

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2021

Ulla Mannelin

LANGATTOMAN MITTALAITEJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO CNC- KONEISTAMOSSA



Ulla Mannelin

LANGATTOMAN MITTALAITEJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO CNC- KONEISTAMOSSA

Opinnäytetyön aiheena on langattoman U-WAVE-mittalaitejärjestelmän käyttöönotto Eurajoella sijaitsevassa Raikka Oy:n CNC-koneistamossa. Tehtävänä oli tutustua laitteistoon, asentaa se käyttökuntoiseksi, suunnitella sähköinen lopputarkastusprosessi ja tehdä järjestelmän käytön ja lopputarkastusprosessin kattavat käyttöohjeet. Raikka Oy:n konepajalle oli hankittu Mitutoyon U-WAVE-laitteisto, jonka avulla saadaan mittadata siirrettyä langattomasti mittalaitteelta tietokoneelle. Projektin tavoitteena oli saada tuotteiden sähköinen lopputarkastus ja sen myötä lopputarkastuspöytäkirjat sähköiseen muotoon nykyisten paperisten lopputarkastuspöytäkirjojen sijasta.

Langaton mittalaitejärjestelmä on hankittu Raikka Oy:lle tukemaan ja kehittämään koneistamon laadunhallintaa ja -varmistusta. Järjestelmän avulla asiakkaille lähtevien tuotteiden laaduntarkastus saadaan dokumentoiduksi ja sen myötä jäljitettäväksi. Kun mittadata saadaan kerättyä sähköisesti, pystytään seuraamaan ja tarkkailemaan tilastollisen prosessinohjausohjelmiston (SPC) avulla tuotannon laatua ja kyvykkyyttä.

Opinnäytetyössä esitellään aluksi Raikka Oy. Teoriaosuudessa käsitellään laadunhallinnan perusasioita, siihen liittyviä standardeja ja esitellään tilastollista prosessinohjausta. Lisäksi työssä esitellään U-WAVE-laitteisto ja kerrotaan sähköisen lopputarkastusprosessin käyttöönottoon liittyvää suunnitteluprosessia. Lopuksi vedetään yhteen ne asiat, joita on pohdittu ja miten ne on ratkaistu. Lisäksi pohditaan projektiin liittyviä ongelmia ja kehityskohtia.

Työn aikana haasteita asetti muun muassa tietotekniikan toimivuus, erilaisten tietokoneohjelmistojen opettelu ja niiden soveltamisessa käytäntöön. Näistä haasteista selvittiin Raikka Oy:n oman IT-tuen ja Mitutoyon IT-tuen avulla. Ohjelmistojen aktiivinen käyttäminen ja harjoittelu on parantanut ohjelmistojen käyttötaitoja ja soveltamista. Se, miten mittaustulokset saadaan siirrettyä järjestelmään, kun mittalaitetta ei saada liitettyä U-WAVE:en aiheutti ongelmia. Asia ratkaistiin niin, että mittaustulos siirretään tietokoneelle manuaalisesti näppäilemällä. Mitutoyon prosessinohjausohjelmisto MeasurLink Real-Time osoittautui melko kankeaksi toiminnoiltaan, siksi lopputarkastuspöytäkirjat päädyttiin tekemään Excelillä.

ASIASANAT:

Mittaus, laadunvalvonta, langaton tiedonsiirto, konepajateollisuus

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering

2021| 35, 45 pages in appendices

Ulla Mannelin

INTRODUCTION OF A WIRELESS MEASURING DEVICE SYSTEM IN A CNC MACHINERY

The topic of this thesis was the introduction of the U-WAVE device system, which allows a wireless communication between measurement tools and a computer. The introduction of the device system was made in the CNC machinery workshop of Raikka Oy in Eurajoki. The assignment was to study equipment and install them. The task was also to plan the electronic final inspection process and then make instructions of them.

The Mitutoyo U-WAVE system transmits the measurement data wirelessly from the instrument to the computer. The project's aim was to change the products' final inspection process to be in electric form and also get protocols in electronic form instead of existing paper final inspection protocols.

The wireless system has been purchased to Raikka Oy to support and develop quality management and quality assurance of the machinery workshop. The system allows final inspection results of products to be documented and traceable. When measuring data is electronically collected, there is a possibility to monitor and observe quality and capability of production with statistical process control (SPC) software.

The thesis introduces first Raikka Oy and then deals with the basics of the quality management, referring to the relevant standards. The statistical process control and the U-WAVE equipment is also introduced. Then the planning process of electronic final inspection process is presented. Finally, the summary of things which were done and solved, and the problems associated to them are presented. The summary includes the consideration of the project's problems and the development points of the system.

KEYWORDS:

Measurement, quality control, wireless data, mechanical engineering industry

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	1
2 RAIKKA OY	2
3 LAADUNHALLINTA	4
3.1 Laadunhallinta organisaatiossa	4
3.2 Laadunhallinta ja dokumentointi	5
3.3 Laatuun kohdistuvat vaatimukset	5
3.4 Prosessiajattelu ja SPC	7
4 U-WAVE-MITTALAITELAJÄRJESTELMÄ	9
4.1 U-WAVE-laitteisto	9
4.1.1 U-WAVE-R	9
4.1.2 U-WAVE-T, U-WAVE-TM ja U-WAVE-TC	10
4.1.3 Muiden mittalaitteiden kytkeminen järjestelmään	14
5 RAIKKA OY:N LAADUNVARMISTUS	16
6 JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO	17
6.1 Lähtökohta	17
6.2 Järjestelmän asennus	17
6.3 Pöytäkirjan suunnittelu	18
6.4 Uuden pöytäkirjan rakenne	20
6.4.1 Pöytäkirja	21
6.4.2 Mittaustulokset	23
6.4.3 U-WAVE:en liittämättömät mittalaitteet	23
6.4.4 Mittaustulosten kirjaaminen	24
6.5 Järjestelmän testaaminen käytännössä	25
7 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. U-WAVE:n käyttöohjeet.

KUVAT

Kuva 1. U-WAVE-järjestelmän toiminnot.	9
Kuva 2. U-WAVE-R vastaanottoyksikkö.	10
Kuva 3. B-liitäntäkaapeli.	10
Kuva 4. Liitäntäyksikkö.	11
Kuva 5. U-WAVE-T lähetinyksikkö.	11
Kuva 6. U-WAVE-T kytkettynä kolmipistemikrometriin.	12
Kuva 7. U-WAVE-TC lähetinyksikkö työntömitalle.	12
Kuva 8. U-WAVE-TC liitettynä liitäntäyksiköllä työntömittaan. Kuvassa näkyy myös DATA-painike.	13
Kuva 9. U-WAVE-TM lähetinyksikkö kaarimikrometrille.	13
Kuva 10. U-WAVE-TM liitäntäyksiköllä liitettynä mikrometriin.	14
Kuva 11. Kaapelit.	15
Kuva 12. Vanha pöytäkirjapohja.	19
Kuva 13. Uusi pöytäkirjapohja.	22
Kuva 14. Mittaustulokset-taulukko.	23
Kuva 15. Mittaustulosten merkintä.	24
Kuva 16. Mittaustulokset ja kaavat.	25
Kuva 17. Pöytäkirjamerkinnot tarkastusmittauksesta.	25
Kuva 19. U-WAVEPAK-ohjelmiston kuvake.	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

KUVIOT

Kuvio 1. Laadunhallinta organisaatiossa.	4
Kuvio 2. Kohteeseen vaikuttavat vaatimukset.	6
Kuvio 3. Jatkuvan parantamisen tunnetuin esitysmuoto PDCA-kehä selityksineen.	8

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

CNC	Computer Numerical Control eli tietokoneohjattu.
SPC	Tilastollinen prosessinohjaus.
ISO	International Organization for Standardization eli kansainväliset standardit.
SFS	Suomen standardisoimisliitto.
AQAP	Puolustusvoimien laadunvarmistusvaatimukset.
ATEX	Räjähdeturvallisuussäädökset.
USB	Universal Serial Bus eli sarjamuotoinen väylä, laitteet voivat kommunikoida keskenään sen kautta.
WLAN	Wireless Local Area Network eli langaton lähiverkko.
IP67	Elektroninen laitteen kotelointiluokitus. Tämä luokka merkitsee pölytiivyyttä ja vesitiiveyttä lyhytaikaisesti upotettuna.
CP	Prosessin kyvykkyyssindeksi.
IT	Informaatiotekniikka tai tietotekniikka.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on U-WAVE-järjestelmä ja järjestelmän käyttöönotto CNC-koneistamossa. U-WAVE:lla saadaan langattomasti lähetettyä mittatietoja mittalaitteelta tietokoneelle. Työ suoritetaan Eurajoella sijaitsevassa Raikka Oy:n koneistusyksikössä, johon on hankittu Mitutoyon U-WAVE-laitteisto parantamaan CNC-koneistamon laadunvalvontaa ja helpottamaan koneistettujen tuotteiden lopputarkastusta.

