

Jaani Harju

KOORDINAATTIMITTAUSKONEIDEN MITTADATAN  
SIIRTÄMINEN LAADUNHALLINTAOHJELMAAN

Tuotantotalouden koulutusohjelma  
2017

## KOORDINAATTIMITTAUSKONEIDEN MITTADATAN SIIRTÄMINEN LAADUNHALLINTAOHJELMAAN

Harju, Jaani  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Toukokuu 2017  
Ohjaaja: Kivi, Karri  
Sivumäärä: 33

Asiasanat: laatu järjestelmät, koordinaattimittaus, tilastomenetelmät

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka koordinaattimittauskoneiden tuotama mittausdata saadaan siirretyksi laadunhallintaohjelmaan Oras Groupissa. Laadunhallintaohjelma, Babtec.Q, otettiin konsernissa käyttöön keväällä 2015. Ohjelman käyttö aloitettiin mittalaitteiden rekisteröinnillä ja kalibroinnilla sekä tietojen siirrolla ohjelmaan. Tämän jälkeen aloitettiin osien mittaaminen vastaanottotarkistuksessa. Ensimmäiset tuotanto-osastot ohjelman käytössä olivat ruiskuvalu ja koneistus. Tässä vaiheessa kaikki tallennettu data tuotettiin käsimittavälinein. Selvitys aiheelle tuli ajankohtaiseksi, kun haluttiin liittää koordinaattimittausdata osaksi Babtec.Q-ohjelmaa tilastointia varten. Tähän mennessä koordinaattimittaukset oli tilastoitu Mitutoyon MeasurLink7-tilastointiohjelmaan. Projekti suoritettiin tammikuun 2017 ja maaliskuun 2017 välisenä aikana.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa selvitettiin laadunhallintaa, laadunvarmistusta, laadunhallintajärjestelmiä, tilastollisia menetelmiä ja tilastollista prosessinohjausta. Tilastollisessa prosessinohjauksessa esiteltiin analyysityökaluja, kuten valvontadiagrammia, histogrammia ja todennäköisyyskuvaajaa. Lisäksi tutkielmassa kuvattiin koordinaattimittaukseen, koordinaattimittauskoneita sekä ohjelmistoja. Ohjelmistoja olivat Mitutoyon mittausohjelma MCOSMOS3, MeasurLink7, Babtec.Q sekä tiedonsiirtoformaatti Q-DAS.

Projektin aikana tutkittiin eri ohjelmien toimintoja. Ohjelmille tehtiin määrittämiä joiden avulla koordinaattimittausdatan siirtäminen Babtec.Q-ohjelmaan olisi mahdollista. MCOSMOS3-ohjelmassa osalle valittiin tilastoitavat mitat, jotka tallennetaan MeasurLink7-ohjelmaan. MeasurLink7-ohjelmassa tehtiin määrittämiä siten, että koordinaattimittausdata saadaan tallennettua Q-DAS-tiedostona haluttuun tallennuspaikkaan. Babtec.Q-ohjelmassa määritettiin osien koordinaattimittauksille omat tarkastusohjeet ja tarkastusasema. Tarkastusaseman asetuksien avulla Babtec.Q osaa haakea mittausdatan tallennuspaikasta.

Koordinaattimittaukset saatiin onnistuneesti siirrettyä Babtec.Q-ohjelmaan. Tulokset eivät siirry vielä automaattisesti ohjelmaan, vaan tarkastus täytyy käydä aktiivisena ensin. Babtec.Q-ohjelmaan on kuitenkin tulossa päivitys järjestelmään, joka mahdollistaa tulevaisuudessa Q-DAS-tiedoston automaattisen siirtymisen ohjelmaan.

# TRANSFERRING MEASUREMENT DATA OF COORDINATE MEASURING MACHINES INTO QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Harju, Jaani

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Industrial Management

May 2017

Supervisor: Kivi, Karri

Number of pages: 33

Keywords: quality systems, coordinate measurement, statistical methods

---

The purpose of this thesis was to find out how a measurement data of coordinate measurement machines can be transferred into quality management system in Oras Group. Quality management system Babtec.Q was brought into use in spring 2015 in concern. It was first used in registration and calibration of measuring instruments and by adding data into program. After that, parts measuring started in incoming goods inspection. First production departments using the program was machining and injection molding. At this point all saved data was produced only by handheld measuring instruments. Clarification for the thesis became topical when coordinate measurement data wished to become part of Babtec.Q for statistical purpose. Currently the data was saved into statistical system Mitutoyo MeasurLink7. The project was executed between January and March 2017.

In theoretical part of the thesis was explained about quality management, quality assurance, statistical methods and statistical process control. In statistical process control was introduced analysis tools as control chart, histogram and probability grid. In addition, in the thesis was described coordinate measurement, coordinate measurement machines and systems like Mitutoyo MCOSMOS3, MeasurLink7, Babtec.Q and file transfer format Q-DAS.

During the project, different functions of systems was tested. Transferring coordinate measurement data into Babtec.Q was made possible by configuring systems. In MCOSMOS3 was selected measurements of part which will be saved into MeasurLink7. MeasurLink7 was configured in such way that the coordinate measurement data can be saved into storage location as Q-DAS file. In Babtec.Q, for the coordinate measurements of parts was made own inspection plans and inspection station. After configuring inspection station options Babtec.Q can get measuring data from the storage location.

Coordinate measurement data were successfully transferred into Babtec.Q. The data doesn't transfer automatically into system yet. The inspection must be activated before that is possible. Babtec.Q is getting an update in the future which enables Q-DAS file data transfer automatically into system.

## LYHENTEET JA TERMIT

Babtec.Q	Laadunhallintaohjelma
CMM	Koordinaattimittauskone
Mittakone	Koordinaattimittauskone
CMM-data	Koordinaattimittauskoneiden mittadata
Käsimittaus	Käsimittavälinein tapahtuva mittaus
Tulkkaus	Tulkkien avulla tapahtuva mittaus
CAQ	Computer-aided quality
DIN	German Institute for Standardization, saksalainen standardointi-instituutti.
MCOSMOS3	Mitutoyon koordinaattimittauskoneiden käyttöohjelma
MeasurLink7	Mitutoyon tilastointiohjelma
PDF	Probability Density Function, todennäköisyysfunktio
SPC	Statistical process control, tilastollinen prosessinohjaus
OGP	Videomittauslaite
CAD	Computer-aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
TQM	Total Quality Management, kokonaisvaltainen laatujohtaminen

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Oras Group.....	6
1.2	Oraksen nykytilanne laadunvarmistuksessa .....	6
1.3	Tavoitteet .....	7
1.3.1	Riskit .....	7
2	LAADUNHALLINTA.....	8
2.1	Laadunvarmistus.....	8
2.1.1	Laadunhallintajärjestelmät .....	9
2.2	Tilastolliset menetelmät ja tilastollinen prosessinohjaus.....	10
2.2.1	Valvontadiagrammi .....	11
2.2.2	Histogrammi .....	12
2.2.3	Todennäköisyyskuvaaja .....	13
3	KOORDINAATTIMITTAUS.....	14
3.1	Koordinaattimittauskoneet.....	14
4	MITTAUSOHJELMAT, LAATUOHJELMA JA Q-DAS .....	16
4.1	MCOSMOS3.....	17
4.2	MeasurLink7 .....	17
4.3	Q-DAS .....	18
4.4	Babtec.Q.....	19
5	OHJELMIEN MÄÄRITYKSET CMM-DATAN SIIRRON MAHDOLLISTAMISEKSI .....	20
5.1	MCOSMOS3-määrittelykset.....	21
5.2	MeasurLink7-määrittelykset .....	22
5.3	Babtec.Q-määrittelykset.....	24
5.3.1	Tarkastusasema.....	24
5.3.2	Tarkastusohje .....	26
5.3.3	Analyysimoduuli .....	28
6	YHTEENVETO .....	29
6.1	Kehittämismahdollisuudet .....	30
	LÄHTEET.....	32

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Oras Group

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Oras Group, johon kuuluu kaksi vahvaa brändiä, Oras ja Hansa. Näiden kahden brändin muodostaman konsernin omistaa perheyhtiö Oras Invest. Henkilöstöä konsernissa on noin 1400. Konsernin pääkonttori sijaitsee Raumalla, toimistot Raumalla ja Stuttgartissa sekä tehtaat Burglengenfeldissä, Kralovicessa, Olesnossa ja Raumalla. Oras Groupin markkinoiden pääpaino on Euroopassa; Hansa-tuotteet Länsi- ja Keski-Euroopassa ja Oras-tuotteet Pohjois- ja Itä-Euroopassa. (Oras www-sivut 2017)

Oras Groupin visiona on olla kehittyneiden vesikalusteiden markkinajohtaja Euroopassa sekä parantaa veden helppokäyttöisyyttä ja ekologisuutta. Perinteisten käyttäjävälisistä tuotteiden lisäksi konsernin erityisosaamista on innovatiivisten älyhanojen kehittäminen ja valmistus. (Oras www-sivut 2017)

## 1.2 Oraksen nykytilanne laadunvarmistuksessa

Oras Groupissa otettiin käyttöön keväällä 2015 Babtec.Q-laadunhallintaohjelma. Ohjelman hankinnan perusteena on ollut se, että saataisiin kaikki laadunhallintaan liittyvät tapahtumat yhteen paikkaan ja yksi yhteinen ohjelma konsernille. Lisäksi tarkoituksena on, että jatkossa konsernissa käytössä olevat ohjelmat ja järjestelmät niin sanotusti keskustelisivat paremmin keskenään.

Babtec.Q-ohjelmassa osien tarkastus on aloitettu käsimittauksin ja tulkkauksin koko konsernissa. Ensin Oraksella ohjelmaa alettiin käyttää vastaanottotarkastuksissa syksyllä 2015. Babtec.Q-ohjelmaan laadittiin tarkastusohjeet alihankkijoilta tuleville osille. Syksyllä 2016 ohjelma otettiin käyttöön koneistuksen puolella messinkiosien tulkkauksessa ja mittauksessa ja 2017 vuoden alussa muoviosastolla ruiskuvaluosien tulkkauksessa ja mittauksessa.

Koordinaattimittauskoneiden mittaukset suoritetaan Mitutoyon Crysta-Apex 9106 ja Euro C-776 -koordinaattimittauskoneilla sekä OGP-videomittauslaitteella. Mittaustulokset tallentuvat sähköisessä muodossa MeasurLink7-ohjelmaan. Lisäksi MCOSMOS3-ohjelmassa on määritetty niin, että mittaustuloksista lähtee myös raportti tulostemuodossa koneistukseen tai muoviosastolle. Toleranssiylityksissä raporttiin tulee asettajan tai esimiehen kuittaus.

