MATKAPUHELIMEN MUOVIOSIEN TARKASTUSOHJEEN LAATIMINEN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan koulutusohjelma
Muovitekniikan suuntautumisvaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2007
Lasse Tonttila

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Foxconn Oy:lla ja Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan laitoksella kevään 2007 aikana. Työn ohjaajana ja asiantuntevana apuna Foxconnilla on toiminut tuotantopäällikkö DI Niina Keskinen ja oppilaitoksen puolelta muovitekniikan yliopettaja Pirkko Järvelä. Haluan kiittää molempia asiantuntevasta avusta sekä kaikkia muita yhteistyökumppaneita, jotka ovat auttaneet minua työssäni.

Lahdessa 31.5.2007

_____

Lasse Tonttila

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusohjelma

TONTTILA, LASSE: Matkapuhelimen muoviosien tarkastusohjeen laatiminen

Muovitekniikan opinnäytetyö, 24 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2007

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön on suunniteltu toimivan ohjeena laadunohjaajille ja työnjohtajille, jotka joutuvat tekemään tarkastusohjeita tuotannon käyttöön. Perimmäinen tarkoitus on saada aikaiseksi yhtenevät ja Foxconnin laatustandardien QS9000 ja ISO/TS 16949:2002 vaatimukset täyttävät tarkastusohjeet. Tätä työtä voidaan käyttää tarkastusohjeen laatimisen malliesimerkkinä jokaiselle Foxconnin UT- ja TL-prosessia noudattaville projekteille.

Hyvä tarkastusohje sisältää kolme osaa. Ensimmäinen on otsake, johon tulee tuotteen perustiedot, asiakkaan nimi ja tuotekoodit. Toinen osa on kuvaosa, jossa nimensä mukaisesti on tarvittavat kuvat tuotteesta ja tekstiselitteet tärkeimpien kohtien huomioimiseksi. Nuolia ja muita apuvälineitä voidaan käyttää huomion tehokeinoina. Kolmas osa, yleisimmin tarkastusohjeen toinen sivu, on työohje. Työohjeessa on kaikki tarkastettavat kohdat ja mittatiedot selitettynä tekstimuodossa. Myös toimintaohjeet viallisten tuotteiden osalta on ohjeistettu ja kaikki mahdollisesti käytössä olevat mallit lueteltu.

Tarkastusohjeen molemmat sivut kertovat samana asian mutta eri muodossa. Kuvasivu kertoo katsojalleen välittömästi, millaisesta tuotteesta on kysymys, mitä pitää erityisesti huomioida ja mitä mittauksia tulee suorittaa. Lyhyet tekstiselitteet korostavat ongelmallisimmat kohdat, jotka pitää tarkistaa erityisen huolellisesti. Työohjesivulla on samat tiedot kuin etusivulla mutta tekstimuodossa.

Asiasanat: laatu, tarkastusohje, laadunohjaaja, ruiskuvalu

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

TONTTILA, LASSE: Inspection Instruction for the plastic parts of Mobile phones

Degree Programme in Plastics Engineering, 24 pages, 2 appendices

Spring 2007

ABSTRACT

This work was made for Foxconn Oy Lahti plant and it was planned to be a guideline for the quality supervisors and team leaders. The main theme in this study was to gather all inspection instruction in a uniform appearance and to meet Foxconn's quality standards QS9000 and ISO/TS 16949:2002. This study can be used like a manual for every project which follow Foxconn's UT and TL processes. Quality supervisors can use this a guideline to create uniform and informative inspection instructions.

Proper inspection instruction consists of three main areas. First, a headline and the basic information of a product including all the essential numerical data. The second area is a picture area where all necessary areas of a part are included with added text directions for the most important points. Arrows and other elements can and should be used to point impression. The third area, usually the back side (or the second page of the instruction), is work instruction. It includes all the necessary inspection points and the dimensions explained in clear text form and shortly describes the whole process. The needed actions after the deviations are mentioned here and all possible samples are listed.

Both sides of the inspection instruction explain basically the same issues. The first side has a clear picture and short text explanations which will instantly tell what kind of part is in question with short notes of critical points to be monitored extra carefully. The back side has the same information in text form with short work instructions.

Keywords: quality, inspection instruction, quality supervisor, injection moulding

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 1

2 LAATUSUUNNITTELU 3

3 TARKASTUSOHJEEN LAATIMINEN 5

3.1 Laatujärjestelmän vaatimukset 6

3.2 Asiakkaan erityisvaatimukset 6

3.2.1 Tuotekuvat 7

3.2.2 VQD, Visual Quality Document 8

3.3 Otsake 9

3.4 Kuvaosa 9

3.4.1 Hyvä kuva 10

3.4.2 Tekstiselitteet 12

3.4.3 Huomion apuvälineet 13

3.5 Työohje/takasivu 14

3.5.1 Perustiedot 15

3.5.2 Päivitykset ja versiointi 15

3.5.3 Asiakkaan vaatimat tiedot 16

3.5.4 Mittatiedot 16

3.5.5 Tarkastus- ja pakkausohjeet 16

3.5.6 Erityisohjeet 17

4 TARKASTUSOHJEET KÄYTÖSSÄ 18

5 MALLIKAPPALEET 19

5.1 Vertailumalli 19

5.2 Virhemalli 19

5.3 Rajamalli 20

6 LAADUNOHJAAJAN VELVOLLISUUDET 21

7 YHTEENVETO 22

LÄHTEET 23

LIITTEET 24

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

- Assy = Assembly = kokoonpano. Yleisesti käytetty nimitys osasta, jossa 2 tai useampi tuote on liitettynä yhteen yhtenäiseksi osakokoonpanoksi.
- FMEA = Failure Mode and Effects Analysis = Virheriskianalyysi. Yksinkertainen ja tehokas ennakoiva tuote- ja prosessisuunnittelun työkalu, jolla tuotteen elinkaaren alkuvaiheessa tunnistetaan ja torjutaan mahdollisia virhekohtia.
- NMP = Nokia Mobile Phones.
- Ramp-Up = Tuotannon ylösajovaihe, joka alkaa muotin valmistuksesta ja loppuu muotin hyväksyntään. Käytetään myös nimitystä ´läpimenoaika´.
- SPC = Statistical Process Control = Tilastollinen prosessin ohjaus.
- TL-prosessi = Tilauksesta laskutukseen prosessi, joka alkaa asiakkaan tilauksesta ja loppuu laskutukseen.
- UT-prosessi = Uusituoteprosessi, joka alkaa asiakkaan tarjouspyynnöstä ja loppuu prosessin hyväksyntään.
- VQD = Viasual Quality Document. Asiakkaan tuotesuunnittelijoiden laatima ja allekirjoittama asiakirja, jossa tuotteen visuaalisen laadun tärkeimmät kohdat on osoitettu tapauskohtaisesti.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö liittyy yleisesti tunnettuun ongelmaan ruiskuvaluteollisuudessa eli tuotteen läpimenoajan lyhentämiseen. Nykyisin läpimenoaika eli Ramp-Up-aika on yksi suurimmista kilpailuvalteista muovituoteteollisuudessa. Asiakkaat kilpailuttavat ja arvottavat alihankkijoitaan Ramp-Up-ajan perusteella, ja siten se on yksi keskeisimmistä kehitysasioista myös Foxconnilla. Ramp-Up:ssa asetetaan varsinaisen tuotannon parametrit sekä varmistetaan sen laatu ja tehokkuus. Ramp-Up-prosessi on varsinaisen tuotantoprosessin olennainen vaihe, jossa ongelmat kärjistyvät. Kokonaiskannattavuuden kannalta ylösajovaiheen onnistuminen parhaalla mahdollisella tavalla on tärkeää. (Partanen, Tulonen, Kettunen, Orpana & Peltomaa 2000, 4 - 7.)