Raikka Oy:n laadunhallintaa ja laaduntarkastusta on kehitetty vuodesta 2017 lähtien paljon ja laatu onkin yksi tärkeä tapa kilpailla jatkuvasti kiristyvillä valmistusmarkkinoilla. U-WAVE-järjestelmä on hankittu Raikka Oy:n konepajalle tukemaan ja parantamaan laadunvalvontaa. Järjestelmän käyttöönotosta vastannut henkilö on lopettanut työskentelynsä yrityksessä ja käyttöönotto on jäänyt kesken. Mittadatan siirtojärjestelmä tuli saada mahdollisimman nopeasti käyttöön, koska siihen oli investoitu ja se oli ollut käyttämättömänä jo jonkin aikaa. Opinnäytetyön tekeminen aloitetaan tutustumalla laitteistoon, jonka jälkeen tavoitteena on laittaa järjestelmä käyttökuntoon ja suunnitella lopputarkastusprosessin toteutus alusta loppuun. Laitteiston ja prosessin tulisi olla lopputarkastuksen käytössä viimeistään vuoden 2021 alussa. Lisäksi tehtäväksi annettiin ohjeistaa laitteiston käyttö lopputarkastuksessa ja ohjeistus U-WAVE-järjestelmään yleisesti.

Aluksi opinnäytetyössä esitellään Raikka Oy ja sen jälkeen kerrotaan laadunhallinnan perusteita, koska mittaaminen, mittauspöytäkirjat ja niiden dokumentointi ovat tärkeä osa laadunhallintaa. Lisäksi esitellään Mitutoyon U-WAVE-järjestelmää ja -laitteistoa yleisesti. Työssä esitellään myös järjestelmän käyttöönoton vaiheita ja laitteiston käyttöön liittyvää suunnitteluprosessia. Kerrotaan myös käyttöönottoon liittyvistä ongelmista ja valinnoista, joita on järjestelmän osalta tehty. Lopuksi tehdään yhteenveto projektin onnistumisesta, sen haasteista ja toteutuksesta. Käydään myös läpi asioita, joilla järjestelmän käyttöä voitaisiin kehittää ja laajentaa CNC-koneistamon käytössä ja miksi järjestelmää kannattaisi kehittää.

2 RAIKKA OY

Raikka Oy on Eurajoella toimiva perheyrittäjä, joka valmistaa, kehittää ja käy kauppaa räjähdysteknisillä tuotteilla. Raikka Oy tekee myös räjähteiden turvallisuustestausta ja tuottaa sopimustuottajana koneistettuja tuotteita. Raikka Oy:n pääkonttori sijaitsee Espoossa ja yrityksen toimitusjohtajana toimii Ari Liikkanen. Vuonna 2019 Raikka Oy:n liikevaihto oli noin 5,1 miljoonaa euroa. (Kauppalehti 2020.)

Raikka Oy:n omat tuotteet ovat puolustusvoimille valmistettavat räjähdin ja sytytintuotteet. Raikka Oy:n konepaja valmistaa räjähdemuksen tuotekehitykseen ja tuotteiden valmistukseen tarvittavat metalliosat. Konepaja toimii myös muiden yritysten koneistettavien kappaleiden sopimusvalmistajana. (Salokoski 2018, 8.)

Raikka Oy:n toiminta perustuu yleisesti standardeihin ISO 9001, ISO 14001 ja AQAP 2110 (Raikka Oy 2020). Laadunhallinta pohjautuu ISO 9001 -standardiin ja sen vaatimuksiin. Organisaation ympäristövaikutusten hallinta perustuu standardiin ISO 14004. Kolmas tärkeä Raikka Oy:llä noudatettava standardi on Suomen puolustusvoimissa käytettävät AQAP-julkaisut, jotka määrittävät laadunvarmistusvaatimuksia puolustusmateriaalin toimittajille. (Suomen Standardoimisliitto SFS, Puolustusvoimat.)

Raikka Oy perustettiin Raumalla vuonna 1946, jolloin se aloitti räjähteiden valmistuksen kaivosteollisuuden tarpeisiin. Myös kaivostoiminta kuului silloin Raikan toimintaan, ja koneistustoiminta aloitettiin kaivostoiminnassa tarvittavien koneiden osien valmistuksella. Raikan ensimmäiset tuotteet olivat pahviräjähteet, käynnistyspanokset dieselmootoreille, hehkupaperi ja Raikka-louhintäräjähteet. 1950-luvulla aloitettiin sähköisten sytyttimien ja räjähteiden valmistus, joiden valmistukseen keskityttiin 1970-luvulle asti, jolloin puolustusvoimista tuli Raikka Oy:n pääasiakas. 1980-luvulla Raumalla olevan tehdasalueen ympärillä oleva asutus alkoi olla liian lähellä tehdasta ja muutenkin alue alkoi olla liian ahdas, tehdas päätettiin siirtää Eurajoelle. Turvallisuussyistä räjähdetehtas ja konepaja jaettiin eri toimipaikkoihin Eurajoen Lapijoelle ja Eurajoen keskustaan. Kun räjähdetehtas ja koneistus alkoivat olla Raikka Oy:n pääliiketoimintaa, kaivostoiminta lopetettiin vaiheittain.

Eurajoen keskustan läheisyydessä sijaitseva Raikka Oy:n konepaja tuottaa laadukkaita pyörähdyskappaleita yksittäiskappaleista tuhansien kappaleiden sarjoihin. Konepajassa on 9 CNC-sorvia, joista seitsemässä on tangonsyöttömakasiinit ja kahdessa on kappaleensyöttömakasiini. Konepajalla on myös mahdollisuus manuaalikoneistukseen, joita käytetään eniten tuotantokoneiden kunnossapidon osien valmistukseen ja protokappaleiden valmistamiseen. Koneistamon valmistuksessa on keskitytty pieniin ja keskikokoisiin pyörähdyskappaleisiin. Kappaleet voivat olla halkaisijaltaan minimissään 4 ja maksimissaan 200 millimetriä ja pituudeltaan maksimissaan 800 millimetriä. Koneistamoon on myös hankittu vuonna 2018 Mitutoyo Crysta Apex S574 -koordinaattimittauskone.

Raikka Oy:n räjähdyskokeita varten sijaitsee Eurajoen Lapijoella. Alue on rauhallinen, ja yksiköllä on käytössään 30 hehtaarin alue. Räjähdyskokeita suorittaa räjähdetestauskeskus läheisellä testialueella. Räjähdyskokeita varten on nykyajaiset räjähdeturvallisuussäädösten (Atex) mukaisesti rakennetut tuotantotilat. Tuotantorakennuksissa on tiukat turvallisuusmääräykset ja räjähdysriskin takia. Kun koneistamo tuottaa vain alihankintatöitä, räjähd-

deyksikkö tuottaa alihankinnan lisäksi omia tuotteita ja vastaa myös niiden suunnittelusta. Räjähdeyksikön pääasiakkaita ovat pääosin Suomen ja muiden maiden puolustus- ja turvallisuustoimijat. (Salokoski 2018, 8–10)

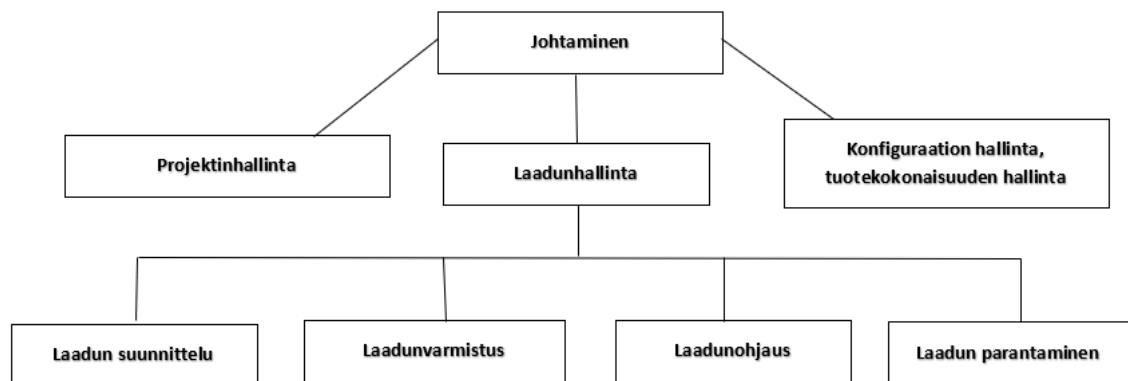
3 LAADUNHALLINTA

Laadun määritelmä on, että tuotteen tai palvelusten kyky täyttää sille asetetut vaatimukset ja asiakkaan toiveet. Luotettava ja uskottava laatu on kilpailukyvyn avaintekijä, varsinkin kansainvälisessä kaupassa. Laadulle on laadittu kansainväliset standardit ISO 9000–9004. (Aumala 2001, 20.) SFS ISO 9000 -standardi sisältää laadunhallintajärjestelmien perusteita ja sanastoa. SFS ISO 9001 -standardi sisältää laadunhallintajärjestelmille asetetut vaatimukset eli se määrittää asiat, jotka pitää laadunhallintajärjestelmissä huomioida. SFS ISO 9002 sisältää standardin ISO 9001 soveltamisohjeita. Standardi SFS ISO 9004 käsittelee laadunhallintaa, organisaation laatua ja ohjeita jatkuvan menestyksen saavuttamiseen. (Suomen Standardoimisliitto)

Jotta laatua saadaan tehtyä ja ylläpidettyä, tärkeimmille vaatimuksille on tehtävä riittävän tarkka ja uskottava mittaustarkastus, jotta laatu saadaan tarkastettua ja hyväksyttyä. Hyväksyttävässä laaduntarkastuksessa keskeisimpiä asioita on dokumentoidut menettelytavat, vastuuhenkilöiden pätevyys, kalibrointi ja seuranta. (Aumala 2001, 20.)