### 1.3 Tavoitteet

Tähän mennessä on pystytty todentamaan, että koordinaattimittauskoneiden tuottaman mittaustuloksen, eli CMM-datan, siirtäminen Babtec.Q-ohjelmaan pitäisi olla mahdollista. Projektin tarkoituksena onkin selvittää, miten tämä tapahtuu. Tällä hetkellä tiedetään, mitä ohjelmia ja järjestelmiä tähän tarvitaan. Tarkoituksena onkin selvittää, minkälaisia määrittämiä tarvitsee tehdä näihin ohjelmiin. Kaikkein optimaalisin tilanne olisi, että mittaustulokset siirtyisivät automaattisesti Babtec.Q-ohjelmaan, kun mittauskone on mitannut kappaleen. Näin ollen CMM-dataan ei tarvittaisi manuaalisesti käydä siirtämässä Babtec.Q-ohjelmaan ja mittaustulokset olisivat aina ajan tasalla ohjelmassa. Lisäksi ajatuksena on, että ohjelmassa olisi vain pelkät mittaustulokset. Kaikki muu tieto, jota koordinaattimittauksessa tulisi, pysyisi edelleen MeasurLink7-ohjelmassa asiantuntijakäytössä.

Tarkoitus on myös selvittää, onko Babtec.Q-ohjelmassa mahdollista laittaa CMM-datan yhdessä tulkittavien mittojen ja käsimittojen kanssa samaan tarkastusohjeeseen, vai pitääkö niistä olla erilliset ohjeet. Tällä hetkellä Babtec.Q-ohjelmaan on luotuna ainoastaan tarkastusohjeet käsimittoille ja tulkkauksille.

#### 1.3.1 Riskit

Projekti sisältää aikataulullisesti riskejä. Mikäli CMM-datan siirtäminen automaattisesti vaatii sen, että Babtec joutuu tekemään muutoksia omaan järjestelmäänsä, niin se todennäköisesti tulisi viemään aikaa. Näiden muutosten toteuttaminen aikataulun puitteissa voi olla haasteellista. Lisäksi, projektin aikana voi ilmetä ongelmia, joiden selvittämiseen tarvittaisiin vastausta Babtecin tukipalvelusta. Vastausajat voivat kestää

päivästä viikkoihin, sillä yrityksellä on monta asiakasyritystä ympäri Eurooppaa. Tästä johtuen pyritään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa havaitsemaan, mikäli tarvitaan olla yhteyksissä Babtecin tukipalvelun kanssa projektin aikana.

## 2 LAADUNHALLINTA

Laadunhallintaan kuuluu vahvasti Total Quality Management, joka on keskinäistä yhteistyötä organisaatioissa ja liiketoimintaprosesseissa. Tämän tarkoituksena on tuottaa rahanarvoisia tuotteita ja palveluita, jotka kohtaavat ja toivon mukaan ylittävät asiakkaiden tarpeet ja odotukset. Laatu-sanaa voidaan kuvailla niin, että jokin asia on laatua, jos se täyttää sille asetetut vaatimukset. TQM on nykyään täysin asiakassuuntautunut, sillä asiakastyytyväisyys on koko ajan tärkeämmässä roolissa, kun puhutaan laadunhallinnasta organisaatioissa. Tämän vuoksi esimerkiksi reklamaatiot ovat tärkeitä, kun ajatellaan laadun parantamista. (Dale 2003, 3-10)

Laadukkaiksi asioiksi tuotteessa tai palvelussa koetaan seuraavia asioita: suorituskyky, kestävyys, helppokäyttöisyys, huoltomahdollisuus, hinta, ulkomuoto ja brändi. On myös todettu, että ihmiset ovat valmiita maksamaan enemmän tuotteesta tai palvelusta, jonka ovat havainneet laadukkaammaksi. Laatu on olennainen osa tuotetta tai palvelua. TQM kattaa tuotteisiin, palveluihin ja prosessien parannuksiin liittyvät kustannukset ja tuottavuuden sekä henkilöstön osallistumisen ja kehittämisen organisaatioissa. (Dale 2003, 12-15)

### 2.1 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksen tehtävä organisaatioissa on hallita prosesseja, taata jatkuvuus, selkeyttä rooleja ja vastuuta sekä havaita heikkoudet organisaation sisällä. Organisaatioissa on käytössä laadunvarmistuksen tukena ISO9000-standardi, joka on laadunvarmistuksen ja laadunhallinnan kansainvälinen standardisarja. Se tarjoaa luotetta-



vuutta siihen, että laatuvaatimukset täyttyvät organisaatioissa. Laadunvarmistuksen tulee olla olennaisena osana organisaation prosesseja ja toimintaa. Se vaikuttaa aina konsepti-ideasta lähtien lopputuotteeseen asti, sisältäen mm. asiakastarpeet ja -vaatimukset, suunnittelun, tuotannon, jakelun sekä huoltopalvelun myynnin jälkeen. Perusajatuksena on, että jokainen henkilö organisaation sisällä on omalla toiminnallaan vastuussa laadunvarmistuksesta. Laadunvarmistus tukee tätä toimintaa ja lisäksi voidaan käyttää erilaisia laadunhallintajärjestelmiä apuna. Organisaation laadunvarmistuksen toimivuutta voidaan tarkastella käyttämällä auditointiyrittäjästä. Nämä tutkivat organisaation toimintaa ISO9000-standardiin verraten. (Dale 2003, 261-262)

Organisaatioissa toiminnan selkeyttämiseksi määritellään laatupolitiikka ja asetetaan laatutavoitteet ISO9000-standardin pohjalta. Nämä auttavat organisaatiota käyttämään resurssejaan siten, että halutut tulokset saavutetaan. Laatupolitiikka edesauttaa asettamaan laatutavoitteet ja tarkastelemaan niitä. Laatutavoitteiden, laatupolitiikan ja jatkuvaan parantamiseen sitoutumisen tulee olla sidoksissa toisiinsa. Myös saavutusten mitattavuus tulee olla mahdollista. Laatutavoitteiden saavuttaminen voi vaikuttaa myönteisesti tuotteen tai palvelun laatuun ja toiminnalliseen tehokkuuteen. Myös sidosryhmien, kuten asiakkaiden tyytyväisyys ja luottamus voi parantua, joka vaikuttaa taloudelliseen suorituskykyyn. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2001, 12)

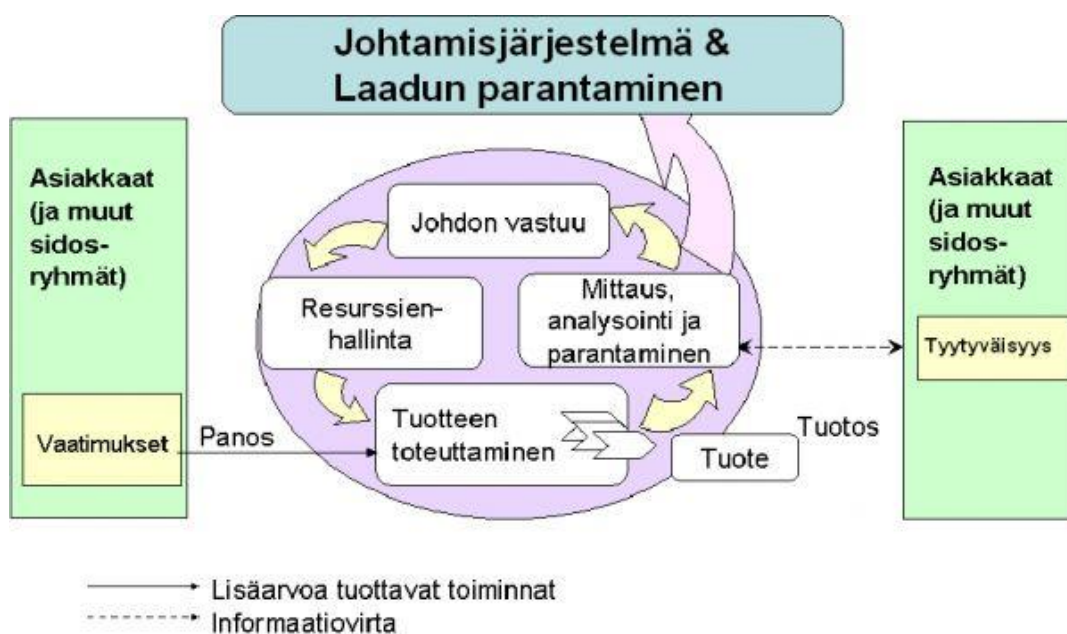
### 2.1.1 Laadunhallintajärjestelmät

Organisaatioissa laadunvarmistusta valvotaan usein jonkin laadunhallintajärjestelmän avulla. ISO9000-standardissa laadunhallintajärjestelmiä kuvataan järjestelmiksi, jotka ohjaavat laadunhallintaa organisaatiossa. Sen perimmäisenä tarkoituksena on varmistaa, että koko prosessin ajan käytetään samoja menetelmiä laadunvarmistuksessa. Järjestelmät helpottavat määrittelemään tarkat vaatimukset ja työohjeistukset sekä parantamaan kommunikointia eri osastojen välillä. (Dale 2003, 262)

Laadunhallintajärjestelmä voi sisältää seuraavia asioita: organisaation laatukäsikirja, työohjeet, tekniset tiedot ja suorituskyky menetelmät. Lisäksi järjestelmistä löytyy usein tietokanta, joka sisältää muun muassa lomakkeet, standardimallit, tuotepiirus-

tukset, viiteinformaation ja toimittajaluettelon. Laatukäsikirjassa kuvataan järjestelmän toimintoja, eri osastojen rakennetta ja vastuualueita sekä se tarkentaa käytäntöjä organisaatiossa. (Dale 2003, 262)

Laadunhallintajärjestelmä auttaa varmistamaan, että työntekijät tietävät tehtävänsä ja sen tarkoituksen. Lisäksi se antaa mahdollisuuden järjestelmän asiantuntijoiden tutkia ja tilastoida prosessin toimintaa. Laadunhallintajärjestelmän tulisi vaikuttaa kaikkiin organisaation tahoihin, kuten ostoon, myyntiin, tuotekehitykseen, tuotannosuunnitteluun, tuotantoon, varastointiin, jakeluun, laitteistoon ja huoltoon. Kun organisaatio pyrkii pitämään oman laadunhallintajärjestelmänsä ISO9000-standardissa esiteltävän mallin mukaisena, takaa se tehokkaat puitteet hallita ja jatkuvasti kehittää laatua organisaatiossa. (Dale 2003, 263)