Nopeuden lisääminen itsessään ei ole ongelma, mutta laatutason heikkenemistä ei yksikään asiakas hyväksy, päinvastoin laatua pitäisi pystyä kehittämään samanaikaisesti. Selkeä ja yksiselitteinen tarkastusohje on ehdoton edellytys laadukkaalle tuotannolle. Erityisesti isoissa tehtaissa, joissa työntekijöitä on useissa osastoissa ja useissa työvuoroissa, tarkastusohjeet ovat se ’punainen lanka’, joka mahdollistaa tasalaatuisten tuotteiden tekemisen.

Laadunohjaajilla on hyvin keskeinen asema tuotannon onnistumisessa. Laadunohjaajat ovat projektien alkuvaiheissa läheisessä yhteistyössä projekti-insinöörien kanssa sekä osallistuvat aktiivisesti tuotteen laatusuunnitteluun, kuten tarjousta edeltävään tuotekritiikkiin ja mahdolliseen FMEA:n eli virheriskianalyysin laatimiseen. FMEA on laatutyökalu, jota käytetään määrittämään, tunnistamaan ja ehkäisemään tunnetut ja mahdolliset tuntemattomat ongelmat järjestelmästä, suunnittelusta ja prosessista. Laadunohjaajat laativat lisäksi kaikki tuotannon tarvitsemat ohjeistukset sovitun laatutason saavuttamiseksi ja ylläpitävät tuotekansioita koko tuotteen eliniän ajan. (Stamatis 2003, 21.)

Ruiskuvalu on yksi eniten käytetyistä kestomuovikappaleiden valmistusmenetelmistä. Ruiskuvaluprosessissa muoviraaka-aine sulatetaan ruiskuvalukoneen plastisointiyksikössä, kuljetetaan kierukalla eli ruuvilla kohti muottia ja ruuvin eteen

työntyessä pakotetaan sula muovi muottipesiin. Pesissä muovi jähmettyy ja muotin auetessa valmis tuote otetaan muotista ulos.

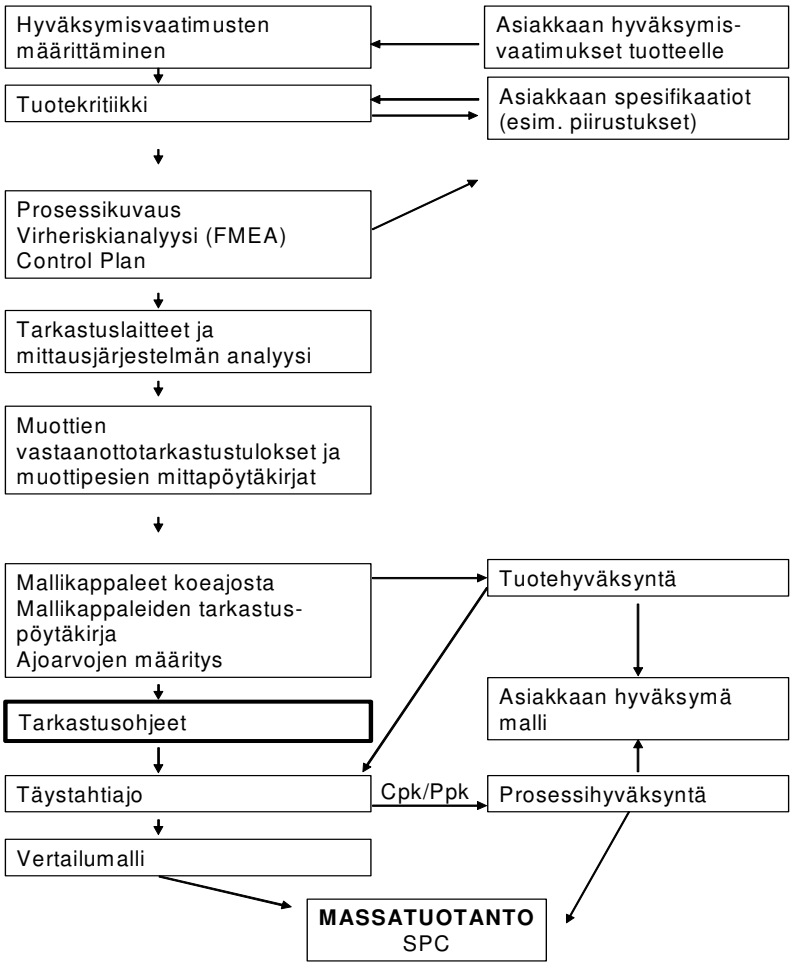
Ruiskuvalukappaleiden laatuvirheet ovat hyvin usein samanlaisia, riippumatta käytetystä materiaalista, laitteistosta tai tuotteen muodosta. Esimerkiksi imuja, ruiskutusjälkiä, purseita ja vajaatäyttöä esiintyy ihan kaikissa ruiskuvaletuissa kappaleissa, jos prosessin parametrit eivät ole optimaaliset. Näiden virheiden korjaamiseen ja niiden tunnistamiseen on helppo kouluttautua. Kuitenkin monissa tapauksissa asiakkaan sallima virhetaso on hyvin pieni tai tuotteissa on vaikeammin havaittavia tuotekohtaisia virheitä. Näiden tunnistaminen ja arvioiminen on vaikeaa, ellei lähes mahdotonta ilman hyviä tarkastusohjeita.

