		

Kuva 15. Laatukustannus suorituskyvyn/sigmatason funktiona (Karjalainen 2002).

7. SAP-TIETOJÄRJESTELMÄ

SAP muodostuu moduuleista, jotka ovat laadittu eri liiketoimintoja varten. Moduulit kommunikoivat suoraan keskenään tai tekemällä päivityksiä yhteiseen keskitettyyn tietokantaan. Työn kannalta kiinnostavin moduuli on laadunvarmistusmoduuli (Quali-

ty Management), jolla voidaan suunnitella sopivia laadunhallintamenetelmiä ja pitää yllä menetelmätietoutta.

7.1 Laadunvalvontamoduulin integroituminen logistiseen prosessiin

Laadunvalvontamoduuli integroituu SAP-tietojärjestelmän logistiseen prosessiin (Kuva 16.). Production planning eli tuotannon suunnittelu sisältää tuotantotilausten suunnitteluun ja hinnoitteluun tarvittavat liiketoimintaprosessit. Materials Management eli materiaalihallinto sisältää ostoihin, materiaalien tarvelaskentaan, materiaalien vastaanottoon ja varastojen hallintaan tarvittavat liiketoimintaprosessit. Sales and Distribution sisältää tuotteiden ja palvelujen myyntiin ja jakeluun tarvittavat liiketoimintaprosessit, se käyttää sekä tuotteiden että asiakkaiden perustietoja.



Kuva16. QM integroituminen SAP R/3:n logistiseen prosessiin (Jabar Quality Management in the R/3 System 2011)

7.2 QM (Quality management)

Laatumoduuli sisältää seuraavat toiminnot:

- Laaduntarkastussuunnitelma (Quality planning)
Perustiedot tarkastussuunnitelmaan, materiaali-/tuotespesifikaatiot
- Laaduntarkastus (Quality inspection)
Tarkastuserät (Inspection lots), tarkastustulos (inspection results) ja virheiden kirjaus (defects recording).
Käyttöpäätökset (Usage decisions) ja jatkotoimenpiteet (follow-up actions)
- Laadunseuranta (Quality control)
SPC ja laadunseurantakaaviot (quality control charts)

Tarkastustason automaattinen tai manuaalinen muuttaminen
QM information system, toimittajan arviointi

- Laatusertifikaatit (Quality certificates)

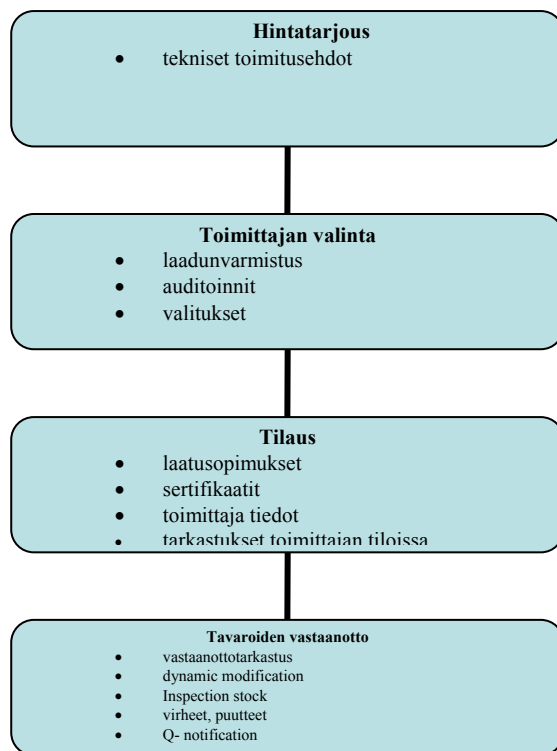
Sertifikaattipohjat (Certificate profiles)

- Laatuhuomautus (Quality notifications)

Ongelma sisäisessä tai ulkoisessa prosessissa (Problem processing internal /external)
(Jabar Quality Management in the R/3 System 2011)

7.3 Hankintaketju SAP:ssa (Procurement chain)

Tavaroiden vastaanottotarkastus on osa tavaroiden vastaanotto-osiota SAP:n hankintaketjuprosessissa materiaalihallintamoduulissa (Kuva 17).