Kuva 1. ISO9000-malli, laadunhallintajärjestelmän jatkuva parantaminen. (Quality Knowhow Karjalainen Oy www-sivut 2017)

## 2.2 Tilastolliset menetelmät ja tilastollinen prosessinohjaus

Laadunvarmistuksen yksi tutkituimmista alueista on automaattisten mittausmenetelmien varmistaminen tuotantoprosessissa. Nykyaikaisen laadunvarmistusstrategian

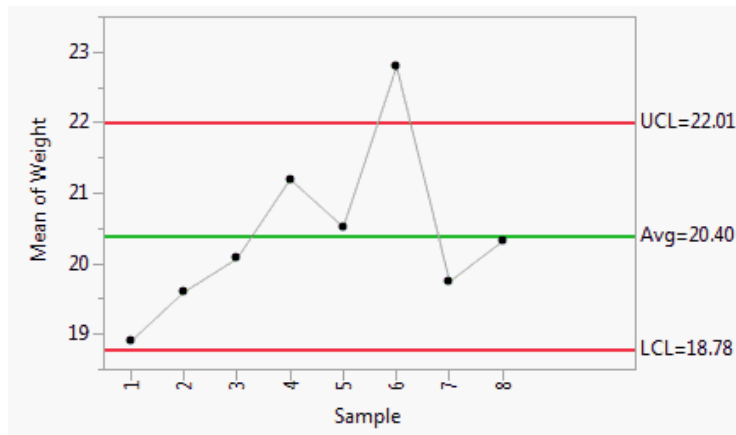
päätavoitteita on toiminnallisesti häiriötön ja laadunvarmistuksen kannalta hyväksyttäviä tuotteita aikaansaava valmistusprosessi. Tähän sisältyy prosessin integroitu mitaus, jolla tarkoitetaan automaattisten ja varhaisten tietojen, kuten tilatietojen, häiriötietojen ja laaduntuottokyvyn saantia arvioitavaksi. (Andersson & Tikka 1997, 74)

Laadunhallintajärjestelmässä organisaatio pystyy analysoimaan toimintaansa sekä täten hallitsemaan laadullisesti valmistusta ja tuotteita. Tällaiseen hallintaan päästään, kun tutkitaan ja analysoidaan kaikkea, jotka välittömästi tai välillisesti vaikuttavat valmistettujen tuotteiden tarkasteltaviin ominaisuuksiin. Näissä tilanteissa hyödynnetään SPC-pohjaisia menetelmiä, eli erilaisia analyysityökaluja, kuten valvontadiagrammia, histogrammia ja todennäköisyyskuvaajaa. (Andersson & Tikka 1997, 74-75)

Nämä SPC-menetelmät oikein sovellettuna ovat nykyisin välttämättömiä tuotantoprosessien ohjauksessa. Niiden ensisijainen tehtävä on havaita ja paikallistaa äkilliset virheet, joita aiheutuu tuotannossa yllättäen. Virheiden tulee olla prosessin valvojan hallittavissa. SPC:n tavoitteena on saada prosessissa sen tuottamat tuotteet täyttämään tietyt määrätyt rajat, eli toleranssit. SPC:n analyysityökaluja hyödyntämällä pystytään melko tarkasti arvioimaan prosessin käyttäytyminen ja suoriutuminen mitattujen tai laskettujen arvojen graafisen esityksen perusteella. (Andersson & Tikka 1997, 77-82)

### 2.2.1 Valvontadiagrammi

Valvontadiagrammi esittää tarkat mittaustulokset ja niiden vaihtelun. Sen avulla voidaan pintapuolisesti seurata ja hallita prosessia sekä havainnollistaa kehittämismahdollisuuksia. Valvontadiagrammista on se hyöty, että niistä näkee jo aikaisessa vaiheessa, jos mitta antaa virhelukemia. Näin ollen voidaan reagoida nopeasti tilanteeseen, eikä huonolaatuisia kappaleita pääse paljoa eteenpäin. Valvontadiagrammilla ei kuitenkaan pystytä laajempimittaiseen prosessin analysointiin. Sillä ei pystytä niin sanotusti kontrolloimaan prosessia syvällisemmin, eikä tarjoamaan ongelman tunnistamismahdollisuutta ajoissa. (Breyfogle 1999, 75-76)

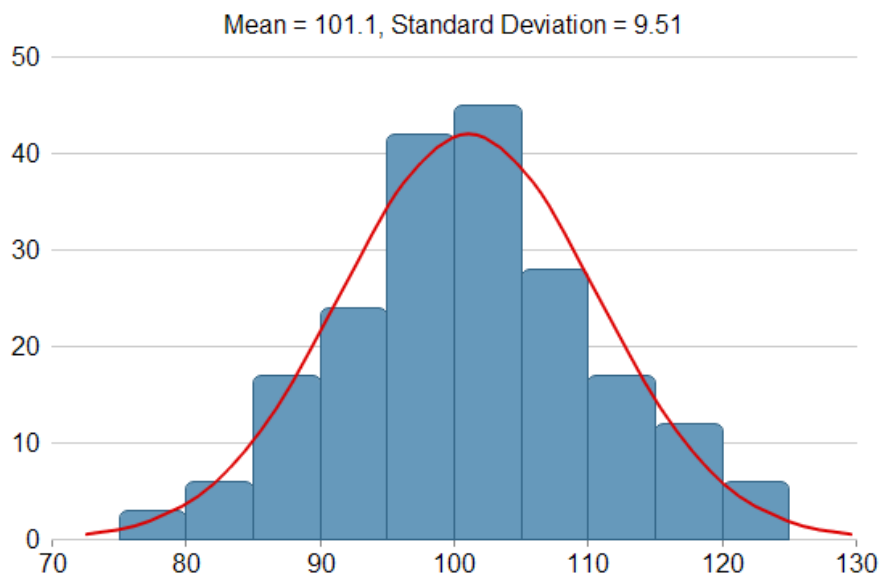


Kuva 2. Valvontadiagrammi-malli (JMP www-sivut 2017)

### 2.2.2 Histogrammi

Histogrammin avulla voidaan esittää dataa muodossa, joka visuaalisesti kuvaa mittaustulosten esiintymisen taajuutta. Histogrammi muodostuu sitä mukaa, kun mittaustuloksia tulee ja niitä on sen verran, että arvot voidaan esittää histogrammi-muodossa. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että arvojen pitää asettua johonkin luokkaan, jotta voidaan näyttää mittaustulokset histogrammina. Esimerkiksi, jos saadaan mittaustulokset 3.6 ja 4.15, niin ne sisältyvät luokkaan 4. Mittaustulokset 4.6 ja 5.15 puolestaan olisivat luokassa 5. Luokat esitellään kuvaajassa usein palkkeina. (Breyfogle 1999, 49-50)

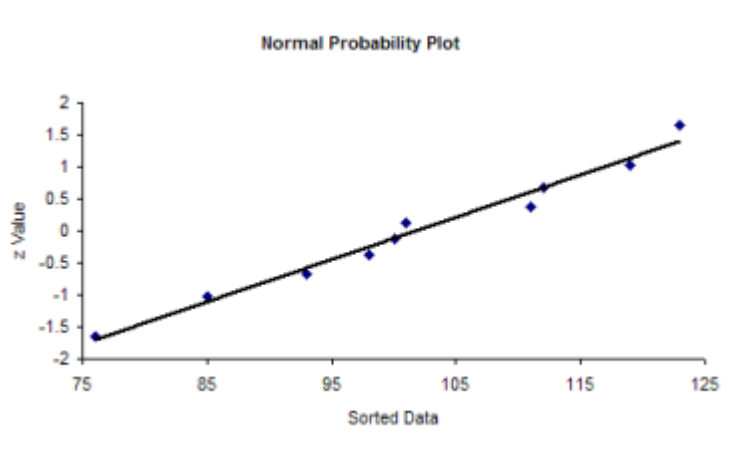
Histogrammin avulla pystyy tulkitsemaan visuaalisesti, mille alueelle mittausdata sijoittuu. Tästä pystyy arvioimaan, millä mitta-alueella mittaukset jatkossa tulevat olemaan mahdollisesti. Lisäksi histogrammi antaa selkeän kuvauksen siitä, kuinka laadullista työtä tehdään. Eli mikäli palkit ovat kuvaajassa asettuneet laajalle rintamalle, niin silloin nähdään mittaustuloksissa olevan hajontaa. Tämä kertoo sen, että laadussa voidaan parantaa. Mikäli puolestaan kuvaajassa on vain muutama korkea palkki, niin silloin tehdään niin sanotusti ylilaatua, joka tarkoittaa, että käytetään tarpeettoman paljon resursseja tämän mitan kohdalla. Optimaalisin tilanne on, jos histogrammiin piirtyvä käyrä on paraabeli.



Kuva 3. Histogrammi-malli (ChartDirector www-sivut 2017)

### 2.2.3 Todennäköisyyskuvaaja

Todennäköisyyskuvaajat ovat hyödyllisiä näyttämään visuaalisesti datan sijoittumisen jakaumaan ja ennustamaan datasta todennäköisyysfunktion tuntemattomia parametreja. Todennäköisyyskuvaajien perusajatuksena on, että data piirtyy todennäköisyysjakauman asteikolle suoraviivaisesti. Kun datan jakauma on huomioitu, laskelmat voidaan tehdä prosentuaalisina arvoina mittauksista. Tämä voi usein olla kuvaavampi tapa analysoida dataa kuin keskiarvolla tai keskihajonnalla. (Breyfogle 1999, 124)



Kuva 4. Todennäköisyyskuvaaja. (SPC for Excel www-sivut 2017)

### 3 KOORDINAATTIMITTAUS

Koordinaattimittaus on avaruudessa tai tasossa tapahtuvaa koordinaattien määrittämistä. Mittaus tapahtuu pääsääntöisesti koordinaattimittauskoneilla, mutta koordinaattimittauksia voidaan suorittaa myös erilaisten mittausjärjestelmien ja menetelmien avulla. Mittakoneessa on määritetty geometrisesti tarkka mekaaninen koordinaatisto. Mittakone sisältää luistit, joiden asema on tarkasti määritetty koordinaattiakselilla ja jotka liikkuvat mahdollisimman suoraviivaisesti ja kohtisuorasti toisiaan vasten. (Andersson & Tikka 1997, 226)