3.1 Laadunhallinta organisaatiossa

Kuvio 1 kuvaa laadunhallinnan toimintoja ja sijoittumista yrityksen rakenteessa. Organisaation laadunhallinta lähtee johtamisesta. Johto ei ainoastaan määrittele projektinhallinnan, konfiguraationhallinnan ja tuotekokonaisuuksien toiminnoista, vaan se päättää myös laadunhallinnan toimenpiteistä, joilla organisaatiota suunnitellaan ja ohjataan. Laadunhallinta merkitsee laatuun liittyvää johtamista, joka sisältää laadun suunnittelun, laadunvarmistuksen, laadun ohjauksen ja laadun parantamisen. Laadun suunnittelussa keskitytään asettamaan toiminnalle laatutavoitteet ja näiden tavoitteiden saavuttamiseen tarvittavien prosessien ja resurssien määrittämiseen. Laadunvarmistuksen tavoitteena on saada aikaan luottamus siihen, että laatuvaatimukset täyttyvät. Laatuvaatimusten täyttyminen on laadunohjauksen vastuulla. Laadun parantaminen keskittyy parantamaan kykyä täyttää laatuvaatimukset. (SFS ISO 9000.)



Kuvio 1. Laadunhallinta organisaatiossa.

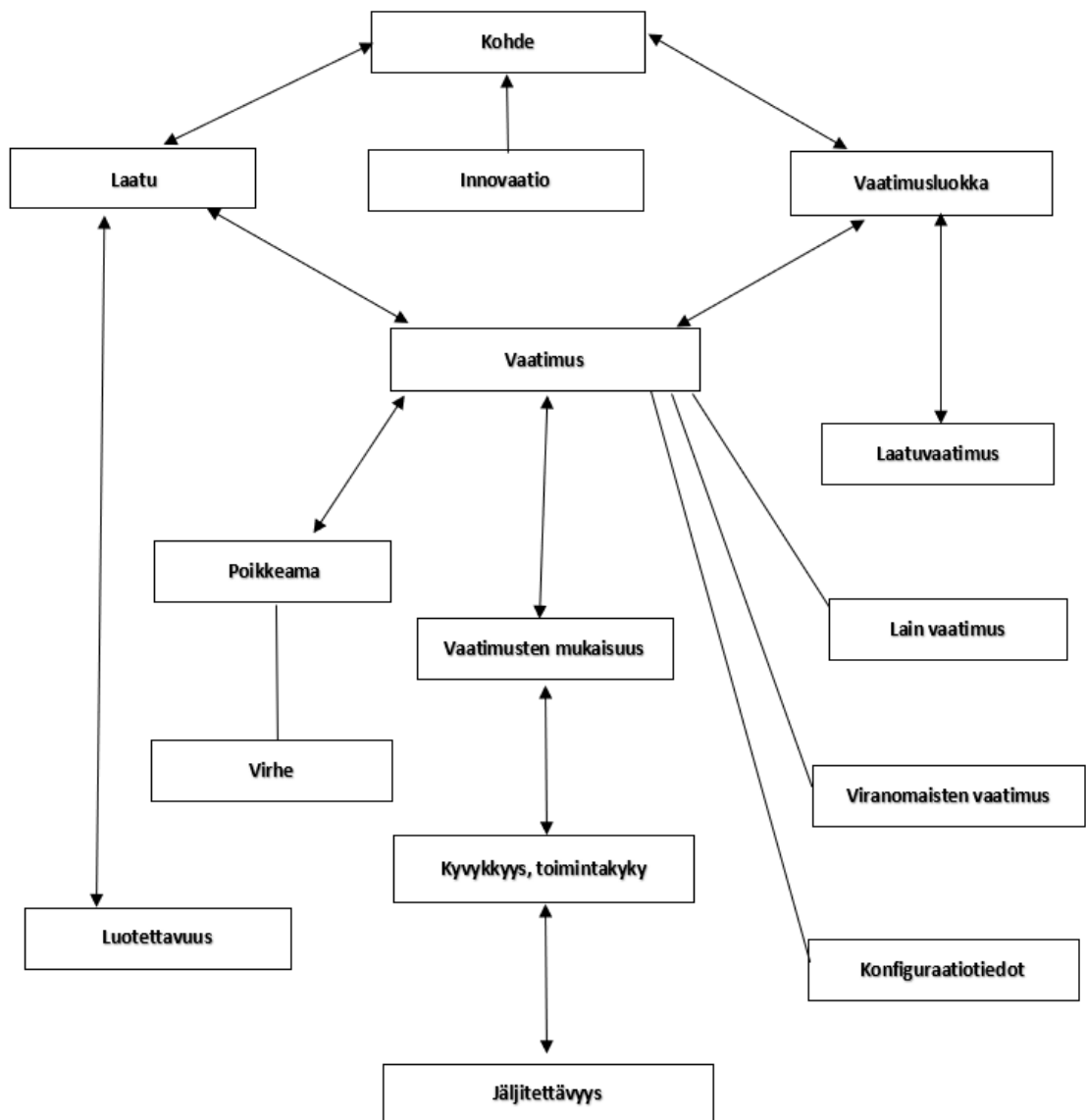
3.2 Laadunhallinta ja dokumentointi

Laadunhallinta vaatii jatkuvaa suorituskyvyn ja prosessien ylläpitoa ja parantamista sidosryhmien vaatimukset huomioiden. Tuotteelle tai palvelulle siis tuotetaan ominaisuuksia, jotka ovat asiakkaiden odotuksien ja tarpeiden mukaisia. (Finanssialan Keskusliitto.) Kun organisaatio saavuttaa asiakkaiden ja muiden sidosryhmien luottamuksen, saavuttaa se myös jatkuvan menestyksen. Organisaation menestymistä edesauttaa myös asiakkaiden ja sidosryhmien olemassa olevien tarpeiden tai tulevien tarpeiden ymmärtäminen. (SFS ISO 9001.) Lisäksi laatujohtamisessa on tärkeää laaturiedostojen dokumentointi, asiakirjojen hallinta ja raportointi. Kun laaturiedot on dokumentoitu ja talletettu, ulkopuoliselle ja itselle saadaan osoitettua laadunhallinnan tila yrityksessä. Laatu tuotannon ja palvelun takana on muutenkaan vaikea osoittaa ilman dokumentteja ja olemassa olevia todisteita. (Finanssialan Keskusliitto.)

Laadunhallintajärjestelmän tulisi olla täysin organisaation tarpeiden mukainen, eikä sen tarvitse olla monimutkainen. Organisaation laadunhallintajärjestelmää kehittäessä standardissa esitetyt käsitteet ja periaatteet voivat olla avuksi. Laadunhallintajärjestelmän suunnittelun tulee olla jatkuvaa ja, suunnitelmien tulee kehittyä organisaation kokemuksen karttuessa ja olosuhteiden muuttuessa. Laadunhallintajärjestelmän suunnittelussa on kuitenkin muistettava huomioida, että se täyttää standardin vaatimukset. Suunnitelman toteutusta ja laadunhallintajärjestelmän suorituskyvyn seuraamista ja arviointia voidaan helpottaa erilaisten indikaattorien avulla. Laadunhallintajärjestelmää voidaan arvioida auditoimalla. Auditoinnissa arvioidaan laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuutta, tunnistetaan riskejä ja tutkitaan täyttyvätkö määritellyt vaatimukset. Auditoinnista kerätään aineellista ja aineetonta näyttöä, joiden perusteella laadunhallintajärjestelmään tehdään korjaus- ja parantamistoimenpiteitä. (SFS ISO 9000.)

3.3 Laatuun kohdistuvat vaatimukset

Laatuun sisältyy aina vaatimuksia, jotta se toteutuu. Kuvio 2 on standardista SFS-ISO 9000. Standardissa käytetään vaatimuksien kohteesta termiä kohde ja se merkitsee kokonaisuutta, joka on havaittavissa tai käsiteltävissä oleva asia. Kohde voi olla aineellinen, aineeton tai kuvitteellinen asia, esimerkiksi tuote, palvelu prosessi, järjestelmä tai resurssi. Kohde on innovaatio eli uusi tai muuttunut kohde, joka tuottaa tai jakaa uuden arvoa.