Kuva17. Hankintaketju SAP:ssa (SAP business maps 2011)

7.4 Tarkastussuunnitelma (QM-PT-IP)

Tarkastuskriteerit määritellään tässä osiossa, kuten tarkastettava kappale, miten tarkastus suoritetaan, tarvittavat välineet, tuotantosolu ja tarkastus spesifikaatiot. Laaduntarkastus voidaan suorittaa ilman tarkastussuunnitelmaa (inspection plan) joko tuote-/materiaalispesifikaatioita (material specification) tai tarkastuserää (inspection lot) hyödyntämällä. SAP R/3 sisältää tarkastusmenetelmiä eri käyttötarkoituksiin, kuten mallin tarkastus (model inspection), vastaanottotarkastus (goods receipt inspection),

tuotteen valmistustarkastus (goods issue inspection), materiaalitarkastus (material inspection) ja auditointi (audit).

QM komponentilla voidaan tarkastaminen suorittaa joko perustuen tarkastussuunnitelmaan (an inspection plan) tai materiaali-/tuotespesifikaatioihin, jotka ovat voimassa koko yrityksessä. Tällaisessa tapauksessa tarkastuksessa käytetään materiaali-/tuotespesifikaatioita tarkastusspesifikaatioina. Päinvastoin kuin tarkastussuunnitelmaa (the inspection plan), materiaali-/tuotespesifikaatioita (the material specification) voidaan käyttää kaikilla tehtailla ja niitä on helpompi ylläpitää. Tällä menetelmällä voidaan korvata pysyvästi tai väliaikaisesti tehdaskohtainen tarkastussuunnitelma.

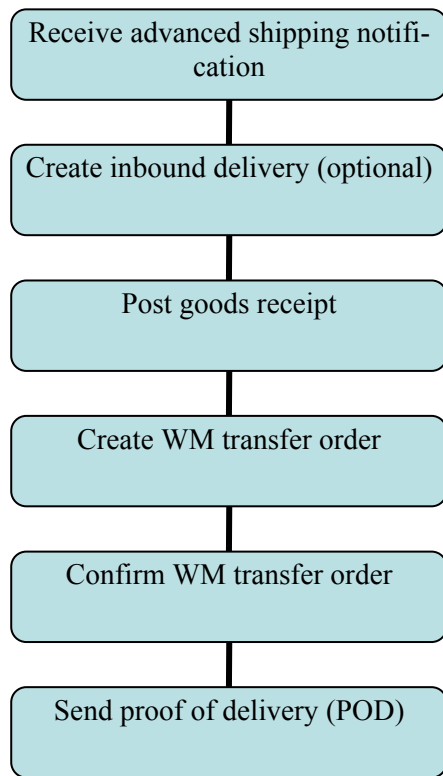
Riippuen omista asetuksista (the settings in customizing) voidaan luokitella, mitkä ominaisuudet ovat määräävämpiä tarkastustuloksessa liittämällä tarkastettavat perusominaisuudet luokiteltuihin ominaisuuksiin. Intervallitarkastukset ovat myös mahdollisia, kun ne määritellään tarkastusspesifikaatioihin.

Tarkastuserän luomisen jälkeen ohjelma kopioi perustarkastustiedot tarkastussuunnitelmasta ja materiaali-/tuotespesifikaatioista tarkastuserälle. Materiaali-/tuotespesifikaatioiden tarkastusmääritykset korvaavat tarkastussuunnitelmaan määritetyt spesifikaatiot.