Koordinaattimittauksen tärkeimpiin sovellusalueisiin kuuluu geometristen toleranssien tarkastus. Koordinaattimittausten hyötynä on, että saadaan mittaustuloksia nopeammin ja tarkemmin verrattuna tavallisiin tasomittauksiin, kuten mittapala-asetelma ja mittakello. Lisäksi koordinaattimittauksilla pystytään tekemään mittauksia, joita ei muulla tavoin pystyttäisi tekemään. Mittakoneen anturien ansiosta mittaustulokset ovat automaattisesti sähköisessä muodossa. Tämän ansiosta mittakoneesta saadaan helposti tietojärjestelmän osa, joka on perusedellytys tilastollisen prosessinohjauksen kannalta. (Andersson & Tikka 1997, 227)

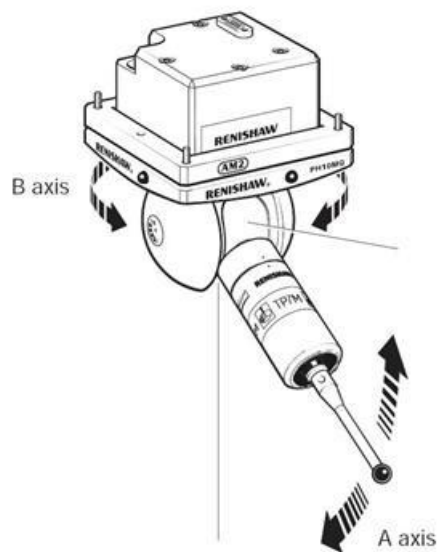
#### 3.1 Koordinaattimittauskoneet

Koordinaattimittauskoneet voidaan luokitella seuraaviin tekijöihin: Mittakone ja referenssikoordinaatisto (liikkeet, asteikot, NC-ohjain), mittauspää (mittausanturit, mittauskärjet ja optiset anturit), tietokone (verkko), mittausohjelmisto (mittaustulosten keruu, laskenta ja jatkokäsittely), kappaleohjelmat sekä raportointi. Mittauspää mitataan kappaleen, joko kosketuksella tai optisilla antureilla koskettamatta. Mittakone puolestaan kuljettaa mittauspää. Mittausohjelmiston avulla määritetään anturit rekisteröimään ja keräämään mitattavat pisteet ja edelleen siirtämään ne mittaustuloksiksi. Tulokset sovitetaan raportoitavaan muotoon. (Tikka 2009, 44-45)

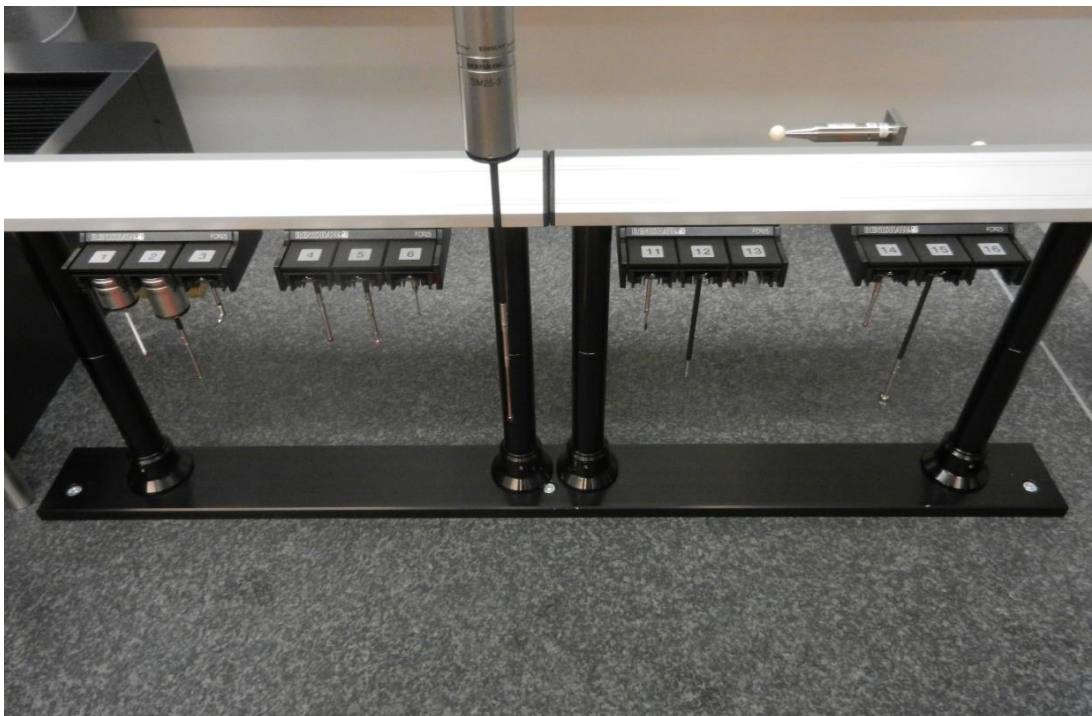
Mittakonetyyppejä on viisi erilaista: liikkuva ja kiinteä portaali sekä puomi-, pylvä- ja siltatyypit. Kaikkein yleisin näistä on kiinteä portaali, jossa on hyvä tarkkuus ja

käytettävyys. Tämä mittakoneytppi on erittäin mukautuvainen. Sillä pystytään hyödyntämään aina uusimpia mittauspäitä, mittaushjelmistoja sekä CAD-malleja. (Tikka 2009, 47-48)

Koordinaattimittauskoneiden rakenteita on useita. Usein mittakoneet perustuvat koh-tisuoraan toisiaan vastaan asetettuihin suoraviivaisiin liikkeisiin. Tästä muodostuu suorakulmainen referenssikoordinaatisto. Lisäksi käytetään myös pyöriviä akseleita. Pyörivää liikettä hyödynnetään koskettavien mittauskärkien ja laserantureiden ase-moinnissa, työkappaleen kiinnityksessä, suuntaamisessa ja mittaamisessa. Suoravii-vaisista liikkeistä ja kulmapöydistä koottu koordinaattimittauskone sisältää 4-6 akse- lia, jossa pyörivät liikkeet ovat integroitu ohjelmallisesti. Mittaus suoritetaan aina kap- paleen suorakulmaisessa XYZ-koordinaatistossa. (Tikka 2009, 61)



Kuvat 5 ja 6. Toinen Oraksella käytössä olevista mittakoneista Mitutoyo Crysta-Apex S 9106 sekä mittauskoneen mittauspää Renishaw PH10MQ. (Mitutoyo ja Renishaw www-sivut 2017)



Kuva 7. Crysta Apex -mittakoneessa oleva Renishaw FCR25 -anturiräkki, jossa erilaisia antureita. Mittauksen aikana mittauspää vaihtaa antureita sen mukaan, miten mitausohjelmassa on määritetty. Antureita on monia erilaisia, joka antaa mahdollisuuden mitata kappaleita hankalistakin paikoista.

#### 4 MITTAUSOHJELMAT, LAATUOHJELMA JA Q-DAS

MCOSMOS3 ja MeasurLink7 ohjelmien ja mittakoneen yhdistämisellä on tarkoitus selkeyttää rooleja mittausprosessissa. CMM mittaa kappaleen, MCOSMOS-ohjelmassa on määritetty mittautieto osaohjelmille ja MeasurLink tilastoi mitaustulokset. Näin ollen yhdelle ohjelmalle ei tarvita tallentaa kaikkea tietoa. Tiedot siirtyvät myös ohjelmasta toiseen mittausprosessin aikana.



#### 4.1 MCOSMOS3

MCOSMOS on Mitutoyon kehittämä ja patentoitu maailmanlaajuinen metrologian ohjelma, jonka avulla pystytään luomaan erilaisia mittauksia koordinaattimittauskoneille. MCOSMOS ja CMM ovat virtaviivaisesti sidoksissa toisiinsa ja ohjelmiston käyttöliittymät ovat tehty selkeiksi ja monikäyttöisiksi. MCOSMOS-ohjelma voidaan integroida usean eri applikaation kanssa, joiden avulla pystytään parantamaan mittauskoneiden luotettavuutta ja laadunhallinnan toimivuutta prosessissa. (Mitutoyo www-sivut 2017)

MCOSMOS3 sisältää nopean skannauksen sekä ohjelman muokkaamismahdollisuuden käyttäjän mieleiseksi. Ohjelmistossa käyttäjä voi itse määrittää raportointitavan. Esimerkiksi, mittaustulokset voi tulostaa tai raportoida toiseen ohjelmaan. MCOSMOS3 myös varoittaa käyttäjää mittaustilanteessa, mikäli anturi niin sanotusti törmää kappaleeseen. Näin voidaan välttyä anturien rikkoontumisilta. Lisäksi ohjelmistossa pystytään tekemään kappaleille omat osaohjelmat, joissa tehdään määritykset mitoille mittakoneen koordinaatistoon. MCOSMOS3 eroaa edeltäviin versioihin siinä, että raportointimahdollisuudet ovat tulleet joustavammiksi sekä skannaus on nopeutunut mittaustilanteissa. Ohjelma pystyy mittaustilanteessa ilmoittamaan nopeammin, jos jokin mitta ei ole toleranssialueella. (Mitutoyo www-sivut 2017)

#### 4.2 MeasurLink7

MeasurLink on Mitutoyon kehittämä mittausdatan tilastoimiseen tarkoitettu monipuolinen ohjelma. Se tarjoaa reaaliaikaisen mittausdatan ja kattavan raportointi mahdollisuuden. Tarkastusprosessit ja mittaustulokset myös kuvataan selkeästi. Ohjelma hyödyntää erilaisia analyysityökaluja, kuten valvontadiagrammeja ja histogrammeja. MeasurLink-ohjelman avulla voidaan laaja-alaisesti hallita prosessin parantamista sekä vikojen ennaltaehkäisevää toimintaa. Ohjelman pystyy helposti integroimaan MCOSMOS-ohjelmiston kanssa ja ohjelma pystyy hyödyntämään standardoituja tiedostomuotoja, kuten ASCII ja XML-pohjaisia tiedostomuotoja. (Mitutoyo ja MeasurLink www-sivut 2017)

MeasurLink-ohjelman mittausdatan keräys ei rajoitu ainoastaan CMM-mittauksiin. Ohjelma pystyy myös tilastoimaan mikrometriä, työntömittojen ja mittakellojen tuloksia. Lisäksi dataa voidaan kerätä miljoonille osille ja kaikki data arkistoidaan. Kuten MCOSMOS3:ssa, niin myös MeasurLink7:ssä raporttien muokkaamismahdollisuudet ovat laajat. (MeasurLink www-sivut 2017)



Kuva 8. MeasurLink:ssä raportoitua mittadataa analyysi-työkaluilla kuvattuna. (MeasurLink www-sivut 2017)