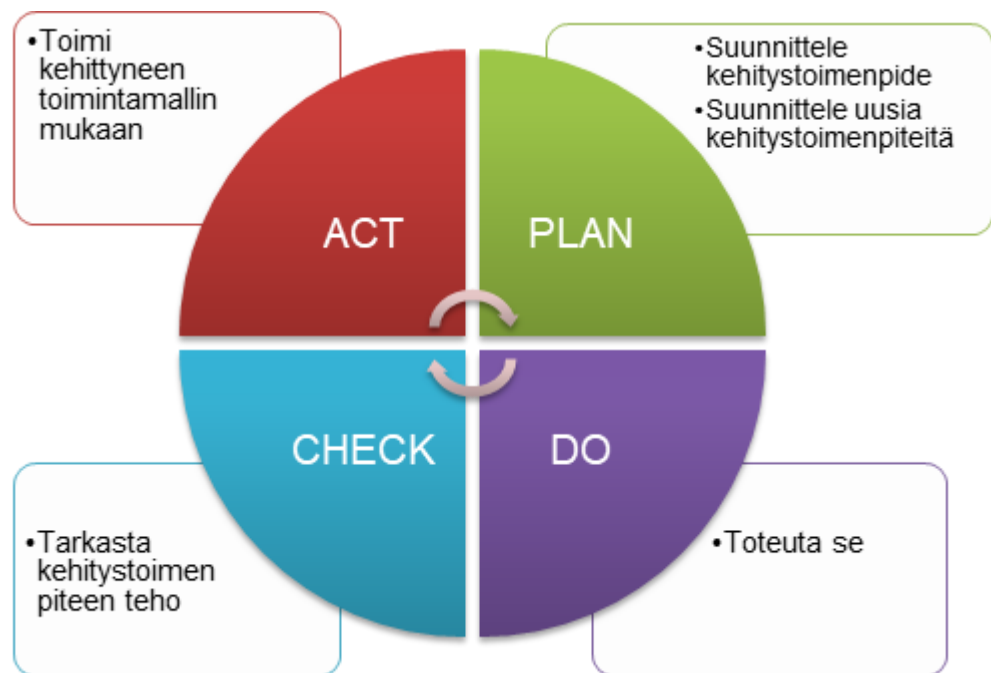
Kuvio 2. Kohteeseen vaikuttavat vaatimukset.

Kohteella on vaatimusluokka, joka on samankaltaisille kohteille annettu luokitus tai asema. Laatu on se taso, missä kohteen luontaiset ominaisuudet täyttävät vaatimukset. Laatu tekee kohteesta luotettavan ja varmistaa, että se kykenee suoriutumaan vaaditulla tavalla vaadittuna hetkenä. Vaatus on tarve tai odotus, joka on yleisesti tiedossa, ilmaistu tai pakollinen ominaisuus. Kun kohde on vaatimusten mukainen, vaatimukset ovat täyttyneet. Kyvykkyys ja toimintakyky merkitsevät kohteen kykyä toteuttaa toiminto tai täyttää tarkoitus, johon se on tarkoitettu, ja sille asetetut vaatimukset. Kohde on jäljitettävä, kun kohteen aikaisemmat vaiheet, käyttökohde tai sijainti on mahdollista selvittää. Poikkeama syntyy, kun vaatus jää täyttymättä ja virhe on aiottuun tai määriteltyyn käyttöön liittyvä poikkeama. Laatuun kohdistuva vaatus on laatuvaatus. Laki säätelee kohteelle pakolliset vaatimukset yhdessä viranomaisten kanssa, myös konfiguraatietiedot asettavat vaatimuksia tuotteen suunnittelua, toteutusta, todennusta, käyttöä ja käytön tukea kohtaan. (SFS-ISO 9000.)

3.4 Prosessiajattelu ja SPC

Salomäki (1999, 8) mainitsee, että tavoitteena on ottaa toimistojen ja tuotannon prosessit hallintaan niin, että sekä asiakas että organisaatio olisivat tyytyväisiä yrityksen kokonaisvaltaisen laatujohtamiseen (Total Quality Management, TQM) ja sen jatkuvaan prosessien kehittämiseen tähtääviin toimenpiteisiin. Salomäen (1999, 8) mukaan myös laadun, ajan, ja kustannusten hallinta perustuu prosessin tunnistamiseen, hallitsemiseen ja tosiasioihin perustuvaan ohjaamiseen, johtamiseen ja jatkuvaan parantamiseen. Kume (1998, 7–11) on todennut, että tehtaiden tuotannossa on jouduttu hyväksymään tuhlaaminen virheellisiä tuotteita pois heittäessä. Ongelma saattaisi kuitenkin olla ratkaistavissa, jos tilastollisilla menetelmillä pystyttäisiin löytämään prosessissa oleva vika tai ongelmakohta, joka sitten korjaavilla toimenpiteillä saatettaisiin saada korjattua. Tuotantoa mittaamalla saadaan erilaista tilastotietoa tuotteen laadusta ja tuotannon tilasta. Tuotannosta kerätyistä tiedoista saadaan tilastollista pohjaa tilastotieteen menetelmiä soveltaen, prosessin ohjaamiseen liittyvään päätöksen tekoon. Tällaista tuotannon- ja laadunvalvonnan tilastollisilla keinoilla toteuttamista kutsutaan SPC:ksi.

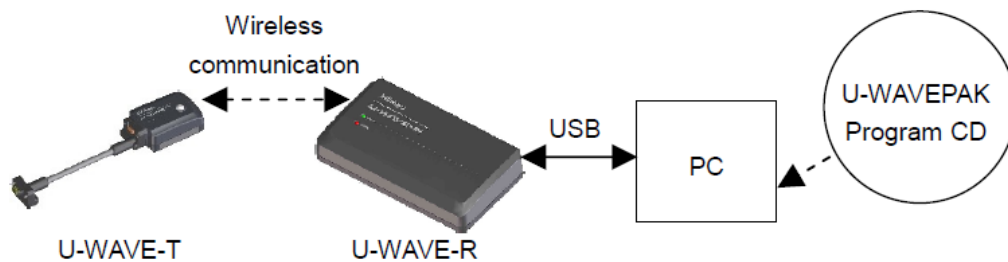
Kun tuotteen laatua mitataan, sitä ei pystytä useinkaan mittaamaan jokaisesta tuotteesta, esimerkiksi suuresta tuotantomäärästä tai tuotteen vahingoittumisriskin johdun. Siinä tapauksessa tarkastetaan määrävälein, valmistuserittäin tai muuten säännöllisellä tavalla yksi näyte. Riski, jolla viallinen tuote tarkastamattomien joukossa on, saadaan tilastollisilla menetelmillä määritettyä. Tilastollinen laadunvalvonta voi olla porrastettu tuotekohtaisesti tuotteen laatuongelmien ilmentymisen mukaan. Tarkastusmäärää voi myös lisätä tai vähentää kesken prosessin. Tilastolliseen tarkastamiseen kuuluu myös sarjavalmistuksessa ensimmäisen tuotteen perusteellinen tarkastaminen. Jos ensimmäinen tuote ja sen valmistusprosessi on hyväksyttävä, on mahdollista, että loputkin tuotteista ovat hyväksyttäviä. Prosessin laatua olisi hyvä myös seurata, jotta poikkeava tilanne havaitaan ennen kuin siitä aiheutuu isompia ongelmia. (Salomäki 1999, 145–147.) Jotta yrityksen laadunvalvonta kehittyisi, yrityksen tulisi hyödyntää kaikki kehitysmahdollisuudet. Sen vuoksi organisaation tavoitteena on saada kehitettyä toiminta sellaiseksi, että nämä mahdollisuudet pystyttäisiin hyödyntämään. Tätä tavoitetta kutsutaan jatkuvaksi parantamiseksi. Jatkuva parantaminen on tapa toimia ja hyödyntää laatutyökaluja ja se merkitsee aktiivista kehittymismahdollisuuksien havaitsemista ja hyväksi käyttämistä organisaation toiminnassa. Jatkuva parantaminen ennen kaikkea merkitsee organisaation henkistä valmiutta tunnistaa virheet, käsitellä ne ja ottaa niistä opiksi. Jatkuva parantamista kuvataan usein PDCA-kehällä (kuvio 3), jota kutsutaan myös Demingin kehäksi. Prosessit kiertävät tuota kehää ja kehittyvät jatkuvasti. (Salomäki 1999, 33.)



Kuvio 3. Jatkuvan parantamisen tunnetuin esitysmuoto PDCA-kehä selityksineen.