2 LAATUSUUNNITTELU

Laatusuunnittelun tavoitteena on varmistaa ennakoivin toimenpitein tulevan tuotannon laatu. Laadunohjaajalla on tärkeä rooli laatusuunnittelussa. Hän toimii projektitiimin laatuasiantuntijana ja varmistaa osaltaan, että tuotantoprosessi on valmis massatuotantoon. Ennakoivassa laatusuunnittelussa vallitsee tärkeä periaate: mitä aikaisemmin mahdolliset ongelmat havaitaan, sitä paremmat mahdollisuudet ovat vaikuttaa tulevaan prosessiin ja sen laaduntuottokykyyn, ja toisaalta, mitä myöhemmin päätökset tehdään tai mahdolliset ongelmat havaitaan, sitä suurempia ovat niiden kustannuksia lisäävät vaikutukset. (Foxconn toimintaohje, UT04-Laatusuunnittelu.)

Foxconnilla on oma laatukäsikirjansa, jossa toiminnan perusteet on ohjeistettu. Tämä laatukäsikirja perustuu kahdesta osasta: UT eli uusi tuote ja TL eli tilauksesta laskutukseen.

Uuden tuotteen laatusuunnittelu etenee seuraavan kuvion (kuvio 1) mukaisesti. Yksityiskohtainen toteuttamisjärjestys voi vaihdella. Asiakas- ja projektikohtaiset lisäykset/vähennykset ovat kuitenkin mahdollisia. (AJ Marttila Koulutuspalvelut.)



KUVIO 1. Foxconnin UT:n mukainen laatusuunnittelukaavio

3 TARKASTUSOHJEEN LAATIMINEN

Tarkastusohjeen tekeminen tietokoneella on suhteellisen helppoa. Mitään vaatimusta ei ole, että se pitäisi olla tehty jollain määrätyllä ohjelmalla, mutta Microsoft PowerPoint -ohjelma on käytännössä osoittautunut parhaaksi. Siinä erilaisten objektien muokkaaminen ja sommittelu on helppoa.

Tarkastusohjeiden laatiminen aloitetaan yleensä hyvissä ajoin ennen varsinaisen massatuotannon aloittamista. Ensimmäisiä kappaleita on saatu muotin koejoista ja näiden mallikappaleiden perusteella on muotin hyväksyntää haettu asiakkaalta. Näistä samaisista kappaleista on laadunohjaajan hyvä ottaa itselleen mallikappaleet, joiden perusteella ja apuna käyttäen laaditaan alustavat versiot tarkastusohjeista. Alustavassa versiossa ei vielä tarvitse olla kaikkia yksityiskohtia tai tarkkoja kuvia. Tuotenumerot, nimet, muottinumerot ja kappaleesta mitattavat mitat ovat kuitenkin jo varmentuneet tässä vaiheessa.

Asiakkaan ensimmäinen hyväksyntä on tuotehyväksyntä. Se on alkuvaiheessa yhdelle iskulle eli yksittäisille kappaleille, jotka ruiskuvalumuotti tekee yhden työkierron aikana. Tuotehyväksynnän perusteella saadaan lupa tehdä lyhyt, noin vuorokauden yhtämittainen tuotanto. Tämä on niin sanottu täystahtiajo eli ensimmäinen massatuotannon olosuhteissa ja laitteilla suoritettu tuotanto. Tässä vaiheessa tehtävät tuotteet ovat jo yleensä täysin virallista tuotantoa eli myytäviä kappaleita, joten niille pitää suorittaa normaalit laaduntarkastustoimenpiteet. Tätä varten on tarkastusohjeiden oltava jo tuotannon laaduntarkastajien käytettävissä. Pieniä muutoksia ja tarkennuksia ohjeisiin tulee vielä täystahtiajon jälkeen, mutta perustiedot ja kuvat eivät yleensä enää muutu tässä vaiheessa. On hyvä kuitenkin muistaa, että tarkastusohje on elävä dokumentti. Sen sisältöä voidaan muuttaa koko tuotteen elinkaaren ajan, jos esimerkiksi myöhemmässä vaiheessa ilmenee joku uusi virhe, asiakas muuttaa vaatimuksiaan, tuotanto-olosuhteet muuttuvat tai laadunohjaaja katsoo sen muuten tarpeelliseksi. Usein myös tuotannon alkuvaiheessa varmuuden vuoksi ohjeisiin laitetut huomiot ja tarkastuskohdat saattavat myöhemmin osoittautua turhiksi tai itsestäänselvyyksiksi. Silloin niiden poistaminen ohjeesta on perusteltua.

Nykyisten monikansallisten yritysten aikana pitää tarkastusohjeita tehtäessä ottaa huomioon myös eri kieliä puhuvat ihmiset. Mallitarkastusohjeen (LIITE 1 ja LIITE 2) kieli on suomi, mutta englanninkielinen versio olisi välttämätön, jos tuotannossa on yksikin laaduntarkastaja, joka ei osaa suomea.

3.1 Laatujärjestelmän vaatimukset

Laatujärjestelmä tarkoittaa laadun aikaansaamiseksi käytössä olevia organisaation osia, vastuunjakoa, toimintamalleja, prosesseja ja resursseja. QS9000- ja ISO 16949:2002 -laatujärjestelmissä on tarkkaan määritetty toimintamallit ja dokumentoinnin vaatimukset. Itse tuotteiden laatuun ko. standardit eivät suoranaisesti puutu vaan tuotespesifiset määritykset löytyvät asiakkaiden omista standardeista ja dokumenteista. Laatujärjestelmä sen sijaan määrittää tarkastusohjeiden ulkoasulle muutamia asioita. Ohjeiden, ja kaikkien muidenkin dokumenttien otsakkeet, versiointi, päivitykset, säilytyspaikka, kopioiden lukumäärä ja muutoshistoria pitää olla laatujärjestelmien mukaisesti dokumentoitu. (Lillrank 1999, 132 - 134.)

3.2 Asiakkaan erityisvaatimukset

Matkapuhelinteollisuudessa kaikilla valmistajilla eli asiakkailla on olemassa omat laatustandardinsa, joita toimittajien tulee noudattaa. Näissä erityisvaatimuksissa on mainittu kaikki ne ongelmat, joiden asiakas olettaa vaikuttavan tuotteidensa laatuun. Esimerkiksi Nokialla on 8-osainen Moss-standardi, jossa on määritelty erilaisten ja eri materiaaleista valmistettujen tuotteiden laatukriteerit.

Oma ohjeistus on myös tarkastusolosuhteille. Suurimmalla osalla asiakkaista on yhtenevät vaatimukset tarkastusolosuhteille. Valaistuksen tyyppi pitää olla D65 (värilämpö 6500K) eli päivänvalon kaltainen, voimakkuus pitää olla 800 - 1200 lux ja tarkastusetäisyys 30 - 50 cm. Tarkastustaustan väri voi vaihdella tuotekohtaisesti, ja myös eri asiakkailla on tässä hieman eroja. Läpinäkyville linssituotteille on oma musta-valkoinen tausta, joka helpottaa tummien ja vaaleiden pisteiden

havaitsemista linsseissä. Tuotteen tarkastamiseen käytetty aika on myös karkeasti määritelty, mutta se on hyvin tuotekohtainen.