#### 4.3 Q-DAS

Q-DAS-tiedostot perustuvat Q-DAS ASCII tiedonsiirtoformaattiin, joka on vakiinnutunut paikkansa teollisuudessa standardoituneena formaattina. Tiedostotyyppin hyötynä on, että mittausdata voidaan sovittaa helposti erilaisten mittausjärjestelmien kesken. Yhtenäinen datamuoto helpottaa mittadatan varastoinnissa ja arvioinnissa. Lisäksi tiedostomuodon rakenne on yksinkertainen ja tallennustilaa säästävää. Dataformaatti sisältää kahdentyyppistä dataa; kuvauksellista tietoa ja arvotietoa. Niille on olemassa erilliset tiedostotyyppit, mutta myös yhdistetty tiedostotyyppi. Kuvauksellinen osuus tiedostossa on jaettu niin sanottujen avainkenttien (Kfield) avulla. Avainkentille on määritetty tietyt numerosarjat. Käyttäjällä on itse mahdollisuus päättää mitä avainkenttiä Q-DAS-tiedosto sisältää, mutta pakollisia tietoja ovat seuraavat: mitattavien kohteiden

kokonaismäärä tiedostossa (K0100), osanumero (K1001), osan kuvaus (K1002) ja mitatiedot (K2001 ja K2002). Q-DAS-tiedostot ovat tekstitiedostoja, jolloin niitä voidaan tarkastella useissa ohjelmissa. (Q-DAS www-sivut 2017)

#### 4.4 Babtec.Q

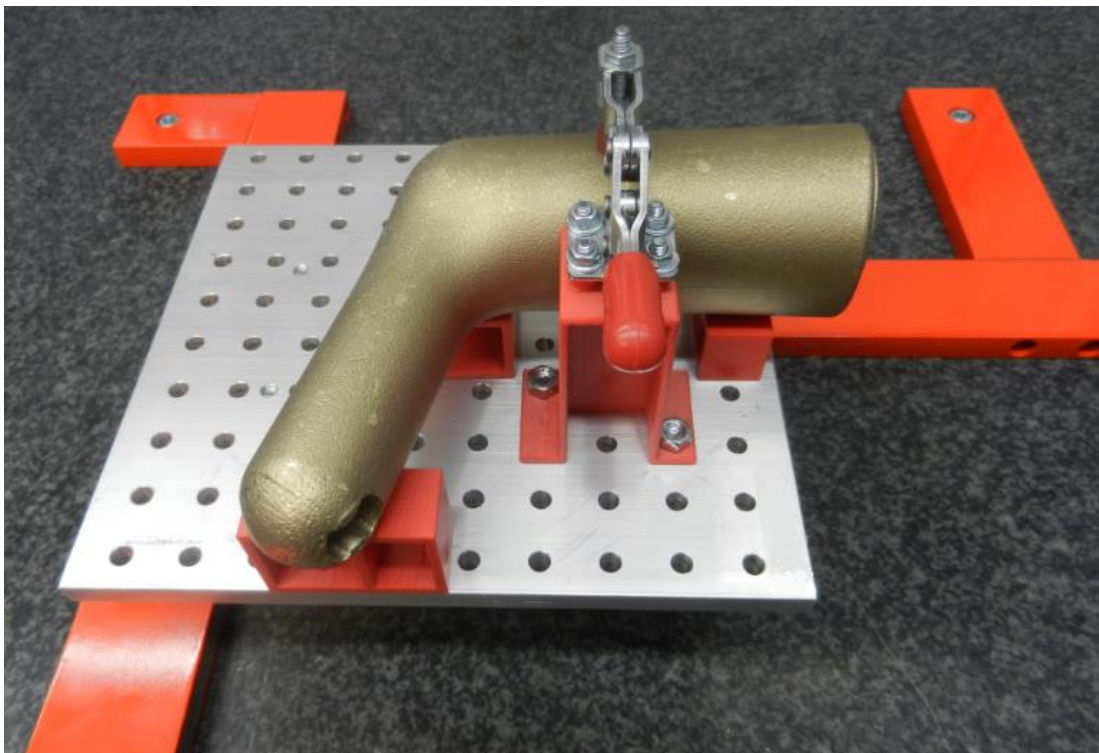
Babtec.Q on saksalaisen Babtec-yrityksen laadunhallintaohjelma, joka on ollut käytävissä vuodesta 1994 teollisuuden yrityksille. Babtec on erityisesti Keski-Eurooppalaisissa teollisuusyrityksissä suosiossa. Asiakasyritykset käyttävät Babtecin tarjoamia palveluita laatusuunnitteluun, laadunvarmistukseen ja laadunhallintaan. Babtecilla on myös laaja tukipalvelu käytössä, jotta asiakkaat voisivat olla mahdollisimman tyytyväisiä palveluun. Babtec käyttää sertifioitua ISO-9001:2008 standardia ja käyttää kaikkia laadunhallintajärjestelmille asetettuja sääntöjä ja vaatimuksia (DIN). (Babtec www-sivut 2017)

Ohjelma sisältää moduuleita, joita voidaan spesifioida asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Moduuleita ovat muun muassa tarkastusohjeet, tilaukset, tarkastukset ja tulkkien hallinta. Kaikki nämä moduulit ovat linkitettyinä toisiinsa. Esimerkiksi, kun osalle luodaan tarkastusohje. Ohjeisiin lisätään mitat, joille valitaan tulkki listasta, joka on luotuna tulkkien hallinnassa. Tarkastusohjeille luodaan tilaukset, jolloin tarkastus on mahdollista suorittaa tarkastus-moduulissa.

Lisäksi Babtec.Q-ohjelmassa on analyysityökalu, katalogit ja ylläpito. Analyysien avulla pystytään seuraamaan tarkastuksia ja tilastoimaan mittaustuloksia. Katalogeissa on muun muassa kaikki osatiedot ja tarkastusasemamääritykset. Tarkastusasemia luodaan esimerkiksi osastoittain organisaatiossa. Ylläpidossa pystytään määrittämään muun muassa ohjelman asetuksia ja käyttöoikeuksia. Babtec.Q-ohjelman hyötynä on, että sitä voi käyttää moni käyttäjä samanaikaisesti ja käyttäjämäärää ei ole rajoitettu, kuten monissa muissa ohjelmissa lisenssein.

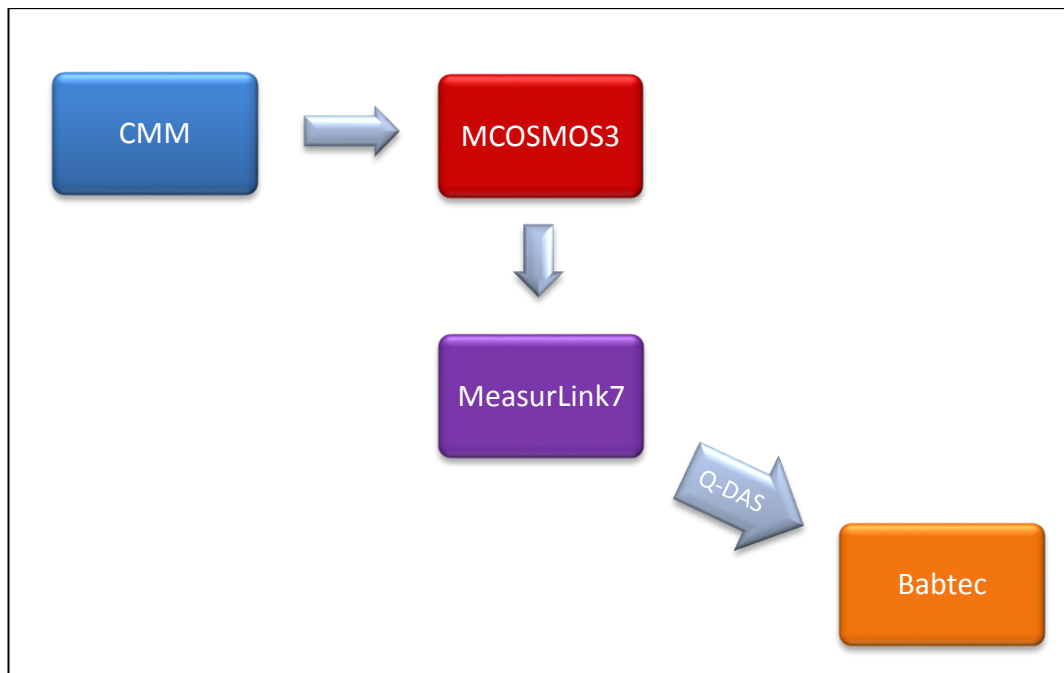
## 5 OHJELMIEN MÄÄRITYKSET CMM-DATAN SIIRRON MAHDOLLISTAMISEKSI

Koordinaattimittaukset suoritetaan kahdella koordinaattimittauskoneella, Mitutoyo Crysta-Apex 9106 ja Mitutoyo Euro C-776. CMM-datan siirtäminen Babtec.Q-ohjelmaan vaatii määrittämiä kaikista mittausohjelmista sekä Babtec.Q-ohjelmasta. Mitattavalle kappaleelle on luotu oma ”jigi” eli muotti, johon kappale asetetaan. Näin ollen kappale on aina samassa asennossa ja mittakoneen mitatessa anturi mittaa aina oikeasta kohdasta, eikä tule törmäyksiä.



Kuva 9. Juoksuputken runko asetettuna ”jigiin”, jonka muoviosat on tehty 3D-printteillä.

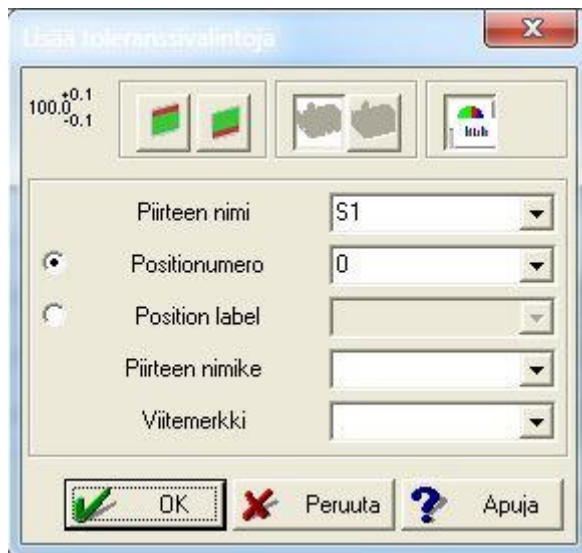
CMM-datan kohdalla ei ole kuitenkaan tarkoitus, että Babtec.Q-ohjelma korvaisi MeasurLink7-ohjelman mittatiedon tilastoinnissa. MeasurLink7 jäisi edelleen asiantuntijakäyttöön. Toisin sanoen Babtec.Q-ohjelmaan halutaan vain mittaustulokset. Testamalla on pystytty todentamaan, että ei ole järkevää laittaa käsimittauksia ja tulkkauksia tarkastusohjeeseen yhdessä CMM-mittausten kanssa. Näin ollen Babtec.Q-ohjelmaan tehdään määrittäykset siten, että tarkastusohje on yksinomaan CMM-mittauksille.