4 U-WAVE-MITTALAITELAJÄRJESTELMÄ

Raikka Oy:lle on hankittu Mitutoyon U-WAVE-järjestelmä, jolla saadaan siirrettyä mitta-dataa langattomasti mittalaitteelta tietokoneelle. Kuvassa 1 esitellään Mitutoyon U-WAVE-järjestelmän toiminnot. Mitutoyon digitaalisen mittalaitteen digimatic-ulostuloon kytketty lähetin (U-WAVE-T) lähettää mittaustuloksen vastaanottimelle (U-WAVE-R). Vastaanotin välittää datan tietokoneeseen (PC), jossa mittaustulos välitetään CD-ROM-levyltä ladatun ohjelmiston (U-WAVEPAK) avulla valittuun datankeräysohjelmistoon, kuten esimerkiksi Exceliin. (Mitutoyo. U-WAVEPAK.)



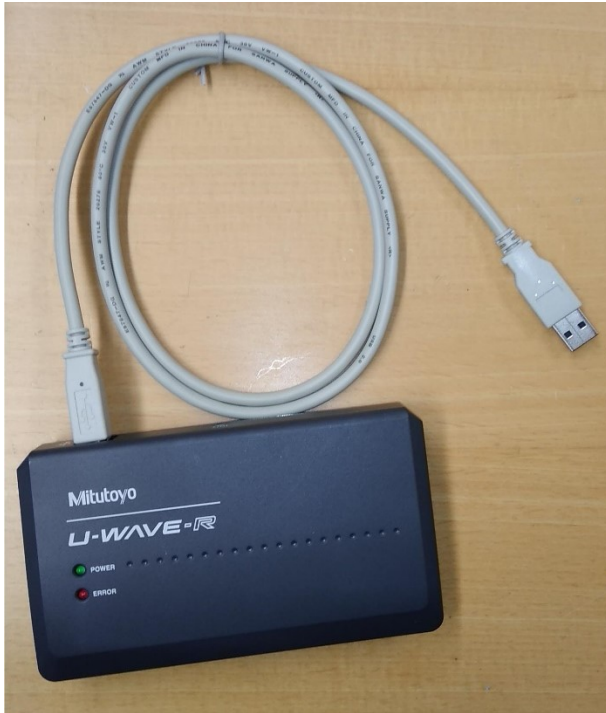
Kuva 1. U-WAVE-järjestelmän toiminnot.

4.1 U-WAVE-laitteisto

4.1.1 U-WAVE-R

U-WAVE-R on vastaanottoyksikkö (Kuva 2), joka ottaa vastaan U-WAVE-T-, U-WAVE-TC- tai U-WAVE-TM-lähettimen langattomasti lähettämää mittadataa. U-WAVE-R on USB-kaapelilla kytkettynä tietokoneeseen, jossa U-WAVEPAK-ohjelmisto välittää mittaustuloksen haluttuun datankeräysohjelmistoon, esimerkiksi Exceliin. Mitutoyon tiedonsiirrollisen mittalaitteen digimatic-ulostuloon kytketty U-WAVE-T-, U-WAVE-TM- tai U-WAVE-TC-lähetin lähettää mittaustuloksen lähettimen DATA-painikkeen painalluksella U-WAVE-R-vastaanottimelle.

U-WAVE-R:n eli vastaanottimen sijoittamisessa tulee ottaa ympäristö huomioon, koska jotkin ympäristössä olevat mahdolliset esteet saattavat huonontaa laitteen toimintakykyä. Esimerkiksi betoniseinät tai metalliset osat voivat häiritä tai estää tiedonsiirron. Myös WLAN, Bluetooth, mikroaaltouunit tai muut samalla taajuudella toimivat laitteet saattavat huonontaa U-WAVE:n tiedonsiirtoa.



Kuva 2. U-WAVE-R vastaanottoyksikkö.

4.1.2 U-WAVE-T, U-WAVE-TM ja U-WAVE-TC

U-WAVE-T (Kuva 5), U-WAVE-TM (Kuva 7) ja U-WAVE-TC (Kuva 9) on langaton viestintätyökalu eli lähetin, jota käytetään mittaustietojen lähettämiseen Mitutoyo U-WAVE-R-laitteeseen. Laite liitetään Mitutoyon tiedonsiirrolliseen mittalaitteeseen digimatic-ulos-tuloon kytketty liitântäkaapelilla (Kuva 3) tai liitântäyksiköllä (Kuva 4).



Kuva 3. B-liitântäkaapeli.



Kuva 4. Liitäntäyksikkö.

Lähetin välittää mittadatan vastaanottimelle, kun liitäntäyksikön oranssin väristä DATA-painiketta painetaan. Lähettimet ovat luokiteltu kahteen tyyppiin: IP67-tyyppi ja buzzer-tyyppi. IP67-tyyppi on pölytiivis sekä vesitiivis lyhytaikaisesti upotettuna (IP-luokitus.) ja buzzer-tyyppi on äänimerkillä varustettu lähetin. Äänimerkillä varustettu lähetin ei ole vesitiivis. Buzzer-tyyppi antaa äänimerkin muun muassa silloin, kun lähettimen ja vastaanottimen välillä on tapahtunut tiedonvaihtoa. Lähettimiä on kolme eri mallia: U-WAVE-T (Kuva 5), U-WAVE-TC (Kuva 7) ja U-WAVE-TM (Kuva 9). Ne ovat malleiltaan ja muotoilultaan suunniteltu tiettyihin mittalaitteisiin sopivaksi.

U-WAVE-T (Kuva 5) liitetään mittalaitteeseen erillisellä liitäntäkaapelilla. Tästä syystä se on sopiva kaikkiin Mitutoyon tiedonsiirrollisiin mittalaitteisiin. Tämä lähetin sopii muun muassa kolmipistemikrometriin kytkettäväksi (Kuva 6).



Kuva 5. U-WAVE-T lähetinyksikkö.



Kuva 6. U-WAVE-T kytkettynä kolmipistemikrometriin.

U-WAVE-TC (Kuva 7) on työntömittaan kiinnitettäväksi tarkoitettu lähetin (Kuva 8). Se on suunniteltu työntömitan luistiin kytkettäväksi niin, ettei mittalaitteen käytettävyys heikene lähettimen ollessa paikallaan. Lähetin liitetään liitäntäyksiköllä työntömitan digitaaliliitäntään. Kun lähetin on asennettu paikoilleen, se sijoittuu runkoon mittanäytön kääntöpuolelle ja lähetinyksikössä oleva DATA-painike sijoittuu mittanäytön alapuolelle (Kuva 8).



Kuva 7. U-WAVE-TC lähetinyksikkö työntömitalle.



Kuva 8. U-WAVE-TC liitettynä liitäntäyksiköllä työntömittaan. Kuvassa näkyy myös DATA-painike.

U-WAVE-TM (Kuva 9) on tarkoitettu liitettäväksi kaarimikrometriin. Lähetin liitetään mittalaitteeseen liitäntäyksiköllä mittalaitteen digimatic-liitäntään. Lähetin kytkettynä sijoituu mikrometrin runkoon mittanäytön kohdalle kääntöpuolelle, niin ettei se huononna mittalaitteen käytettävyyttä (Kuva 10). Mittaustuloksen vastaanottimelle lähettävä liitäntäyksikössä oleva DATA-painike on tällöin näytön vieressä mittalaitteen kyljessä.



Kuva 9. U-WAVE-TM lähetinyksikkö kaarimikrometrille.



Kuva 10. U-WAVE-TM liitäntäyksiköllä liitettynä mikrometriin.

4.1.3 Muiden mittalaitteiden kytkeminen järjestelmään

Muitakin Mitutoyon tiedonsiirrollisia (digimatic) mittalaitteita pystyy kytkemään U-WAVE-järjestelmään erilaisten liitäntäkaapeleiden avulla (Kuva 11). (Mitutoyo. U-WAVEPAK.) A-, B- ja C-liitäntäkaapelilla saa kytkettyä U-WAVE-lähtetimen käsimittalaitteeseen, kuten kolmipistemikrometriin, työntömittaan ja kaarimikrometriin. D-liitäntäkaapeli on 10-napainen lattakaapeli ja sillä saa liitettyä lähtetimen esimerkiksi pinnankarheusmittariin. 6-napainen E-liitäntäkaapeli sopii vanhempien digitaalisten mittalaitteiden liittämiseen U-WAVE-lähtetimeen. F-liitäntäkaapelilla saa liitettyä U-WAVE-lähtetimen esimerkiksi korkeusmittalaitteeseen tai joihinkin mittakelloihin. G-liitäntäkaapeli sopii joidenkin mittakellojen liittämiseksi U-WAVE-lähtetimeen. (Mitutoyo. Web-Shop.)



Kuva 11. Kaapelit.