- Materiaali/tuotespesifikaatioissa voidaan määritellä tarkastettavat perusominaisuudet.
- Jokaiselle materiaalin/tuotteen tarkastettavalle perusominaisuudelle voidaan määritellä tarkastusspesifikaatiot.
- Materiaali-/tuotespesifikaatiot mahdollistavat tarkastussuunnitelmat asiakaskohtaisesti.

7.5 Prosessikaavio yritykseen tulevista tavaroista

Tuleva prosessi (Inbound Processing) tarkoittaa tulevan tavaran käsittelyä, joka on osa hankintaprosessia. Siihen sisältyy myös ilmoitus tavaran lähettämisestä, vastaanotto käytännössä (Physical Goods Receipt) ja tavaroiden sijoittaminen varastoon (Kuva 18.).

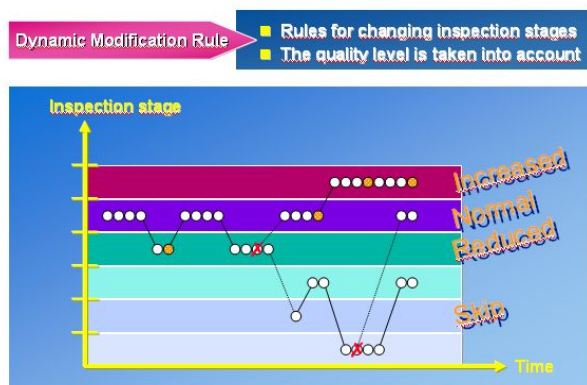


Kuva 18. Tavaroiden vastaanotto (SAP business maps 2011)

7.6 Tarkastustason muuntelu

Tarkastusohjelmassa on mahdollista määritellä tarkastustaso ja sen muuttuminen tarkastustuloksista kertyvän datahistorian perusteella joko tihennettyyn, normaaliin tai harvennettuun. Lisäksi on erityisiä vielä harvempia tarkastustasoja, mutta niitä käytettäessä tulee huomioida tarkastusohjelmien erottelukyvyn huomattava huononeminen (Kuva 20). Tarkastustason vaihdos voidaan määritellä automaattiseksi tai manuaaliseksi.

Dynamic Modification



Kuva20. Dynamic modification (Jabar Quality Management in the R/3 System 2011)

8. SULZER PUMPS FINLAND OY:N VASTAANOTTOTARKASTUKSEN OPTIMOINTI

Kaikki tuotteisiin menevät tai niiden valmistuksessa käytettävät raaka-aineet, materiaalit ja komponentit tarkastetaan laatukäsikirjan periaatteita noudattaen vastaanotettaessa. Tarpeet näille uusille varastoitaville tai hankittaville tuotteille tulevat tehdasorganisaation tai tuotekehityksen kautta.

Kaikille näille tuotteille tehdään silmämääräinen nimike-, määrä- ja kuntotarkastus. Raaka-aineiden ja materiaalien vastaanottotarkastuksen laajuus riippuu toimittajan ja tuotteen tarkastusluokituksesta. Tarkastusluokka riippuu ostettavan tuotteen kriittisyydestä omien tuotteiden kannalta sekä toimittajan luokituksesta. Ostopäällikkö vastaa tarkastusvaatimusluokan määrittämisestä. Vastaanottotarkastukset suoritetaan tehdaskohtaisten työohjeiden mukaisesti.

Tarkastustoiminnan optimoinnilla vähennetään tarkastustyön määrää keskittymällä oleellisiin tarkastuksiin. AQL: n avulla pystytään hallitsemaan riskiä vastaanottaen epäkuranttia tavaraa. Optimoinnilla saavutetaan kustannussäästöjä siirtämällä niitä virhekustannuksista ennaltaehkäiseviin kuluihin.