Asiakkaiden standardit on kuitenkin luotu kattamaan mahdollisimman laajalti kaikki osat, joita puhelimissa on. Siksi onkin normaalia, että standardien sisältö ei kata kaikkia mahdollisia vikoja tai ominaisuuksia, joita erilaisissa tuotteissa saattaa olla. Tätä varten jokaisella tuotteella on vielä erikseen tuotekuva ja mahdollisesti myös VQD eli Visual Quality Document. VQD voi myös olla suuremmalle osakokoonpanolle eli assylle, jossa yksittäisten osien ominaisuuksia on määritelty. Assy voi olla jo pelkästään maalattu kappale, jossa muoviosa ja maalaus on yhdistetty, tai puolivalmis matkapuhelin, jossa on kymmeniä komponentteja kiinnitettyinä. Nämä asiakkaiden omat erityisvaatimukset toimivat pohjana kaikille tarkastusohjeille.

3.2.1 Tuotekuvat

Tuotteen suunnittelijat laativat jokaiselle tuotteelle tuotekuvan eli 2D-piirustuksen. Tuotekuvissa on kaikki tuotteen mitat ja erikseen vielä merkittyinä mitat, joita toimittajien pitää tarkkailla tuotannossaan. Piirustuksissa on hyvin usein myös määriteltynä tuotteiden muita ominaisuuksia. Näitä voivat olla esimerkiksi tuotteeseen asennettavien muiden osien asennustoleranssit, jonkun toiminnallisen ominaisuuden mittaustoleranssi tai tuotteen mekaanisen testauksen toleranssit. Matkapuhelimen kuoren tuotekuvassa saattaa olla useita erilaisia mitattavia ominaisuuksia, joita ei missään muissa dokumenteissa ole määriteltyinä. Esimerkiksi kuoreen asennettujen metallisten osien kiinnipysyvyyttä pitää lähes poikkeuksetta mitata tuotannon aikana. Samoin ultraäänihitsatun linssin kiinnipysyvyydelle on olemassa minimiarvo, jonka alle toimittaja ei saa mennä. Tällaiset ominaisuudet ovat mainittuna usein vain tuotekuvissa, ja niistä ne pitää siirtää tarkastusohjeisiin tarkasti mutta yksiselitteisesti.

Tuotekuvia ei välttämättä tarvitse antaa tuotannolle käyttöön. Joissain tapauksissa on kuitenkin hyödyllistä, että asentajilla ja tarkastajilla on uusimmat tuotekuvat

käytettävissään. Tuotekuvista on helppo tarkistaa myös muita tuotteiden ominaisuuksia. Esimerkiksi ongelmatilanteissa ilta- tai yövuorojen aikana ei tuotantoa tarvitse välttämättä pysäyttää, jos tuotannon henkilöt löytävät vastauksen tuotekuvista. Tarkastusohjeita laadittaessa pitää kuitenkin pyrkiä siihen, että tuotannon henkilöiden ei tarvitse käyttää tuotekuvia. Ne saattavat olla vaikeaselkoisia ja vaatia käyttäjältään ammattitaitoa teknisten piirustusten lukemiseen. Tapauskohtaisesti pitääkin laadunohjaajien päättää, laittaako tuotekuvat tuotannon saataville vai ei. Jos tuotekuvia pidetään tuotannossa, tulee laadunohjaajan huolehtia, että vain uusin versio kuvista on käytössä. Vanhat versiot pitää hävittää tai selkeästi merkitä vanhentuneiksi.

3.2.2 VQD, Visual Quality Document

Asiakkaan tärkein tuotteiden ulkonäön eli visuaalisen laadun määrittävä dokumentti on VQD eli Visual Quality Dokument. VQD:n tekee ja allekirjoittaa asiakkaan projektin laatupäällikkö, ja se ottaa kantaa vain tuotteiden näkyviin ominaisuuksiin. Useimmiten se käsittääkin enemmän kuin yhden tuotteen, jolloin VQD on tehty assylle. Läpinäkyville ikkunatuotteille VQD on lähes aina olemassa, samoin suuren viimeistelytason omaaville kappaleille, kuten maalatuille tuotteille. VQD:t määrittävät useimmiten osien väliset kiinnitystoleranssit, sallitut virheet näkyvillä pinnoilla ja mahdolliset muut laatupoikkeamat.

Yksi tärkeä ominaisuus VQD:lla on suhteessa muihin laatudokumentteihin. VQD ylittää vaikutuksessaan yleiset standardit. Jos VQD sallii enemmän tai vähemmän jotain virhettä kuin mitä yleiset laatudokumentit sallivat, noudatetaan VQD:n laatutasoa. Joissain tapauksissa asiakkaan kanssa on sovittavissa jokin helpotus olemassa oleviin standardin määrittämiin laatutasoihin ja silloin se kirjataan VQD:hen.

VQD:n määrittämät asiat pitää mainita aina myös tarkastusohjeissa. Yleensä VQD ei ota kantaa itsestäänselvyyksiin eli siinä on mainittu vain tuotekohtaisesti kriittisimmät tai muuten tuotesuunnittelun kannalta katsotut vaikeimmat kohdat.

3.3 Otsake

Tarkastusohjeen otsake sisältää perustiedot tuotteesta, kuten toimittajan nimen, tuotteen nimen ja tuotekoodit. Otsake tulee aina ensimmäisen sivun ylälaitaan ja sen pitää olla riittävän selkeä, jotta ohjeen käyttäjä näkee siitä heti, mikä dokumentti ja tuote on kyseessä. Otsake on hyvä erottaa kuvaosasta esimerkiksi ohuella viivalla, kuten tämän työn esimerkissä on tehty. (LIITE 1.)

Toimittajan nimi kannattaa tallettaa tarkastusohjepohjaan kiinteäksi. Näin se on aina oikealla paikallaan. Samoin tuotteen nimelle on hyvä varata oma pysyvä paikkansa. Käytettävänä nimenä on yleistynyt asiakkaan projektinimi. Tässä työssä käytetyn vanhan Nokian puhelinmallin projektinimi on ollut Starlight ja esimerkkituotteena on puhelimen etukuori eli A-cover. A-kirjain kuvastaa kuoren paikkaa puhelimessa. B-cover on usein puhelimen sisälle tuleva runko ja C-cover puhelimen takakuori.