5 RAIKKA OY:N LAADUNVARMISTUS

Raikka Oy:n konepajan tuotteille tehdään tuotannon aikana kolme eri mittaustarkastusta ja siihen liittyvää pöytäkirjaa: Asetuksen aikainen mittauspöytäkirja, tuotannonaikainen mittauspöytäkirja ja lopputarkastusmittauspöytäkirja. Kaikki nämä täytetään käsin valmiiksi tulostetulle pöytäkirjapohjalle. Asetuksen aikainen mittauspöytäkirja tehdään sen jälkeen, kun CNC-sorvin alkuasetukset on tehty ja tuotanto on valmis aloitettavaksi. Asetuksen aikaisella mittauspöytäkirjalla halutaan varmistaa, että CNC-sorvin asetus on tehty oikein ja että tuote on piirustuksen mukainen ja täyttää kaikki vaatimukset. Kun tämä tarkistusmittaus on suoritettu hyväksytysti, tuotanto aloitetaan.

Tuotannon aikana täytetään tuotannon aikaista mittapöytäkirjaa, jolla halutaan varmistaa tuotteiden laaduntarkkailu tuotannon aikana. Tuotetta tehdään sarjatuotantona, sitä tehdään kolmessa vuorossa, viisi päivää viikossa eli yhtä konetta käyttää kolme eri työntekijää vuorokauden aikana. Koneenkäyttäjien ohjeistus on tehdä tuotteelle vähintään kaksi laajempaa tarkistusmittausta vuoron aikana. Samalla täytetään myös tuotannonaikainen mittauspöytäkirja.

Lopputarkastusmittauspöytäkirja tehdään lopputarkastuksen yhteydessä, Raikka Oy:n konepajan lähettämössä. Lopputarkastuksessa koko tuotettu erä tarkastetaan ja todetaan toimituskelpoiseksi. Lopputarkastuksessa ei mitata jokaista valmistettua kappaletta, vaan erästä otetaan 1–2 % otos ja siihen tehdään täydellinen tarkastus. Tarkastuksen lopputulos kirjataan mittauspöytäkirjaan. Jos mittaustuloksista on löytynyt poikkeavuuksia tai virheitä, virheellisten määrä merkitään pöytäkirjaan. Se ominaisuus, josta virhe on löytynyt, tarkistetaan koko valmistuserän osalta. Kaikilla näillä kolmella eri tarkastuksella ja mittapöytäkirjalla halutaan varmistaa valmistettavien tuotteiden laaduntarkastus. Pöytäkirjojen avulla saadaan tarkastus dokumentoitua ja samalla tehdä tarkastustuloksista jäljitettäviä.

U-WAVE on hankittu Raikka Oy:lle kehittämään ja auttamaan laadunhallintaa. Koska mittadataa ei tallenneta tällä hetkellä lainkaan, mutta järjestelmän avulla mittatiedot tulee tallennettua tietokantaan. Kun mittadata saadaan järjestelmän avulla siirrettyä tietojenkäsittely- ja tiedonkeräämisohjelmistoon, se mahdollistaa tietojen prosessoimisen ja analysoinnin. Lisäksi kaikki mittaustulokset tulevat olemaan arkistoituna sähköisesti yrityksen tietojärjestelmissä. Tietojen käsittely ja kerääminen mahdollistaa mittaustulosten kehityksen seuraamisen tuotannonaikaisissa mittauksissa, tuotannon laadun analysoinnin, sähköisten mittauspöytäkirjojen tekemisen ja sähköisen lopputarkastuksen. Tuotannossa mittadatan tilastoinnista koneistaja pystyy seuraamaan tuotteen mittojen kehitystä. Kun terät alkavat olla kuluneet, kyseisellä terällä koneistetun ominaisuuden mitat ovat muuttuneet radikaalisti.

MeasurLink Real-Time on Mitutoyon kehittämä tiedonkeräys- ja SPC- eli tilastollinen prosessinohjausjärjestelmä. Tilastollinen prosessinohjaus tarkoittaa sitä, että prosessin laadunvalvontaa suoritetaan tilastollisten menetelmien avulla. (Mittauksen pikaopas) MeasurLink Real-Time:ssa voidaan kerätä ja analysoida reaaliaikaisesti mittautietoja. Real-Time:n avulla voidaan myös tarkkailla ja maksimoida tuotantoa ja minimoida vikoja. Real-Time:ssa voidaan erilaisten muokattavien näkymien avulla luoda tuotteen ominaisuuksien mittaustulosluetteloita, kaavioita tai taulukoita. (MeasurLink Real-Time Standard)

6 JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Aluksi Raikka Oy:n koneistamon johdon kanssa pohdittiin, tulisiko järjestelmä ottaa saman tien lopputarkastuksen lisäksi myös tuotannonaikaisen tarkastuksen käyttöön. Lopulta tultiin siihen lopputulokseen, että on liian suuri haukkaus ottaa molemmat prosessit työn alle yhtä aikaa. Siksi päätettiin ensin ottaa järjestelmä lopputarkastuksen käyttöön ja laajentaa se sitten tuotannon käyttöön, kun lopputarkastus on saatu kunnolla käyttöön ja toimimaan. Oli ensisijaista saada järjestelmä toimimaan lopputarkastuksessa. Järjestelmän käyttöönotto tuotannossa vaatisi myös lisäinvestointeja, kuten uusien tietokoneiden tai tablettien hankintaa ja mittalaitteisiin liitettävien lähettimien lisähankintaa.

Tarkoituksena on saada lopputarkastuksen yhteydessä tehtävät mittauspöytäkirjat sähköistetyiksi. Tällä hetkellä mittauspöytäkirjat tehdään käsin. U-WAVE:n avulla mittalaitteen mittausdata saadaan lähetettyä tietokoneelle ja MeasurLink Real-Time:en.

6.1 Lähtökohta

Langattoman mittalaittejärjestelmän käyttöönottoon lähtökohta oli, että laitteisto oli jo hankittu, mutta muuten oltiin alkupisteessä. Mitutoyon kehittämä MeasurLinkin tilastollinen prosessinohjausohjelmisto Real-Time oli jo otettu käyttöön jossain määrin. Tutustuin aluksi laitteistoon, laitteiston käyttöohjeisiin ja internetin tarjoamaan opetusmateriaaliin. Tässä vaiheessa mieltä askarruttivat sellaiset asiat, kuten mihin paikkaan vastaanotin fyysisesti sijoitetaan ja miten mittaamisen suorittaminen langattoman järjestelmän avulla onnistuu käytännössä. Ja miten tulokset siirtyvät Real-Time:en ja millaiseen muotoon ne saadaan. Minun tehtäväni oli tehdä lopputarkastukseen tarvittava lopputarkastuspöytäkirjapohja. Sen osalta mietitytti, mitä pöytäkirjan tulisi sisältää ja miten se käytännössä tehdään ja toteutetaan. Järjestelmästä ja siihen liittyvästä toiminnoista ja prosessista tuli tehdä myös käyttöohje. Pohdinnan aihe oli, mitä kaikkea käyttöohjeisiin sisällytetään. Mietitytti myös, miten saada lopputarkastusprosessi kokonaisuudessaan toimimaan parhaiten.

6.2 Järjestelmän asennus

Järjestelmän asennus alkoi siitä, että muutama mittalaite tuli asentaa U-WAVE:en. U-WAVE-laitteiden toimintaa hallitseva järjestelmä U-WAVEPAK tuli myös asentaa tietokoneelle. Järjestelmään liittyvien ohjelmistojen eli U-WAVEPAK:in asentamiseen ja Real-Time:n käyttöön sain koulutusta Mitutoyon ohjelmistotueltani Jani Vainiolta. Varsinaisen laitteiston toimintaan, käyttöön ja mahdollisuuksiin tietoa ja apua sain Teräskonttorin laitepäälliköltä Tero Ristoselta. Kun olin saanut koulutuksen Real-Time:n käyttöön ja olin pyöritellyt järjestelmän toimintoja jonkin aikaa, aloin pohtia miten toteuttaisimme pöytäkirjan MeasurLink:in Real-Time:lla.

6.3 Pöytäkirjan suunnittelu

Tavoitteena oli tehdä lopputarkastusprosessista mahdollisimman helppo, siksi myös mittauspöytäkirjan täyttäminen tuli tehdä mahdollisimman helpoksi ja yksinkertaiseksi. Pöytäkirjassa tulisi näkyä tarkastetusta tuotteesta seuraavat perustiedot mittausdatan lisäksi:

- tuotenimike
- tuotteen nimi
- piirustusnumero
- materiaalin laatu
- tarkastetun erän koko
- tarkastusmäärä
- sulatenumero
- tarkastaja
- tarkastuspäivämäärä

Vanhassa Word-pohjaisessa pöytäkirjassa (Kuva 12) mittausdatasta merkittävät tiedot ovat mitatun erän hyväksytyjen ja hylättyjen määrä. Vanha mittauspöytäkirja on käytännössä yhteenveto tuote-erän lopputarkastuksen tuloksista. Pöytäkirjasta voi käytännössä yhdellä silmäyksellä nähdä, onko tarkastus ollut hyväksytty vai ei, eikä tästä ominaisuudesta haluttu luopua. Tällä hetkellä varsinaista mittadataa ei tallenneta ja dokumentoida mihinkään ja tähän tilanteeseen U-WAVE:n halutaan tuovan muutoksen. Lopputarkastusmittauspöytäkirjaa ei toimiteta asiakkaalle, se varastoidaan omiin arkistoihin.