8.1 Nykytilanne vastaanottotarkistuksessa

Tuotteilla on käytössä seuraavat vastaanottotarkastusluokat:

- TT = 100 %:n tarkastus, osto-osasto määrittää erikseen tuotteesta tarkastettavan ominaisuuden sekä testaustavan (SAP-koodi Z3, total inspection)
- PT = Pistokoetarkastus laajuus 10 %, (SAP-koodi Z2, random inspection)

Jos pistokoetarkastuksesta löytyy virheitä, tarkastetaan koko vastaanottoerä. Jos virheiden esiintyminen toistuu jatkuvasti, voidaan kyseiselle tuotteelle määrittää tiukemmat tarkastus ohjeet kunnes virheellisyystaso normalisoituu.

Kappaleet tarkastetaan määritellyn otannan perusteella. Tarkastuksessa käytetään sähköisestä piirustusarkistosta löytyvää viimeisintä piirustusta. Kappaleen hylkäys voidaan tehdä riittämättömän pinnanlaadun, maalauksen tai mittavirheiden takia.

- Pinnan laatu tarkastetaan ASTM-standardin mukaan. Mikä löytyy myös tilaus speksissä.

- Maalaus tarkastetaan mittaamalla pinnankalvon paksuus mittarilla. Puutteellisesti maalatut kappaleet voidaan joko hylätä tai mahdollisuuksien mukaan korjausmaalata.
- Valukappaleiden mittatarkastus tehdään valupiirustuksen ja siihen merkityn toleranssivaatimusten mukaisesti.
- Koneistetun kappaleen mittatarkastus tehdään koneistuspiirustuksen ja siihen liittyvän yleistoleranssin mukaa. Vapaat valupinnat CT-toleranssin mukaan.

Tarkastajat merkitsevät virheellisen kappaleen, ja lopullisen päätöksen hylkäyksestä tai korjauksesta tekee ostopäällikkö tai hänen nimeämänsä henkilö. Poikkeavat tuotteet käsitellään aina reklamaatiomenettelyn kautta. (Laatukäsikirja 2011.)

8.2 Vanhan tiedon analysointi

Vanhoista kerätyistä tiedoista ei ole hyötyä asiakkaan laaduntuottokyvyn määrittämisessä. Keskeinen tekijä on prosessin suorituskyky (hajonta), joka on vihollinen jokaisessa asiakasprosessissa, ja se tulisi määrittää ensin uuden kerätyn datan perusteella.

8.3 Tarkastusotanta

Tosiasia, että täydellistä otantaa ei ole, tekee otantasuunnitelman määrittämisestä vaikeaa. Jokainen ratkaisu on kompromissi tuottajan riskin, kuluttajan riskin ja tarkastusotannan kustannusten suhteen.

Ominaisuusperusteista näytetarkastusta suoritettaessa, kuten tuotteen visuaalinen tarkistus (hyväksyty/virheellinen) ja virheiden lukumäärä, tulee eräkoon olla suurempi. Esimerkiksi virheellisten tuotteiden lukumäärän seurannassa näyte-erän koko pitää määritellä niin, että siinä on todennäköisesti vähintään yksi virheellinen tuote.

Prosessin laadun tarkastamisessa näytteenottotaajuuden on oltava sellainen, että se kuvastaa prosessissa tapahtuvia muutoksia. Aluksi näytteitä on syytä ottaa tiheämmin, ja kun prosessi on saatu stabiiliin tilaan, näytteenottotaajuutta voidaan harventaa.

9. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Uusi malli ottaa kantaa vain tavaramerkkien vastaanottotarkastukseen. Se ei määrittele toimittajan arvioinnin yhteydessä tehtävien testikappaleiden eikä koe-erien tarkas-

tuksia. Ne tehdään edelleen samoilla tuotekohtaisilla tarkastusohjeilla. Päämääränä on huomioida eri mahdollisuudet erikokoisten erien tarkastamiseen joko toimittaja-, tuote- tai nimikekohtaisesti tarkastettavina erinä tai jatkuvana prosessina. Tavoitteena on, että SAP tukee tehtävää tarkastusta ohjaamalla syötettyjen tarkastus- ja spesifikaatio-tietojen pohjalta tarkastajaa poimimaan näytteet erästä tai jatkuvana prosessina vastaanotettavasta virrasta. Tarkastustoiminnasta kertyvän datan (virheellisten kappaleiden määrä) pohjalta ohjelma ehdottaa mahdollista tarkastustason tihentämistä tai harventamista automaattisesti tai manuaalisesti. Toisaalta ohjelma voi ehdottaa 100 % erän tarkastusta, jos siitä poimittu näyte ei vastaa standardeja ja tulee hylätyksi.