Kuvio 1. CMM-datan siirtämisen vaiheet

### 5.1 MCOSMOS3-määrittelykset

Mitattavalle osalle on luotu osaohjelma, joka sisältää kaiken tiedon, jonka avulla koordinaattimittauskone pystyy mittaamaan kappaleen. Osaohjelmaan on määritetty nollapiste, jonka ympärille on luotu XYZ-koordinaatisto. Jokaiselle mitatulle elementille on niin sanottu toleranssielementtinsä, jossa on mitan omat asetukset. Toleranssielementtiin on määritetty nimellisarvo sekä toleranssit. Asetuksissa aktivoidaan painike, joka mahdollistaa raportoinnin MeasurLink7-ohjelmaan. Lisäksi mitalle annetaan nimi, joka tulee näkyviin MeasurLink7-ohjelmassa mitan kuvauksessa. Tämä helpottaa jatkossa tunnistamaan, mikä mitta on kyseessä. Nämä edellä mainitut määrittelykset tulee tehdä jokaiselle mitalle erikseen kaikissa osaohjelmissa.

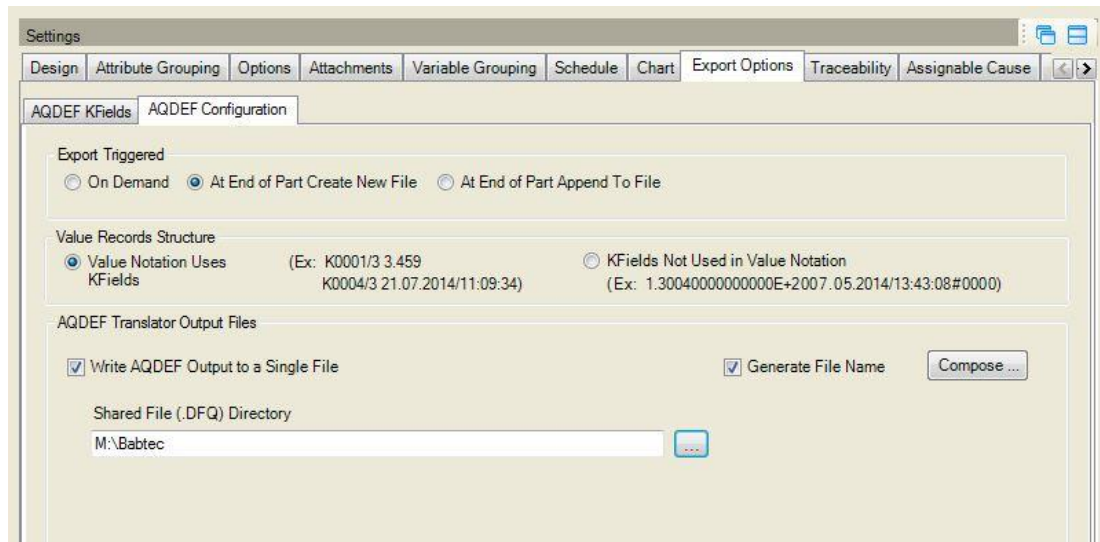


Kuva 10. MCOSMOS3 – osaohjelma. Toleranssielementin asetukset, jossa aktivoituna ”raportointi MeasurLink-ohjelmaan” -painike. Lisäksi mitalle on annettu nimi S1.

## 5.2 MeasurLink7-määritykset

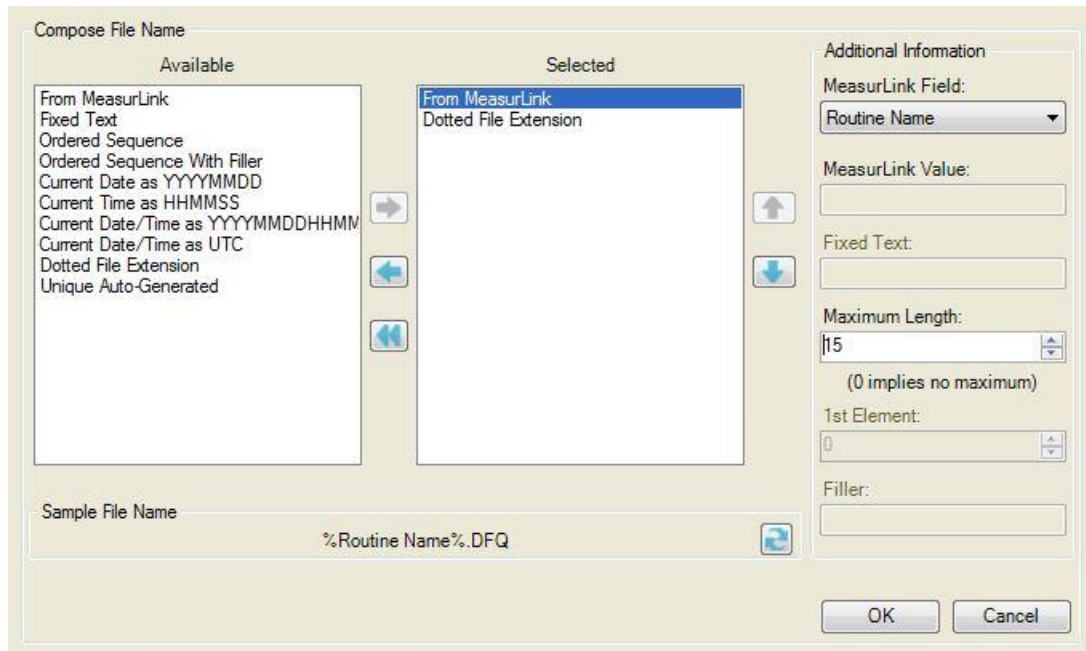
MeasurLink7-ohjelmassa löytyy osanumeroille tiedot arkistokansiosta, jossa määritellään asetukset osille tilastointia varten. Alussa tarkistetaan, että tilastointilähteeksi on valittu MCOSMOS. Täten linkitys MCOSMOS3-ohjelman ja MeasurLink7-ohjelman välillä on varmistettu. Tämän valinnan voi tehdä yksitellen osaohjelmille tai sen voi asettaa oletukseksi MeasurLink7-ohjelman asetuksissa.

MeasurLink7-ohjelman ja Babtec.Q-ohjelman väliset linkitykset määritellään osaohjelman vientiasetuksissa. Ensiksi pystytään valitsemaan ne Kfield-tiedot, joita Q-DAS-tiedosto tulee sisältämään. Tässä pystytään karsimaan tiedot, joita ei Babtec-ohjelmaan haluta siirtyvän. Vientiasetuksissa määritellään, mihin Q-DAS-tiedosto tallentuu aina kun mittaus suoritetaan. Valitaan asetuksiin siis niin sanottu kohdekansio, eli tallennuspaikka. On tärkeää, että kansioksi valitaan jokin sellainen, joka on kaikkien henkilöiden tiedossa, joita CMM-mittaukset tulevat koskemaan. Toisin sanoen mittausohjelmien ja Babtec-ohjelman käyttäjät, jotka CMM-datan siirtojen määrittäjiä tulevat tekemään, tietävät missä kansio sijaitsee järjestelmässä. Asetuksissa valitaan myös vaihtoehto, että käytetään Kfield-merkintöjä Q-DAS-tiedostossa, joka selkeyttää tiedoston luettavuutta.



Kuva 11. Osohjelman vientiasetukset. *Shared File (.DFQ) Directory* -kenttään valitaan Q-DAS-tiedoston kohdekansio.

Lisäksi määritellään, miten Q-DAS-tiedosto tullaan nimeämään. Nimeäminen määritellään tarkasti, jotta määriykset olisivat yhtenäiset eri ohjelmien välillä. Q-DAS-tiedoston nimenä tullaan käyttämään osanumeroa, jonka MeasurLink7 lukee automaattisesti MCOSMOS-ohjelmasta. Merkataan vielä tiedostonimen merkkien pituus, joka on aina yhden numeron isompi kuin osanumeron pituus. Tässäkin tulee olla tarkkana, että merkkien määrä on oikein, jotta tiedostonimi vastaa osanumeroa. Lopuksi valitaan vielä tiedostopääte-vaihtoehto, jolloin tiedoston nimen perään tulee Q-DAS formaatin oma tiedostopääte näkyviin. Näin ollen kohdekansiossa pystytään näkemään heti, että kyseessä on Q-DAS-tiedosto. Muulloin tiedostoa voidaan luulla tavalliseksi tekstitiedostoksi.



Kuva 12. Q-DAS-tiedoston nimeämisasetukset. Kuvassa tiedoston nimen kokonaispituudeksi on laitettu 15 merkkiä, jolloin osanumero on 14 merkkiä pitkä.

Jotta Q-DAS-tiedosto tallentuisi aina mittauksen jälkeen haluttuun kansioon, tulee tiedosto ensin viedä kansioon manuaalisesti. Tämä onnistuu ohjelmassa olevan ohjatun toiminnon avulla. Tässä käydään läpi osaohjelman vientiasetukset, joihin ei tarvitse tehdä muutoksia, koska asetukset määritettiin aiemmin. Kun toiminto on viimeistelty, Q-DAS-tiedosto ilmestyy kohdekansioon. Tiedosto ei sisällä mitään mittaustuloksia, vaan pelkästään mittatiedot (Kfield), eli mitat ja niiden kuvauksen. Tämän tiedoston avulla pystytään viemään osan mitat tarkastusohjeeseen Babtec.Q-ohjelmassa.