Tuotenumeroja saattaa olla kaksi: asiakkaan oma tuotekoodi ja toimittajan oma. Riippuen toimittajan käytännöstä käytetään yleisimmin vain sitä, jolla tuote tunnistetaan helpommin. Foxconnilla käytetään asiakkaan tuotekoodia, koska samalla numerolla on asiakkaan omat dokumentit tunnistettavissa ja näin sekaannuksen mahdollisuus pienenee.

3.4 Kuvaosa

Kuvaosan tärkein asia on nimensä mukaisesti kuva tuotteesta. Digitaalikameralla otettu kuva on erittäin suositeltava. Joillain tuotteilla on perusteltua liittää myös osa tuotekuvaa kuva-osaan, mutta valokuva tuotteesta kertoo katsojalleen enemmän kuin tietokoneella piirretty kuva. Useilla tuotteilla tarkastettavia kohtia on molemmilla puolilla, jolloin kuvat pitää olla tuotteen molemmilta puolilta. Kuvaamisessa kannattaa kiinnittää huomiota kuvan selkeyteen, joten kuvan ottamista kannattaakin harjoitella etukäteen.

Kuvan koko kannattaa sovittaa mahdollisimman isoksi tarkastusohjeen kokoon nähden. Kuvan ympärille pitää kuitenkin jättää tilaa tekstiselitteille, mutta tekstiselitteet voivat olla osaksi myös kuvan päällä. Yleispäteviä ohjeita ja itsestäänselvyyksiä ei kuvasivulle kannata laittaa.

Kuvasivun alareunaan on hyvä tallentaa alatunnisteena tiedostopolku, johon kyseinen tarkastusohje on tallennettu. Näin sen löytyminen on varmempaa tilanteissa, joissa ohjeen laatinutta laadunohjaajaa ei ole käytettävissä. Yleensä tarkastusohjeiden alkuperäiset versiot sijaitsevat yrityksen verkkoasemalla projektien omissa laatukansioissa. Verkkoasemien varmuuskopiointia suoritetaan erittäin usein ja näin tarkastusohjeistakin on olemassa varmuuskopiot.

3.4.1 Hyvä kuva

Tarkastusohjeeseen hyvä kuva on selkeä, riittävän iso ja ennen kaikkea yksiselitteinen. Katsojan pitää heti nähdä kuvasta, mikä tuote on kyseessä ja mitä ominaisuuksia tuotteella on. Sumea tai liian pieni kuva aiheuttaa sekaannuksen vaaran ja hämmentää katsojaansa. Valaistuksella saa osan muotoja tuotua paremmin esiin. Tummia muovikappaleita kuvattaessa taustan olisi hyvä olla tasavärinen ja vaalea. Kirkkailla ja valkoisilla tuotteilla taustana voi toimia myös tumma tai jopa täysin musta alusta. Jos asiakas on määrittänyt tarkastustaustan värin, kannattaa tuote kuvata sitä taustaa vasten. Valaistuksen parantamiseen on olemassa monia hyviä keinoja. Salamalla saa osan muodot ja reunat hyvin esiin mutta ylivalottumisen riski on aina olemassa. Salaman tehoa voi rajoittaa myös peittämällä se ohuella kuitukankaalla. Sileä ja kirkaspintaisten kappaleiden kuvaamisessa ei salamaa taas välttämättä kannata käyttää heijastusten takia. Ihan tavallisella pöytälampulla pystyy kappaleen valaistusta parantamaan riittävästi, jolloin salamaa ei välttämättä tarvitse käyttää. Tällöin kuitenkin on korjattava kameran asetuksilla valkotasapainoa, ettei kuvista tule kellertäviä. Salaman ja valaistuksen kanssa on kuitenkin ongelmana varjot. Varjot sotkevat helposti kappaleen reunat taustaan. Kappale itsessään tekee varjon, jos se ei ole tasaisesti taustaansa vasten. Samoin kuvaajasta ja kamerasta tulee varjo, jos kuvataan normaalissa huonevalaistuksessa, jossa valo

tulee ylhäältä. Monesta suunnasta tuleva valo ehkäisee varjoja tehokkaasti, ja erillisen useamman valon sisältävän valokuvauspaikan rakentaminen onkin suositeltavaa. Joihinkin kameroihin on myös saatavilla erillisiä makrokuvausapuvälineitä. Kameran valinnassa kannattaakin juuri makro- eli lähikuvausominaisuuksia painottaa muita ominaisuuksia enemmän. Ohessa mallikuvat huonosta ja hyvästä kuvasta (kuviot 2 ja 3). (Punkari 2004, 92 - 97.)

KUVIO 2. Huono kuva

KUVIO 3. Hyvä kuva

3.4.2 Tekstiselitteet

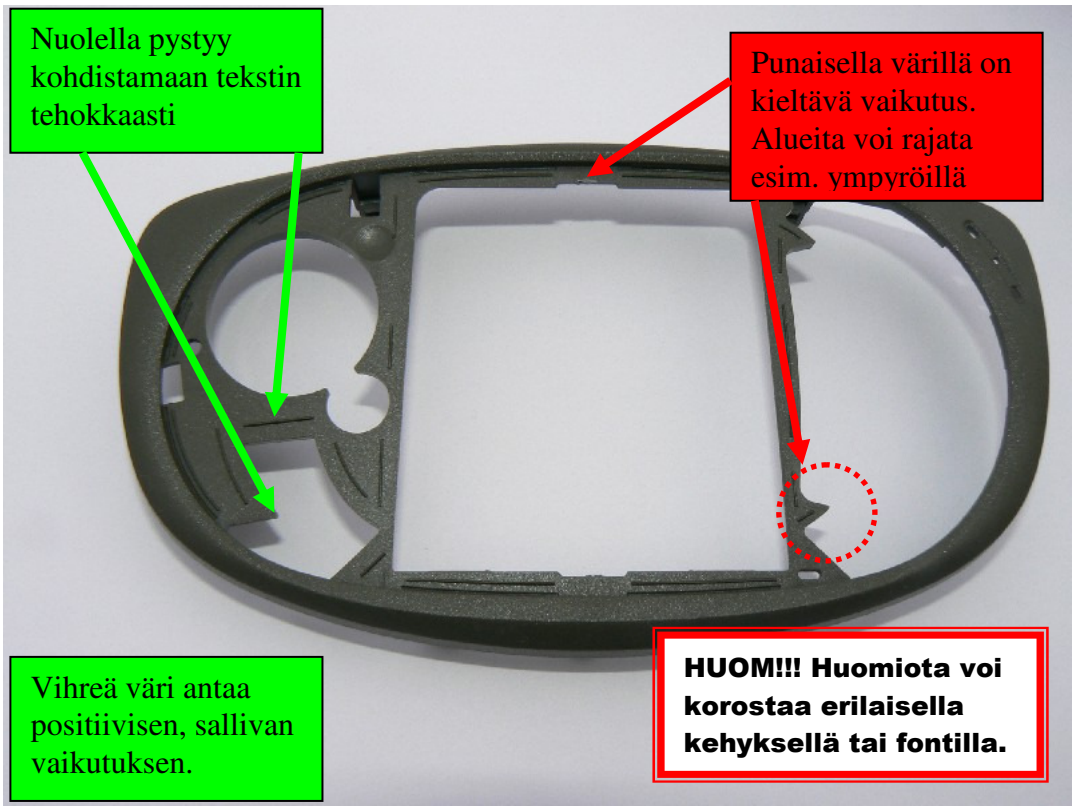
Tekstiselitteet ovat kuvaosassa olevia lyhyitä kommentteja ja huomautuksia. Hyvä tekstiselite on lyhyt ja yksiselitteinen. Imperatiivi eli käskymuoto sopii tekstiselitteisiin hyvin. Pitkille tekstiselitteille ei yksinkertaisesti ole tilaa tarkastusohjeessa, koska kuvan ja selitteiden pitää mahtua yhdelle A4-sivulle. PowerPoint -ohjelmassa tekstiselitteet on helppo luoda tekstikehys-työkalun avulla, jolloin niiden sommittelu on helppoa. Tekstiselitteen tarkoitus on korostaa juuri niitä kohtia, joissa ongelma yleisimmin esiintyy. Tekstiselite voidaankin tarkentaa nuolella osoittamaan juuri oikeaan paikkaan kuvassa. Tällöin tekstin ei tarvitse olla fyysisesti kuvan päällä, vaan se voi sijaita tarkastusohjeen reunoilla. PowerPointissa on