Tiluseräkoon puristamista pieneksi puoltaa tavoite pitää varastot pieninä, erityisesti tuote- ja puolivalmisteverastot. Asiakastilauksiin perustuva valmistus tukee tilauksia pienissä erissä, jopa yhden tilausrivin tilauksia, koska tilauksia ei voida toimitusaikojen vuoksi kerätä kovin pitkältä ajalta.

Materiaalivirta alkaa standardikomponenttien toimittajilta päätehtaan omaan valmistukseen. Järjestelmän moniportaisuus lisää väistämättä sitä aikaa, joka kuluu ensimmäisestä operaatiosta lopputuotteen toimitukseen, eli läpäisyajaa. Tavoitteen on tilauksen läpäisyajan lyhentäminen, jonka määrittävät materiaalihankintojen vaatima aika ja oman valmistuksen läpäisy aika. Vastaanottotarkastuksen optimoinnilla siirretään varastoinnin painopiste Kiinan tehtaalle, ja samalla tarkastuksen rajapinta siirtyy lähemmäs toimittajia Kiinaan siirtyvän tarkemman tarkastuksen myötä. Samalla helpotetaan virheellisistä kappaleista aiheutuvaa reklamaatiotyötä.

Tulevan tavaran laatua ei voida mitata jokaisesta tuotteesta, vaan tarkastamalla näyte määrävälein, valmistuserittäin tai muulla säännöllisellä tavalla. Tarkastaminen ei jaloista tuotetta vaan aiheuttaa lisäkustannusta ja aikaviivettä. Uudella tilastollisella menetelmällä voidaan määritellä riski, jolla viallisia tuotteita on tarkastamattomien joukossa, ja samalla kevennetään Karhulassa tapahtuvaa tarkastustyötä.

Tilastollinen laadunvalvonta voidaan porrastaa. Esimerkiksi silmämääräinen tarkastus tehdään jokaiselle tuotteelle ja tarkempi testaus edustaville näytteille. Laadun ollessa korkea testauksia voidaan vähentää ja hylättyjen tuotteiden ilmaantuessa lisätä.

LÄHTEET:

1. Enterson Oy. Mitä on laatu? Saatavissa: <http://www.qualitas-forum.fi/artikkelit/Laatu%20menestymisen%20edellytys.pdf> [viitattu 5.5.2011]
2. Haverila M.J., Uusi-Rauva E., Krouvi I.& Miettinen A., 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.
3. Holopainen M. 1992. Tilastomatematiikan perusteet. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otava
4. Huhtala K., 2009. Näytetarkastuksen menetelmistä ja standardi ISO 2859. Maa-voimien Materiaalilaitoksen Esikunta. Saatavissa: <http://www.elisanet.fi/laatulatva/PDF/ISO2859taustoja.pdf> [viitattu 5.5.2011]
5. Inbound Processing and Receipt Confirmation with Warehouse Management. Saatavissa: [http://solutioncomposer.sap.com/socoview\(bD11biZjPTAwMSZkPW1pbg==\)/render.asp?packageid=DE042984DB3725F19515001A64D3F462&id=0D524E6A3D7C4A53B6121D291A6BFA52](http://solutioncomposer.sap.com/socoview(bD11biZjPTAwMSZkPW1pbg==)/render.asp?packageid=DE042984DB3725F19515001A64D3F462&id=0D524E6A3D7C4A53B6121D291A6BFA52) [viitattu 5.5.2011]
6. ISO 2859 Sampling Standard. Saatavissa: <http://www.quacity.com/samp.htm> [viitattu 5.5.2011]
7. Jabar R., 2011. Quality Management in the R/3 System diaesitys. SAP Ag. Saatavissa: Sulzer Pumps Finland Oy
8. Karjalainen E., Six Sigma liiketoiminnan suorituskyvyn jatkuvaan parantamiseen. Yritystalous 1/2002.
9. Laatuakatemia. Laatukustannukset. Saatavissa: <http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatukustannukset.htm> [viitattu 5.5.2011]
10. Laatukäsikirja, 2011. LKK/SPP CSC Työohje 1. Saatavissa: <http://pufiswss.pufi.pu.sulzer.com/sites/lyt/laatusivut/OUPR%20laatukasikirja.aspx> [viitattu 5.5.2011]