LOPPUTARKASTUS		
Toimitus nro:		Asiakkaan til. nro:
Nimike		
Nimi		
Piir.nro:	Toimittaja: RAIKKA OY / KON .YKS	Toim pvm
Mat. laatu:	Sulate nro:	
Toimitus määrä: 5000	Tarkastaja:	
Tarkastus määrä: 50		
Lisätietoja: Kun virhe havaitaan tietyssä mitassa, mitataan koko toimitus määrä kyseisen mitan osalta.		

Pos.	Ominaisuus	Mittaväline	Mitattu määrä	Hyväksytty määrä	Hylätty määrä
1		Työntömitta Nro:			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10	Ø				
11	Jäysteet, viisteet ja pyöristykset	Silmämääräinen			

Tark.pvm:	Tarkastaja kuultaus:
-----------	----------------------

Kuva 12. Vanha pöytäkirjapohja.

Pöytäkirjapohjan luonti Real-Time:lla osoittautui haastavaksi. Real-Time:n pöytäkirjapohjan luontityökalu oli hieman kömpelö. Pitkän tutkinnan ja kokeilemisen päätteeksi todettiin, ettei järjestelmä pysty täyttämään sille asetettuja vaatimuksia. Jokaiselle tuotteelle tulee joka tapauksessa tehdä valmiiksi oma pöytäkirjapohjansa. Siksi harkinnan alle otettiin myös vaihtoehto Excel-pohjaisesta lopputarkastuspöytäkirjasta ja se, että kumpi näistä kahdesta ohjelmistosta toimisi paremmin tähän tarkoitukseen.

Real-Time:n pöytäkirjatyökalulla saadaan aikaiseksi laaja ja kattava raportti. Sillä saadaan myös tehtyä analyysi tarkastetusta tuote-erästä ja siitä mitatuista ominaisuuksista. Selkeän yhteenvedon tekeminen tarkastuksesta ja sen tuloksista kuitenkin osoittautui Real-Time:lla melko hankalaksi. Lopputarkastusmittauspöytäkirjassa haluttiin kuitenkin säilyttää yhteenvetomaisuus ja se, että siinä lähinnä ilmoitetaan lopputarkastuksen lopputulos. Tuotteiden luominen Real-Time:in olisi ollut vähintäänkin yhtä iso työ kuin Excelillä tehtynä, ellei isompikin. Lisäksi ohjelmiston opettelu olisi vienyt aikaa kohtuullisen paljon. Koettiin myös, että Real-Time:n tarjoamat prosessin kyvykkyyksindeksi (PCI) ja tilastolliset analyysit eivät palvele tuotantoa lopputarkastusmittauksista laskettuna, koska lopputarkastuksessa mitattavat kappaleet otetaan satunnaisotannalla koko erästä. Yksittäisten ominaisuuksien mittojen kehityksen seuranta ei myöskään ole lopputarkastuksessa tarpeellista. Lopputarkastuksessa myös tarkastuksen otanta on suhteellisen pieni kattavan analyysin tekemiseen. Real-Time:sta saadaan paljon erilaisia ominaisuuksien mittadata-aulukoita tai niiden kehityskaavioita. Eri ominaisuuksien kehityksen seuraaminen tai prosessin kyvykkyyden seuraaminen on erittäin tärkeää tuotannon aikaisissa mittauksissa, mutta lopputarkastuksessa ei tuotannon kehitys ja sen analysointi ole niin ensisijaista.

Excel-pohjaisessa lopputarkastusmittauspöytäkirjassa hyödyksi miellettiin se, että kun pöytäkirjapohja on kerran saatu tehtyä kunnolla, se on helposti kopioitavissa toisiin. Excel-taulukon avulla saadaan tehtyä tiivis yhteenvedo mittauksien tuloksista. Excelin käyttö ja tekstin muotoilu ja kopiointi koettiin helpommaksi ja sujuvammaksi kuin Real-Time:ssa. Lopputarkastusprosessin luominen MeasurLinkin Real-Time:lla arvioitiin vaativan paljon enemmän työtunteja kuin Excelillä, ja kun sillä pöytäkirja saatiin yhtä lailla tehtyä. Siksi lopputarkastusmittauspöytäkirjapohja päädyttiin lopulta tekemään Excel-pohjaiseksi.

6.4 Uuden pöytäkirjan rakenne

Lopputarkastusmittauspöytäkirjapohjan toteutuksen aloitin siitä, että tutkin vanhaa pöytäkirjapohjaa ja tein vastaavanlaisen lomakkeen Excelillä ja aloin kehittää sitä. Lisäsin pohjaan tarvittavia kohtia, kuten Raikan logon ja rivin asiakkaan nimeä varten. Poistin myös kohtia, joille ei ole käyttöä, kuten esimerkiksi rivin, jossa on asiakkaan tilaustiedot ja toimitustiedot. Niitä ei pöytäkirjalle ole enää merkitty.

Päädyin siihen, että teen pöytäkirjaan kaksi välilehteä. Mittaustulokset tulevat Excel-työkirjan mittaustulosvälilehdelle ja varsinaiset tarkastustulokset päivittyvät pöytäkirjavälilehdelle yhteenvedoksi automaattisesti. Nimesin työkirjan välilehdet nimillä ”pöytäkirja” ja ”mittaustulokset”. Kun U-WAVE toimittaa mittatiedon sovellukseen, tässä tapauksessa Exceliin, solun kursori siirtyy automaattisesti seuraavaan soluun. Kursorin siirtymis-

nan (oikea / vasen / ylös / alas) saa määriteltä U-WAVEPAK:ista (Mitutoyo. U-WAVE-PAK). Kun mittalaitetta ei pystytä liittämään U-WAVE:en, tulokset kirjataan pöytäkirjalle manuaalisesti.

6.4.1 Pöytäkirja

Kun mittaustuloksia syötetään mittaustulokset-välilehden (Kuva 14) taulukkoon, taulukon laskurit laskevat hyväksytyissä rajoissa olevien mittojen määrän jokaisesta ominaisuudesta ja laskurien luvut kopioituvat pöytäkirjavälilehden taulukkoon.

Suurin työ lopputarkastusmittauspöytäkirjan tekemisessä oli pöytäkirjapohja, johon tarkastustulokset tulevat ja jokaiselle valmistettavalle tuotteelle tuli tehdä omansa. Pöytäkirjavälilehdelle (Kuva 13) täytettiin valmiiksi seuraavat tiedot:

- tuotenimike
- tuotteen nimi
- piirustusnumero
- materiaalin laatu
- kappaleesta mitattavat ominaisuudet mittatoleransseineen
- sarakkeet mitatulle määrälle, hylättyjen ja hyväksytyjen määrälle.

Pöytäkirjapohjassa kappaleesta mitattavat ominaisuudet tuli järjestää pöytäkirjalle järkevään mittaamisjärjestykseen. Samalla mittalaitteella mitattavat ominaisuudet täytyy olla peräkkäin, ettei mittaustulosten prosessissa tarvitse vaihtaa eri mittalaitteiden välillä edes takaisin. Ominaisuudet tulisi myös olla mahdollisimman loogisessa ja mittaamisen kannalta sujuvassa järjestyksessä, kuten esimerkiksi pituusmitat ja halkaisijamitat. Lisäksi mittaustulosten prosessissa on niin sanottuja hyväksytty / hylätty -ominaisuuksia. Kuvassa 13 näkyvä rivi 50 "Jäysteet, viisteet ja pyöristykset" on esimerkki ominaisuudesta, joka joko hyväksytään tai hylätään. Hyväksytty / hylätty -tuloksia tulee muun muassa kierre- tai muiden mittatulkkien avulla tarkastettavista ominaisuuksista ja silmämääräisistä tarkastuksista. Ominaisuudet ovat toiminnallisia tai visuaalisia, niistä ei tule mittaustulosta ja siksi ominaisuus joko hyväksytään tai hylätään. Mittaustulostaulukon (Kuva 14) sarakkeeseen laitetaan mittaustulokseksi 1, kun tarkastus on hyväksytty tai 0, kun se on hylätty. Mitatun määrän, hylättyjen ja hyväksytyjen ominaisuuksien sarakkeissa kuvassa 13 näkyy "0". Nollien tilalle päivittyy automaattisesti laskureissa oleva lukema.

LOPPUTARKASTUS



Nimike	
Nimi	
Piirustusnumero	
Materiaalin laatu	
Tarkastetun erän koko	
Tarkastusmäärä	

Toimittaja

Raikka Oy / Koneistusyksikkö

Asiakas:

#JAKO/0! Sulatenro:

Lisätietoja

Kun virhe havaitaan tietyssä mitassa, mitataan koko yksikkö kyseisen mitan osalta.