tekstikehyksille olemassa erilaisia kehysmalleja ja niillä tekstille saa enemmän huomioarvoa.

3.4.3 Huomion apuvälineet

Huomion apuvälineet ovat nimensä mukaisesti erilaisia huomion kiinnittämisen tehokeinoja. Aina ei riitä, että on kuva ja tekstiä. Pienillä tehosteilla saadaan tarkastusohjeen käyttämisestä helpompaa ja halutut ongelmakohdat korostettua. Yksi hyvä keino on käyttää juuri nuolia, kuten tekstiselitteiden kappaleessa mainittiin. Jos tuotteessa on havaittu esimerkiksi ongelmallisia imuja vain jossain yksittäisessä kohdassa, on nuolella helppo kohdistaa tarkastajan huomio juuri oikeaan paikkaan.

Toinen hyväksi havaittu keino on käyttää värejä. Liikennevalon värit ovat kaikille selvät. Vihreä tarkoittaa hyvää, sallittua ja punainen huonoa, hylättyä. Tekstiselitteiden taustojen ja nuolien väreinä juuri vihreä ja punainen ovat riittävän selkeät. Vihreä tarkoittaa sallittua ja hyväksyttävää ominaisuutta, kun taas punaisella merkityt ovat kieltoja ja hylättäviä ominaisuuksia. PowerPointissa pystyy myös tekstikehysten värejä muuttamaan vapaasti. Oheisessa kuvassa on malleja erilaisista tekstiselitteistä ja huomion apuvälineistä. Erilaiset värit ja tekstiselitteiden kehykset vaikuttavat itse tekstin antamaan vaikutukseen. (kuvio 4)



KUVIO 4. Tekstiselitteitä ja huomion apuvälineitä

3.5 Työohje / Takasivu

Kaikilla tarkastusohjeilla on oltava myös työohje. Työohje on luontevalla paikallaan tarkastusohjeen kuvasivun kääntöpuolella. Työohje sisältää kaiken tarvittavan tuotekohtaisen informaation, jonka asentaja ja laaduntarkastajat tarvitsevat tuotannon aloittamiseen ja tekemiseen. Työohjesivulla on mahdollisesti mainittuna joitain itsestäänselvyyksiäkin, mutta yleensä ne ovat sellaisia, jotka löytyvät asiakaan laatudokumenteista, ja siksi niiden kuuluu olla näkyvillä.

3.5.1 Perustiedot

Perustietoihin kuuluvat samat tiedot kuin etusivun otsikko-osassa. Lisäksi takasivun perustietoihin pitää laittaa etusivulta mahdollisesti puuttuva toimittajan tuotekoodi. Perustietoihin kuuluvat myös muottinumerot, päiväys ja päivitystiedot, laatijan ja päivittäjän tiedot, tarkastusohjeen hyväksyjä sekä tarkastusohjeen kopioiden lukumäärä. Kopioiden lukumäärä on erittäin tarpeellinen tieto, kun päivitettyjä versioita pitää jakaa tarkastuspisteisiin. Kun on tiedossa, että kopioita on vaikka 4 kappaletta, laadunohjaaja osaa tulostaa oikean määrän tarkastusohjeita ja etsiä tuotannosta neljä vanhaa ohjetta pois.

3.5.2 Päivitykset ja versiointi

Tarkastusohjeen päivittäminen on mahdollista koko tuotteen elinkaaren ajan. Päivittämisessä pitää kuitenkin olla maltillinen, jotta uudet ja vanhat versiot eivät pääse sekaantumaan ja olemaan samaan aikaan käytössä eri paikoissa. Tämän vuoksi työohjesivun perustiedoissa pitääkin näkyä versiointinumero. Versioinnin voi hoitaa monella tavalla, mutta päivämäärä on tarkastusohjeen tapaisessa dokumentissa täysin toimiva. Vain uusin versio on pätevä, ja edellisillä päivityksillä ei ole enää merkitystä. Päivityspäivämäärä toimii versiomerkintänä, ja alkuperäinen laatimispäivämäärä jää vain sen lisäksi näkyville. Samoin muutoksen tekijän puumerkki pitää jäädä näkyville samoin kuin alkuperäisen ohjeen tekijän nimi. Päivitysten tekemisessä pitää olla huolellinen, että kaikki kopiot tulevat korvatuiksi päivitetyillä versioilla ja vanhat versiot tuhotaan.

Näiden lisäksi perustiedoissa voi olla ohjeen hyväksyjän nimi, mutta sen tarpeellisuus riippuu asiakkaan vaatimuksista. Jotkut asiakkaat vaativat ohjeiden hyväksyttämisen esimerkiksi laatupäälliköllä tai projektipäälliköllä, mutta monesti laadunohjaajilla on riittävä ammattitaito laatia ohjeita ilman erillistä hyväksyntää.