11. Laatupolitiikka Sulzer Pumps Finland Oy. Saatavissa:
<http://pufiswss.pufi.pu.sulzer.com/sites/lyt/laatusivut/laatupolitiikka.aspx> [viitattu 5.5.2011]
12. Lähtenmäki M., Leiviskä K., 1998. Tilastollinen prosessinohjaus: perusteet ja menetelmät, Raportti B No8. Saatavissa:
<http://herkules.oulu.fi/isbn9514275209/isbn9514275209.pdf> [viitattu 5.5.2011]
13. O'Leary D., 2008. Attributes Acceptance Sampling – Understanding how it works. Ombu Enterprises. Saatavissa:
http://www.ombuenterprises.com/LibraryPDFs/Attributes_Acceptance_Sampling_Understanding_How_it_Works.pdf [viitattu 5.5.2011]
14. Philips P., Sampling Procedures Inspection by Attributes. Bridgend. Saatavissa:
<http://www.smtl.co.uk/~pete/sampling.pdf> [viitattu 5.5.2011]
15. SAP Business Suite. Saatavissa: <http://www.sap.com/solutions/business-suite/index.epx> [viitattu 5.5.2011]
16. SAP business maps. Saatavissa:
[http://solutioncomposer.sap.com/socoview\(bD11biZjPTAwMSZkPW1pbg==\)/render.asp?packageid=DE042984DB3725F19515001A64D3F462&id=4DA3FAE72CB34A22B27C5CE0A5A08BAB](http://solutioncomposer.sap.com/socoview(bD11biZjPTAwMSZkPW1pbg==)/render.asp?packageid=DE042984DB3725F19515001A64D3F462&id=4DA3FAE72CB34A22B27C5CE0A5A08BAB) [viitattu 5.5.2011]
17. Taanila A., 2010. Toimitusketjun hallinnan apuvälineitä. Saatavissa:
<http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/s/toimitusketju.pdf> [viitattu 5.5.2011]
18. Tervetuloa Sulzerille diaesitys. 2008. Saatavissa: Sulzer Pumps Finland Oy [viitattu 5.5.2011]

Tarkastustason valinta

Valitsemalla tarkastustaso tietylle eräkoolle saadaan kirjaintunnus suoritettavalle otannalle. Periaatteena on: mitä pidemmällä aakkosissa tunnus on, sitä suurempi on otanta. (ISO 2859 Sampling Standard)

Eräkoko	Erityis tarkastustasot				Normaalit tarkastustasot		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2–8	A	A	A	A	A	A	B
9–15	A	A	A	A	A	B	C
16–25	A	A	B	B	B	C	D
26–50	A	B	B	C	C	D	E
51–90	B	B	C	C	C	E	F
91–150	B	B	C	D	D	F	G
151–280	B	C	D	E	E	G	H
281–500	B	C	D	E	F	H	J
501–1200	C	C	E	F	G	J	K
1201–3200	C	D	E	G	H	K	L
3201–10000	C	D	F	G	J	L	M
100001–35000	C	D	F	H	K	M	N
35001–150000	D	E	G	J	L	N	P
150001–500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 ->	D	E	H	K	N	Q	R