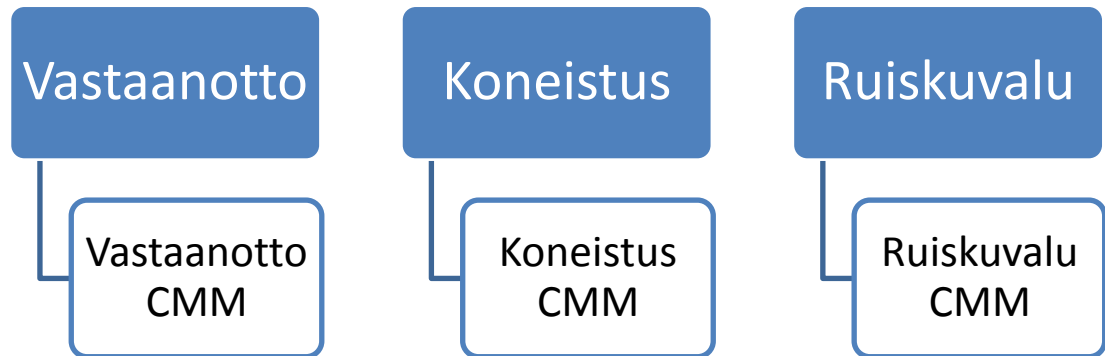
### 5.3 Babtec.Q-määriykset

#### 5.3.1 Tarkastusasema

Babtec.Q-ohjelmassa jokaiselle osastolle, kuten vastaanotolle, koneistukselle ja ruiskuvalulle on luotu omat tarkastusasemansa, joihin kuuluu vain käsimittaukset ja tulkaukset. Nämä ovat niin kutsuttuja alkuperäisiä asemia. Täten jokaisen osaston CMM-mittauksille luodaan oma tarkastusasema. Jokaiselle tarkastusasemalle on luotu oma tunnuksensa. Asemien tunnukset on määritetty siten, että CMM-mittauksille tarkoi-



tettu asema viittaa aina osaston alkuperäiseen asemaan. Esimerkiksi koneistuksen tarkastusaseman tunnus on 060, jolloin koneistuksen CMM-mittauksille luotu asema on 061.

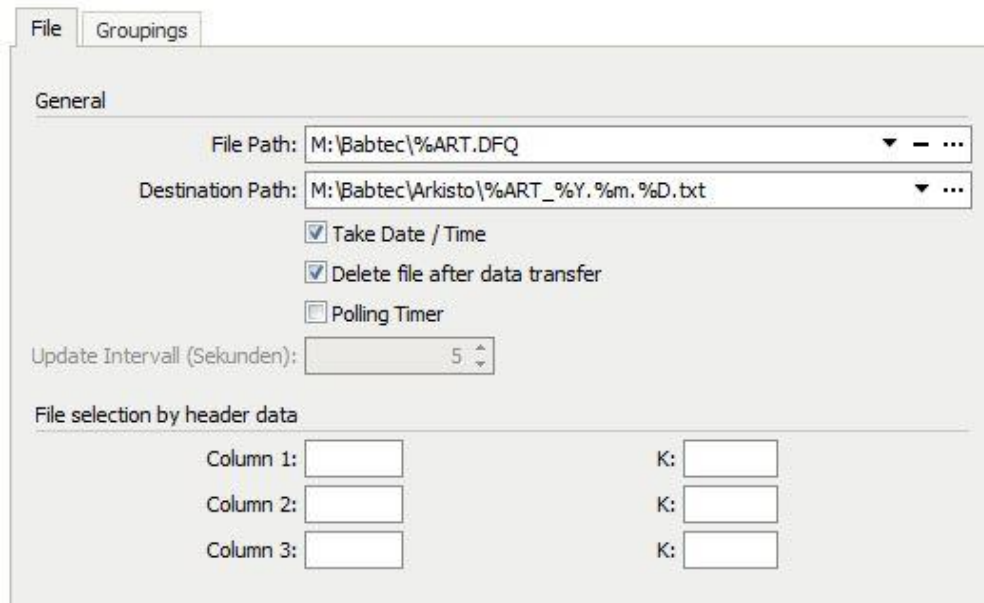


Kuvio 2. Tarkastusasemien rakenne Babtec.Q-ohjelmassa.

Babtec.Q-ohjelmaan on tehty määrytykset siten, että jokaisen osaston käyttäjät kirjautuessaan sisään ohjelmaan, kirjautuvat samalla omalle tarkastusasemalleen automaattisesti. Näin ollen osaston tarkastettavat osat ovat heti nähtävissä ohjelman tarkastusmoduulissa käyttäjälle. Tarkastusaseman saa kuitenkin helposti vaihdettua asemasta toiseen tarkastusmoduulissa, kuten esimerkiksi käsimittaus ja tulkkaus -aseman ja CMM-aseman välillä.

CMM-datan siirtämisen mahdollistamiseksi tarvitaan tehdä määrytyksiä tarkastusasemaan, jolle luodaan aluksi niin sanottu rajapinta. Babtec.Q-ohjelmassa on valittavissa valmis rajapinta-pohja Q-DAS-tiedostoille, johon määrytyksiä voidaan tehdä. Rajapintaan määritetään ensin, mistä Q-DAS-tiedosto haetaan. Tähän merkitään sama kohdekansio, joka valittiin MeasurLink7-ohjelmassa tiedoston siirtämistä varten. Tätä kutsutaan Babtec.Q-ohjelmassa tiedostopoluksi, johon merkataan tarkasti kohdekansion sijainti. Lisäksi tiedostopolkuun kohdekansion perään lisätään osanumero Q-DAS-tiedostopäätteellä. Osanumeron merkkaukselle on oma koodinsa Babtec.Q-ohjelmassa, jolloin ohjelma pystyy vastaanottamaan kaikkia Q-DAS-tiedostoja, osanumerosta riippumatta. Tarkastusaseman määrytyksiin on myös mahdollisuus lisätä niin sanottu arkistointipolku. Tämä edellyttää, että jonnekin tietojärjestelmään on luotuna kansio, johon Q-DAS-tiedosto arkistoidaan tarkastuksen jälkeen. Arkistointi on välttämätöntä, sillä ohjelma käyttää sitä raporttien datan haussa. Lisäksi sen avulla voidaan

säilyttää Q-DAS-tiedostot tekstitiedostoina myöhempää tarkastelua varten. Määrittäisiin tehdään myös valinta, että Q-DAS-tiedosto poistetaan aina tarkastuksen jälkeen. Näin ollen ei jää mahdollisuutta, että samat tulokset siirtyisivät uudelleen Babtec.Q-ohjelmaan. Lopuksi otetaan vielä käyttöön valinta, jossa Babtec.Q-ohjelma kopioi päivämäärän ja ajan Q-DAS-tiedostosta. Tällöin pystytään näkemään myös ohjelmassa, milloin mittaus on suoritettu.



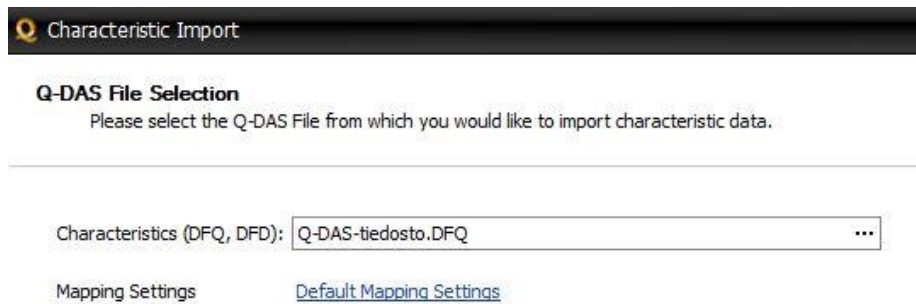
Kuva 13. Tarkastusasemaan lisättävät tiedot.

Tarkastusaseman rajapintaan tulee lisätä vielä koordinaattimittauskoneet. Ne lisätään ohjelman tulkkien hallinnasta, jonne ne ovat luotuna. Kun tarkastus aloitetaan ja määrittelyt ovat kunnossa, Babtec.Q-ohjelma tunnistaa käytettävän mittakoneen, jolloin mittauksien tulokset voivat siirtyä ohjelmaan.

### 5.3.2 Tarkastusohje

Tarkastusohjetta luotaessa osalle, valitaan ohjeeseen se tarkastusasema, joka oli tarkoitettu CMM-mittauksia varten. Tässä tarkastusasemassa oli luotuna rajapinta Q-DAS-määrittelyille. Mitat saa lisättyä automaattisesti ohjeeseen *Characteristic Import*-toiminnon avulla (kuva 13). Siellä valitaan osan Q-DAS-tiedosto kansioista, johon tiedostot tallentuvat MeasurLink7-ohjelman määrittelyjen mukaisesti. Lisäksi toiminnon avulla on mahdollisuus erikseen valita mitä mittoja halutaan tuotavan tiedostosta. Q-

DAS-tiedostoa tuotaessa tämä ei kuitenkaan ole tarpeen, sillä se sisältää kaikki tarpeelliset mitat tässä vaiheessa.



Kuva 14. Characteristic Import. *Characteristics (DFQ, DFD)* -kohtaan valitaan Q-DAS-tiedosto kohdekansiosista.

Babtec.Q-ohjelma tuo ohjeeseen ne tiedot, joita MeasurLink7-ohjelmassa oli Kfield-tietojen avulla määritetty. Tähän sisältyy kaikki mitat, joissa on kuvattu mitan nimi sekä mitan arvot. Ohjeeseen jokaisen mitan kohdalle tulee vielä lisätä mittalaitetyyppi manuaalisesti, jotta Babtec.Q-ohjelma tunnistaa millä laitteella mittaus tapahtuu, eli tässä tapauksessa koordinaattimittauskoneella. Tämän jälkeen tarkastusohje julkaistaan ja vapautetaan tuotannon käyttöön.

Babtec.Q-ohjelman tarkastus-moduulissa on tämän jälkeen luotuna osalle CMM-tarkastus. Kun tämä aktivoidaan, CMM-data siirtyy suoraan tarkastukseen. Se edellyttää kuitenkin, että mittaustulokset ovat Q-DAS-tiedostossa kohdekansiossa. Q-DAS-tiedostossa voi olla monta mittauskertaa osalle. Tulokset eivät korvaa edellisiä mittauksia, vaan ne ovat ajallisesti järjestyksessä tiedostossa. Tiedostossa näkee myös tarkan ajan, milloin mittaukset on suoritettu. Mittaustulokset siirtyvät Babtec.Q-ohjelman tarkastukseen myös järjestyksessä. Tästä on se hyöty, että ei tarvitse joka mittauksen jälkeen käydä siirtämässä CMM-dataa ohjelmaan.

Inspection Area: In-Production Inspection Characteristic: S1-CIRCLE-CORTLY [English]

Characteristic Note Image File Links

Characteristic: S1-CIRCLE-CORTLY [English]

Characteristic Type: Variable Characteristic Class: Failure Class: Major

Failure Group: Action Group: Gage Type: RAU-0100 CMM measuring machine

Measuring Parameter: MKPOS=2; Variable: Formula: Monitoring Profile:

Sample: 1

Tolerance Table: <No Selection> Product Specification: Unit: Decimal Places: 3

**Nominal Dimension:** 9.000 LSL: 8.600 USL: 8.800 LWL: UPL:

Kuva 15. Tarkastusohjeeseen siirtyvät tiedot Q-DAS-tiedostosta. *Gage Type* eli mittalaite lisätään jälkikäteen.