3.5.3 Asiakkaan vaatimat tiedot

Asiakkaan laatuvaatimuksissa ja standardeissa saattaa olla sellaisia huomautuksia ja kohtia, joiden sisällyttäminen tarkastusohjeen kuvasivulle on vaikeaa tai perustelematonta. Tällaisia ohjeita ovat mm. asentajan huomioitavat asiat tuotantosarjan aloituksessa. Asentajien perustoimenpiteisiin kuuluu tuotteen oikeellisuuden varmistaminen sekä muottinumeroiden ja muottimerkintöjen tarkistaminen. Tuotteen versiomerkintöjen ja valmistusaikamerkintöjen tarkistaminen on kuitenkin erittäin tärkeä asia, jos tuotetta tehdään harvakseltaan, kyseessä on uusi tuote tai uusi muotti. Tuotteen jäljitettävyyden kannalta on tärkeää, että valmistusaikamerkintä eli muotin kalenterikello on päivitetty tuotantoajankohtaa vastaavaksi.

3.5.4 Mittatiedot

Ruiskuvaletuista kappaleista kerätään mittatietoa tasaisin väliajoin koko tuotannon ajalta. Tällä SPC-mittauksella pystytään tuotantoa ohjaamaan tilastollisin keinoin. Samoin SPC-mittausten perusteella pystytään tarkkailemaan tuotantoprosessin vakautta. Muutokset mittatuloksissa kertovat välittömästi jostain muutoksesta olosuhteissa tai parametreissa. Mittauksen perustiedot kuuluvat tarkastusohjeen takasivulle. Siellä pitää olla kerrottuna mitattava mitta toleransseineen. Samoin pitää olla mainittuna, millä mitataan, miten usein, montako kappaletta ja mihin mittatieto tallennetaan. Mittauksien määrä vaihtelee tuotteittain, ja tuotannon alkuvaiheissa niitä tehdään tiheämmin kuin vakiintuneen tuotannon myöhemmissä vaiheissa.

3.5.5 Tarkastus- ja pakkausohjeet

Työohjesivulle tulee luonnollisesti myös itse tarkastuksen ohjeet. Tarkastusolosuhteista voi olla lyhyt kuvaus tarkastukseen käytetystä etäisyydestä, valaistuksesta ja tarkastamiseen käytetystä ajasta. Työohjeessa pitää mainita, jos vertailumalleja tai muita mallikappaleita on käytetty. Ruiskuvalettuja tuotteita ei yleensä massa-

tuotantovaiheessa tarkasteta sataprosenttisesti vaan otannalla. Otannan näytetiheys, tarkastustapa, näytteiden määrä ja tarkastustulosten kirjauspaikka pitää olla määritettynä. Samoin pitää olla määriteltynä ja ohjeistettuna toimintaohjeet virheellisen kappaleen löytymiselle. Virheellisen kappaleen löytyminen aiheuttaa usein aikaisemman tuotannon läpikäymistä, ja siksi ohjeistuksen pitää olla riittävän pätevä. Tarkastajien pitää osata toimia ohjeiden perusteella oikein esim. yövuorossa, jolloin laadunohjaajien ammattitaitoa ei välttämättä ole käytettävissä. Tarkastuksen ohjeissa voidaan ohjeistaa myös toiminta tilanteessa, jolloin havaittu virhe ei aiheuta tuotteiden hylkäämistä, mutta vaatii kuitenkin pidemmällä tähtäimellä toimenpiteitä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi muotin sisäpinnoilla havaitut purseet, jotka eivät aiheuta pieninä määrinä ongelmia mutta ajan mittaan kasvaessaan tulevat aiheuttamaan hylkäyksen. Periaatesääntö on, että mitään systemaattisia virheitä ei sallita, vaikka ne olisivat asiakkaan vaatimusten ja spesifikaatioiden sallimia. Käytännössä tämän säännön noudattaminen on vaikeaa, koska muottiteknisesti on mahdotonta rakentaa muotti, jossa liikkuvilla osilla olisi nollatoleranssit.

Pakkaamisesta pitää olla ohjeistettuna pakkausmuoto, pakkauksen koko ja kappalemäärät pakkauksissa. Myös pakkausmateriaalien tuotekoodit voivat olla mainittuna, jos sekaannuksen vaara on olemassa. Valmiiden pakkausten käsittely on hyvä ohjeistaa. Jos valmiisiin pakkauksiin tulee erillisiä tuotetietotarroja tai seurantalomakkeita, niistä on pakkausohjeissa oltava maininta ja tarvittaessa ohjeet, mistä löytyy ja miten täytetään.

3.5.6 Erityisohjeet

Erityisohjeina voi tarkastusohjeen takasivulle mainita muut tarpeelliset ohjeistukset. Matkapuhelimen osien käsittelyssä on lähes poikkeuksetta käytettävä käsineitä ja tämä on hyvä mainita tarkastusohjeessa. Samoin monet tuotekohtaiset lisätarkastukset tai muut ohjeet voidaan kirjoittaa takasivun erityisohjeisiin.

4 TARKASTUSOHJEET KÄYTÖSSÄ

Tarkastusohjeita käytetään lähestulkoon kaikkien muoviosien tuotannossa. Tarkastusohje on helppo ja tehokas tapa ohjeistaa tuotteiden laatukriteerit ja ongelmakohdat uusille tarkastajille tai uusille tuotteille. Tarkastusohjetta ei luonnollisestikaan ole tarkoitus tuijottaa jokaisen tarkastettavan kappaleen kanssa vaan laaduntarkastajilla pitää olla ammattitaito muovituotteiden tarkastamiseen omien havaintojen perusteella. Tarkastusohje pitää olla kaikkien nähtävillä tuotannossa, jolloin siitä voidaan ongelmatilanteissa varmistaa, mitkä ovat asiakkaan vaatimukset. Oikea paikka tarkastusohjeen säilyttämiselle on tuotekansio.

Asentajat käyttävät tarkastusohjetta aloittaessaan tuotannon. Tuotannon aloituksessa on erittäin tärkeää tarkistaa työohjesivun ohjeet ja mitata kappale ohjeiden mukaan.

Laadunohjaajan vastuulla on ylläpitää tuotekansioita jokaiselle tuotteelle. Tuotekansio on tavallinen A4-kokoisille papereille tarkoitettu mappi. Tuotekansioissa säilytetään kaikki tuotetta koskeva dokumentaatio, kuten tuotekuvat, laatusuunnitteludokumentit, tarkastusohjeet, reklamaatioiden kopiot ja mallikappaleet. Mallikappaleita voi säilyttää myös niille varatussa erillisessä lokerikossa, koska isommat kappaleet eivät mahdu vaurioitumatta tavallisen kansion väliin.

Laadunohjaajan on hyvä perustaa tuotannolle oma tuotekansio jokaiselle tuotteelle. Näissä tuotannon tuotekansioissa säilytetään kaikki tuotetta koskevat tiedot, joita asentajat tai tarkastajat saattavat tarvita. Väliaikaisesti tarkastusohje voi olla tarkastajien käytössä tarkastuspisteissä mutta sen säilytyspaikka on tuotekansio.