Tarkastustaso I ja sen otannat eräkoon mukaan, lisäksi hyväksymis- ja hylkäysmäärät eri riskitasoilla (ISO 2859 Sampling Standard) (Philips 2011)

Eräkoko	näyte		AQL					
	Taso I		0.01	1	1.5	2.5	4	6.5
			Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
2 ~ 8	A	2	↓	↓	↓	↓	↓	0 1
9 ~ 15	A	2		↓	↓	↓	↓	0 1
16 ~ 25	B	3		↓	↓	↓	0 1	↑
26 ~ 50	C	5		↓	↓	0 1	↑	↓
51 ~ 90	C	5		↓	↓	0 1	↑	↓
91 ~ 150	D	8		↓	0 1	↑	↓	1 2
151 ~ 280	E	13		0 1	↑	↓	1 2	2 3
281 ~ 500	F	20		↑	↓	1 2	2 3	3 4
501 ~ 1,200	G	32		↓	1 2	2 3	3 4	5 6
1,201 ~ 3,200	H	50		1 2	2 3	3 4	5 6	7 8
3,201 ~ 10,000	J	80		2 3	3 4	5 6	7 8	10 11
10,001 ~ 35,000	K	125		3 4	5 6	7 8	10 11	14 15
35,001 ~ 150,000	L	200		5 6	7 8	10 11	14 15	21 22
150,001 ~ 500,000	M	315		7 8	10 11	14 15	21 22	↑
500,001 →	N	500		0 1	10 11	14 15	21 22	↑

↓Käytä ensimmäistä tarkastusohjelmaa nuolen jälkeen. Jos näytemäärä on sama kuin eräkoko tai enemmän, tehdään 100% tarkastus

↑Käytä yläpuolella olevaa tarkastusohjelmaa.

Ac = acceptable number (hyväksymisluku) Re = rejection number (hylkäysluku)

Yksinäyteohjelmalle laadittu otantataulukko normaalitarkastustasolle
(Sampling Procedures Inspection by Attributes) (Philips 2011)

Single Sampling Plans

Selected segment of Normal Inspection table

Code	Samp	AQL									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15			
Let	Size	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15			
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re			
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	01		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	01	↑		
L	200	↓	↓	↓	↓	01	↑	↑	↓		
M	315	↓	↓	↓	01	↑	↓	↓	12		
N	500	↓	↓	01	↑	↓	12	23	34		
P	800	↓	01	↑	↓	12	23	34			
Q	1250	01	↑	↓	12	23	34	56			
R	2000	↑	↑	12	23	34	56	78			

Kahden näytteen otanta tarkastusohjelma normaalitarkastustasolle
(Sampling Procedures Inspection by Attributes) (Philips 2011)

Double Sampling Plans

Normal Inspection

Code	Sample	Samp Size	Cummul Samples	AQL					
				1.5 Ac Re	2.5 Ac Re	4.0 Ac Re	6.5 Ac Re	10 Ac Re	
G	First	20	20	0.2	0.3	1.3	2.5	3.6	
	Second	20	40	1.2	3.4	4.5	6.7	9.10	
H	First	32	32	0.3	1.3	2.5	3.6	5.9	
	Second	32	64	3.4	4.5	6.7	9.10	12.13	
J	First	50	50	1.3	2.5	3.6	5.9	7.11	
	Second	50	100	4.5	6.7	9.10	12.13	18.19	

OC-kuvaaja valmistajan ja kuluttajan eri riskitasoilla.

(Attributes Acceptance Sampling- Understanding how it works 2011)

The Producer's Risk has a value of α .
 The point $(p_1, 1-\alpha)$ shows the probability of accepting a lot with quality p_1 .

The Consumer's Risk has a value of β .
 The point (p_2, β) shows the probability of accepting a lot with quality p_2 .

The point $(p_3, 0.5)$ shows the probability of acceptance is 0.5.