### 5.3.3 Analyysimoduuli

Mittaustuloksia pääsee tarkastelemaan Babtec.Q-ohjelman analyyseistä valitsemalla SPC-analyysin. Sieltä pystyy valitsemaan osanumeron perusteella tarkastettavan osan. Lisäksi voidaan valita jokin tietty aikaväli, jos ei haluta mittaustuloksia osasta koko ajalta. SPC-analyysiin sisältyy valvontadiagrammi, histogrammi ja todennäköisyyskuvaaja. Lisäksi mittaustuloksia pystytään tarkastelemaan vain lukuina. Silloin tulokset ovat lista-muodossa, jossa näkyy erinäisiä tietoja, kuten mittausajankohta, mittauksen suorittanut käyttäjä, mittausarvo sekä mittaustuloksen pätevyys. Myös tätä kautta näkee niin sanotun kommenttimerkinnän, eli jos mittaustuloksen yhteyteen on kirjoitettu jokin huomiointi.

Näiden analyysityökalujen avulla pystytään seuraamaan tuotteen laatua ja tekemään päätelmiä siitä, mihin suuntaan laatu on edennyt. Näistä analyysityökaluista hyödyllisimpänä voidaan pitää histogrammia. Se antaa pidemmällä aikavälillä parhaimman kuvan siitä mihin suuntaan mittaustulokset sijoittuvat mitta-alueella ja millä alueella

ne jatkossa tulevat olemaan. Valvontadiagrammista puolestaan näkee tarkat mittaustulokset sekä muutoksen edellisiin tuloksiin. Se on silloin hyödyllinen, kun halutaan tarkastella osan mittaustuloksia lähihistoriasta.

## 6 YHTEENVETO

Koordinaattimittauskoneiden mittausdata saatiin onnistuneesti siirrettyä Babtec.Q-laadunhallintaohjelmaan. Aiheesta laadittiin myös ohjeistus, jossa käytiin eri ohjelmien asetuksia vaiheittain läpi. Määritykset kuvattiin tarkasti askel askeleelta. Ohjeistusta testautettiin ensin henkilöllä, jolla on asiantuntemusta mittausohjelmista ja Babtec.Q-ohjelmasta. Sen jälkeen ohjeistusta testautettiin vielä henkilöllä, jolle mittausohjelmat ja Babtec.Q eivät ole tuttuja. Kumpikin henkilöistä sai ohjeistuksen avulla onnistuneesti siirrettyä CMM-datan Babtec.Q-ohjelmaan. Ohjeistus on englanninkielinen, sillä sitä on tarkoitus hyödyntää Rauman tehtaassa lisäksi muissa konsernin tehtaissa, kuten Puolassa ja Saksassa. CMM-mittaukset Babtec.Q-ohjelmassa on aloitettu ja jatkossa CMM-mittauksia aletaan lisätä ohjelmaan ohjeistuksen avulla.

CMM-datan siirtäminen Babtec.Q-ohjelmaan automaattisesti ei ole mahdollista, vaan Babtecin pitäisi tehdä muutoksia järjestelmäänsä. Babtec aikoo kuitenkin myöhemmin tämän toiminnon ohjelmaansa sisällyttää. Tämä tulee vaatimaan muutaman päivityksen järjestelmään, eli muutosta joudutaan jonkin aikaa odottamaan. Koska muutos tehdään koko järjestelmään, niin silloin se tulee myös olemaan kaikkien Babtecin asiakasyritysten käytössä.

Tulkkausten ja käsimittausten yhdistäminen CMM-datan kanssa samaan tarkastusohjeeseen on mahdollista, mutta ei kannattavaa. Tulkattavat mitat ja käsimitaukset pitää aina syöttää tarkastukseen ennen kuin CMM-data voi siirtyä tarkastukseen tai toisinpäin. Tulkkauksia ja käsimitauksia ei kuitenkaan yleensä tehdä samanaikaisesti CMM-mittausten kanssa. Näin ollen ei ole järkevää yhdistää näitä samaan ohjeeseen.

Projektin toteutukselle varattiin aikaa kolme kuukautta, joka osoittautui sopivaksi. Projekti oli aikataulutettu hyvin ja selkeästi. Aikataulullisia ongelmia syntyi, kun täytyi saada vastaus Babtecilta joihinkin kysymyksiin. Ei pystytty etäkäteän arvioimaan vastausaikaa Babtecilta. Projektin aikataulutuksessa oli kuitenkin varauduttu siihen, että Babtecilta jotain jouduttaisiin kysymään ja että se voisi viedä aikaa. Tässä tapauksessa vastausaika oli vain pari viikkoa, joten se ei estänyt projektin saattamista loppuun aikataulun sisällä. Ainoa mitä ei pystytty toteuttamaan projektin aikana oli CMM-datan siirtämisen automatisointi. Toimeksiantajan odotukset työlle täytyivät ja vaaditut asiat saatiin sisällytettyä projektiin onnistuneesti.

## 6.1 Kehittämismahdollisuudet

CMM-datan siirtämisen automatisointi on mahdollista, mutta se vaatii paljon muutoksia Babtecilta omaan järjestelmäänsä. Tulevaisuudessa tämä toiminto otetaan kuitenkin käytettäväksi ohjelmassa. Tästä on se hyöty, että mittaustulokset saadaan aina heti tilastoitua Babtec.Q-ohjelmaan, jolloin voidaan olla varma siitä, että ohjelmassa on ajankohtaiset mittaustulokset. Nykyisellä ratkaisulla täytyy määritellä, että kenen vastuulla on käydä tarkastamassa aika-ajoin, onko CMM-dataa vietävissä ohjelmaan. Tähän tehtävään kannattaa määritellä tietty henkilö tai useampi, kenen vastuulla on tarkastuksia tehdä.

Analyysi-moduulia voidaan myös kehittää Babtec.Q-ohjelmassa tulevaisuudessa. Ohjelmassa on olemassa valmiita raporttimalleja printtausta varten. Sieltä saadaan printattua mittaustuloksia analyysityökaluin kuvattuna, pelkkiä mittatuloksia tai sitten yhdistettyjä malleja. Raportin voi lähettää ohjelmasta suoraan sähköpostitse, tehdä tiedoston tietokoneelle tai tulostaa suoraan tulostimesta. Tällä hetkellä mittaustuloksia pystyy katsomaan ja tätä myöten raportoimaan vain yhdestä mitasta kerralla. Olisi hyvä olla vaihtoehtona, että saataisiin raporttiin mittaustulokset kaikista osan mitoista. Näin ollen pystyttäisiin katsomaan mittauskerran tulokset kerralla yhdestä raportista, eikä tarvittaisi montaa raporttia erikseen.

Lisäksi, kun tulkki-, käsi- tai CMM-mittauksissa tulee virheellinen mittaustulos, jossa jokin mitta on yli tai alle toleranssin tai tulkattava mitta ei ole hyväksyttävä, niin Babtec.Q-ohjelma lähettäisi siitä tiedon automaattisesti esimerkiksi koneistuksen tai muoviosaston asettajalle sähköpostitse. Tämä nopeuttaisi tiedonkulkua. Asettaja saisi aina heti tiedon, jolloin virhe päästäisiin korjaamaan mahdollisimman nopeasti.

## LÄHTEET

Andersson, P.H. & Tikka, H. 1997. Mittaus- ja laatutekniikat. WSOY.

Babtec www-sivut. 2017. Company. Viitattu 6.3.2017. <http://www.babtec.de/en/company/about-babtec.html>

Breyfogle, F.W. 1999. Implementing Six Sigma. Wiley-Interscience.

ChartDirector www-sivut. 2017. Histogram with Bell Curve. Viitattu 23.3.2017. <http://www.advsofteng.com/doc/cdjavadoc/histogram.htm>

Dale, B.G. 2003. Managing Quality. Blackwell Publishing.

JMP www-sivut. 2017. Shewhart Control Charts. Viitattu 23.3.2017. [http://www.jmp.com/support/help/Shewhart\\_Control\\_Charts.shtml](http://www.jmp.com/support/help/Shewhart_Control_Charts.shtml)

MeasurLink www-sivut. 2017. Products. Viitattu 27.3.2017. <http://www.measur-link.com/realtimestandard.html>

Mitutoyo www-sivut. 2017. MeasurLink Real-Time SPC Software. Viitattu 29.3.2017. <http://www.mitutoyo.com/catalogs-brochures/measurlink-real-time-spc-software/>

Mitutoyo www-sivut. 2017. MCOSMOS. Viitattu 27.3.2017. [http://ecatalog.mitutoyo.com/cmimages/003/315/2020\\_MCOSMOS.pdf](http://ecatalog.mitutoyo.com/cmimages/003/315/2020_MCOSMOS.pdf)

Mitutoyo www-sivut. 2017. Product information - CMM Probes-Probe heads. Viitattu 27.3.2017. <http://ecatalog.mitutoyo.com/CMM-Probes-Probe-heads-C1625.aspx>

Mitutoyo www-sivut. 2017. Product information - Crysta-Apex S 500/700/900/1200. Viitattu 27.3.2017. <http://ecatalog.mitutoyo.com/Crysta-Apex-S-5007009001200-Series-191-Standard-CNC-CMM-C1812.aspx>

Oras www-sivut. 2017. Brändi. Viitattu 16.3.2017. <http://www.oras.com/fi/oras/braendi/>

Q-DAS www-sivut. 2017. ASCII Transfer Format. Viitattu 8.4.2017. [http://www.q-das.com/fileadmin/files2/dataformat/Q-DAS\\_ASCII-Transfer-Format\\_ENG\\_V12\\_ec.pdf](http://www.q-das.com/fileadmin/files2/dataformat/Q-DAS_ASCII-Transfer-Format_ENG_V12_ec.pdf)

Quality Knowhow Karjalainen Oy www-sivut. Artikkelit - ISO9000. Viitattu 15.4.2017. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vuosi-2009-tulee-on-aika-valmistautua-iso-90012008-ensimmaeinen-/>

Renishaw www-sivut. 2017. PH10MQ. Viitattu 28.4.2017. <http://www.renishaw.com/cmmsupport/knowledgebase/en/ph10mq--13508>

SPC for Excel www-sivut. 2017. Normal Probability Plots. Viitattu 23.3.2017. <https://www.spcforexcel.com/knowledge/basic-statistics/normal-probability-plots>



Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2001. SFS-EN ISO9000:2000 Laadunhallintajärjestelmä Standardikokoelma.

Tikka, H. 2009. Koordinaattimittaus. Tampereen Yliopistopaino Oy.