5 MALLIKAPPALEET

Tarkastusohjeiden kanssa käytetään erilaisia mallikappaleita. Tarkastusohjeen kuva ei aina voi kertoa katsojalleen kaikkea kappaleesta, ja siksi mallikappaleet ovat välttämättömät. Mallikappaleet ovat aina asiakkaan tai vähintään laadunohjaajan hyväksymiä. Mallikappaleissa pitää aina olla selkeä merkintä, mikä malli on kyseessä, mahdollinen tarkempi kuvaus mallin tarkoituksesta, päiväys ja mallin hyväksyjän puumerkki. Yleisimmin käytettyjä malleja ovat vertailu-, virhe- ja rajamallit.

5.1 Vertailumalli

Tarkastusohjetta täydentää vertailumalli. Laadunohjaaja valitsee vertailumalliksi tyypillisen hyväksyttävän kappaleen eli tuotteen, joka edustaa hyväksyttävää keskivertotasoa. Laadunohjaaja merkitsee vertailumallin lapulla, josta ilmenee seuraavat tiedot: Vertailumalli-teksti, tuotteen nimi, tuotekoodit, päivämäärä sekä allekirjoitus. Vertailumallit ovat tuotannon vapaassa käytössä olevia malleja, joiden mukaisesti tehty tuotanto kelpaa asiakkaalle. Vertailumallien säilytyspaikka on tuotannon tuotekansiossa tai erillisessä malleille varatussa lokerikossa. Vertailumalliksi ei pidä valikoita mahdollisimman moitteetonta kappaletta, koska silloin ylilaadun tekeminen on riskinä. Ruiskuvaletuissa kappaleissa on aina virheitä. Liian tiukat laatuvaatimukset tai normaalia tuotantotasoa paremmat vertailumallit aiheuttavat hyvien kappaleiden hylkäämistä eli ylilaatua, joka ei ole taloudellisesti kannattavaa.

5.2 Virhemalli

Virhemalli tehdään aina esittämään vain tuotteessa olevaa virhettä. Virhemallien käyttö on perusteltua silloin kun tuotteissa on havaittu sellainen virhe, jota ei ole tarkastusohjeiden ja vertailumallien perusteella saatu poistettua. Virhemallit voidaan myös tehdä tiedossa oleville virheille koulutustarkoituksessa eli uusien tuot-

teiden virheiden opettamiseksi tarkastajille. Virhemallit ovat helppokäyttöisiä, mutta niiden tekemisessä ja käytössä on riskinsä. Vaarana on, että tarkastajat eivät uskalla tehdä omatoimisesti päätöksiä vaan virhemallia käytetään jatkuvasti jokaisen kappaleen kanssa, mikä taas hidastuttaa tuotantoa huomattavasti.

5.3 Rajamallit

Rajamallit ovat tavallaan virhemalleja. Rajamallien avulla vedetään raja jollekin virheelle sallimalla virhe mallin mukaiseen virheeseen asti. Rajamallien käyttöä tulisi kuitenkin välttää, koska ne hidastuttavat tuotantoa, ja käytännössä virhettä pitäisi verrata koko ajan rajamalliin. Lähtökohtana voidaankin pitää, että ennen kuin rajamalleja tehdään, pitää virhe pyrkiä poistamaan tai pienentämään sitä selvästi sallitulle tasolle muotteja, prosessiparametreja tai tuotanto-olosuhteita korjaamalla.

6 LAADUNOHJAAJAN VELVOLLISUUDET

Kuten aikaisemmin on tullut huomattua, laadunohjaajalla on paljon velvollisuuksia työssään. Tarkastusohjeiden tekeminen ja ylläpitäminen on vain osa laatusuunnittelua, mutta erittäin tärkeä osa hyvin toimivaa massatuotantoa.
Laadunohjaajan onkin ennen tuotannon alkua muistettava ensimmäisistä koeajoista lähtien kerätä mallikappaleita ja arkistoida ne asiaan kuuluvilla merkinnöillä varustettuna. Näillä mallikappaleilla haetaan asiakkaalta hyväksyntä ja samoista kappaleista tehdään ensimmäiset vertailumallit.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli saada aikaiseksi pohja hyvän ja selkeän tarkastusohjeen tekemiseen. Foxconnilla ei tarkastusohjeen tekemiseen ole ollut aikaisemmin mitään ohjetta tai pohjaa ja tuotannossa käytössä olevat tarkastusohjeet ovatkin olleet jokaisen laadunohjaan omien mieltymysten mukaan tehtyjä. Tätä työtä varten on haastateltu sekä laadunohjaajia että tuotannon tarkastajia joiden kommenttien perusteella tarkastusohjeen sisältöä on muokattu.

Tuloksena on ohjeistus esimerkkeineen, jonka perusteella Foxconnin ruiskupuristustuotannon tarkastusohjeiden päivittäminen on aloitettu. Kaikissa tulevissa projekteissa tullaan käyttämään tätä uutta pohjaa. Tätä opinnäytetyötä voivat laadunohjaajat ja vuorovastaavat käyttää ohjeena laatiessaan tarkastusohjeita. Tarkastusohjeille ei ole olemassa mitään tarkkaa ohjeistusta tai standardia, jonka mukaan ne pitää laatia. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin antaa riittävät valmiudet ja tiedot hyvän tarkastusohjeen tekemiselle. Tätä opinnäytetyötä voi käyttää ohjeena myös muiden alojen tarkastusohjeiden laadintaan.

Tarkastusohjetta tehdessä on jokaisen muistettava se, että ohje tehdään ihmisille ja siksi ohjeiden pitää olla yksiselitteisiä ja selkeitä. K.I.S.S-akronyymi päteekin tarkastusohjeen tekemiseen paremmin kuin hyvin; Keep It Simple, Stupid.

LÄHTEET

AJ Marttila Koulutuspalvelut. Eimo Oyj Laatusuunnittelukoulutus -kansio.

Foxconn toimintaohje. UT04 -Laatusuunnittelu.

Lillrank, P. 1999. Laatuajattelu: Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Keuruu: Otava.

Partanen, T., Tulonen, J., Kettunen, L., Orpana, A. & Peltomaa, J. 2000. Ramp-Up -TUOTANNON YLÖSAJO. Raportti ruiskuvaluyritysten nykyisistä toimintatavoista. Itä-Suomen muovi-metalli keskus. Pro Muovi-teknologiaohjelman julkaisu nro 14.

Punkari, P. 2004. Digifotokoulu. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

Stamatis, D. H. 2003. Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. 2nd edition. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.