Pos.	Ominaisuus	Mittaväline	Mitattu määrä	Hyväksytty määrä	Hylätty määrä
1			0	0	0
2			0	0	0
3			0	0	0
4			0	0	0
5			0	0	0
6			0	0	0
7			0	0	0
8			0	0	0
9			0	0	0
10			0	0	0
50	Jäysteet, viisteet ja pyöristykset	Silmämääräinen	0	0	0

Tarkastus pvm	Tarkastajan kuitaus
---------------	---------------------

Kuva 13. Uusi pöytäkirjapohja.

Pinnankarheusmittarilla nimensä mukaisesti mitataan koneistetun kappaleen pinnan karheutta ja laatua. Koneistamon pinnankarheusmittariin U-WAVE-T-lähetin saadaan liitettyä niin sanotulla D-kaapelilla. Kun U-WAVE-T-lähetin on liitettynä pinnanlaatumittariin, pinnanlaatumittarin mittaustuloksen saa lähetettyä lähettimen DATA-painikkeella tietokoneelle. D-liitäntäkaapelia ei vielä ole hankittu, joten pinnanlaadun mittausravot näppäillään käsin niin kauan, kun kyseinen kaapeli pinnanlaatumittariin saadaan.

Profiiliprojektorilla saadaan kappaleen profiilimuotoa heijastamalla suurennettua projisointilasille ja suurennetusta kuvasta pystytään tarkastamaan eri muotoja, pyöristyksiä ja kulmia. Projektorilla saadaan myös mitattua kappaleesta sellaisia ulkopuolisia ominaisuuksia ja etäisyyksiä, joita ei käsimitauslaitteilla pysty mittaamaan. Projektorilla mitataan pituusmittoja liikutettavan mittausalustan ja liikkumismatkaa mittaavien mittareiden avulla. Raikan konepajalla projektorilla mitataan muun muassa joitakin pituusmittoja, urien leveyksiä ja syvyyttä, tarkastetaan pyöristyksiä ja kulmia. Konepajan projektorissa ei ole SPC-liitäntää U-WAVE-lähettimelle, siksi projektoria ei pysty liittämään järjestelmään. Näin ollen projektorilla mitattavat mittaustulokset tulee merkitä mittaustulostaulukoon manuaalisesti. Projektorin avulla tarkistettut kulmat ja pyöristykset, joista ei numeraalista mittaustulosta saada, merkitään mittauspöytäkirjalle hyväksytty / hylätty -merkinnällä.

Edelleen on käsimittalaitteita, jotka eivät ole digitaalisia. Esimerkiksi alle 6 mm:n sisä-mikrometrit ovat analogisia, myös niiden mittalukemat täytyy kirjata koneelle manuaalisesti.

6.4.4 Mittaustulosten kirjaaminen

Mittaustulokset-taulukko (Kuva 14) toimii lopputarkastuksessa käytännössä niin, että taulukkoon on valmiiksi täytetty ominaisuuksien mitat ja niiden ala- ja ylärajat. Mittaustulokset-taulukossa riville yksi tulee ensimmäisen tarkastettavan tuotteen mittaustulokset. Rivin yksi ensimmäisen ominaisuuden solu klikataan aktiiviseksi (Kuva 15), mitataan ominaisuuden mitta ja lähetetään se U-WAVE-lähettimestä DATA-painiketta painamalla taulukon soluun.

	20 +/- 0.2	10 +/- 0.2	Ø 35 +/- 0.2	20.1 +/- 0.05	Ra 1.6	Jaysteet, viisteet ja pyöristyk set
Ominaisuus						
Mittalaite	Yöntömitta	Yöntömitta	Yöntömitta	Mikrometri	karheusm määräinen	
Alaraja	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0
Yläaraja	1.0001	1.0001	1.0001	1.0001	1.0001	1
	1	2	3	4	5	6
1						
2						

Kuva 15. Mittaustulosten merkintä.

Kuvassa 16 on kuvattuna keksityn kappaleen tarkastusmittaus. Yhden ominaisuuden mittaustulos on jäänyt alle toleranssirajan ja on siksi väriltään punainen, kun muut ovat vihreänä. Mittaustulosten oikealla puolella on toinen taulukko, johon kaavat ovat sijoitettu samalle sijainnille. Toteutumaton mitta näkyy kaavataulukossa ensimmäisen rivin sarakkeessa 4 "epätotena". Kun ensimmäisen kappaleen viimeinen mitta on suoritettu, siirrytään suoraan seuraavalle riville, seuraavan kappaleen mittaustarkastusta varten.

tein kyseiselle erälle lopputarkastuksen sähköisesti. Tarkastusprosessi toteutettiin samalla tavalla kuin lopputarkastusprosessi normaalistikin tehdään, mutta mittaaminen ja mittauspöytäkirja tehtiin U-WAVE-järjestelmää ja uutta pöytäkirjapohjaa käyttäen. Tarkastus suoritettiin minun työpisteelläni konepajan toimistossa, kun se muuten tehdään lähettämön tietokoneella. Tarkastuksesta saatiin lopputulokseksi sähköinen lopputarkastusmittauspöytäkirja. Lopputarkastusmittauspöytäkirja tallennettiin konepajan serverille tehtyyn kansioon ja sinne ne tullaan tallentamaan myös tulevaisuudessa. Tarkastuksesta jäi nyt myös dokumentoituna pöytäkirjan lisäksi tarkastuksen mittaustulokset.

Suurimpana haasteena mittausprosessissa koin sen, kun mittaustuloksen lähetyksen yhteydessä mittalaite liikahtaa melko helposti DATA-painiketta painaessa ja pöytäkirjalle tulee virheellinen mittaustulos. Kun näin käy, on kursori siirrettävä takaisin edelliseen soluun ja otettava mitta uusistaan. Tämä hidastaa mittaamista ja aiheuttaa haasteita tulevaisuudessa, jos mittaamisprosessi suoritetaan jossain muualla kuin tietokoneen ääressä. Tämä asia on huomioitava silloin, kun järjestelmän käyttöä laajennetaan tuotannon käyttöön.

Koska tämä testikäyttö tehtiin minun toimestani, selviää järjestelmän toimivuus varsinaisesti vasta siinä vaiheessa, kun lopputarkastusta tekevät kaksi tarkastajaa käyttävät järjestelmää käytännössä. Työntekijät on perehdytettävä laitteiston käyttöön ja Excel-pohjan käyttöön kunnolla ennen kuin käyttö aloitetaan. On myös varauduttava siihen, että kaikki ei toimi heti kunnolla ja muutoksia saattaa joutua tekemään ennen kuin sähköinen lopputarkastusjärjestelmä saadaan täysipäiväisesti käyttöön. Lisäksi järjestelmää voidaan tarpeen mukaan kehittää tai muuttaa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön alussa arvelutti muun muassa lopputarkastusmittauspöytäkirjapohjan toimivuus käytännössä. Erityisesti pohdittiin, onko se toimiva, täyttääkö se sille asetetut vaatimukset ja toimiiko langaton järjestelmä hyvin. Auttaako langattomasti toimitettu mittadata ja uusi pöytäkirjapohja lopputarkastuksen tekoa niin, ettei se ainakaan hankaloita prosessia tai tuota enemmän työtä tarkastuksen tekijälle? Langaton mittadatansiirtojärjestelmä toimii lopputarkastuksen teossa tämänhetkisen kokemuksen perusteella hyvin. Tehdyn testilopputarkastuksen perusteella järjestelmä ja pöytäkirjapohja toimivat niin kuin pitääkin. Tarkastuksen tekemistä haittaa jonkin verran se, että mittalaitte liikauttaa helposti mittaustulosta lähettäessä ja mittaustulos saattaa kirjautua virheellisenä. Hankaloittava tekijä on myös se, että osa tiedoista pitää kirjoittaa pöytäkirjalle manuaalisesti sen takia, että mittalaitetta ei saa kytkettyä lähettimeen. Hankaluuksia tuottaa varsinkin ne mittalaitteet, jotka eivät ole siirrettävissä tarkastuspisteelle tietokoneen viereen. Koska mittalaitetta ei saa siirrettyä tarkastuspisteelle, se tarkoittaa sitä, että mittatietojen siirtäminen tapahtuu joko muistivaraisesti tai muistilappujen avulla mittalaitteelta järjestelmään manuaalisesti. Tässä syntyy selkeä riski ja mahdollisuus inhimilliseen virheeseen. Se myös saattaa lisätä ja hankaloittaa tarkastusprosessia nykyisestä. Hankaloittaako se prosessia, selviää lopullisesti siinä vaiheessa, kun sähköinen lopputarkastus käynnistyy käytännössä. Opinnäytetyön alussa koetut yrityksen serverivaihdokseen liittyvät IT-ongelmat muistuttivat tietotekniikan toimivuuden tärkeydestä, mutta myös siitä kuinka haavoittuvaisia toiminnot ovat, kun tietotekniikka ei toimi. Sama koskee myös muuta järjestelmään liittyvää laitteistoa, kun jokin laite hajoaa, kaikki pysähtyy odottamaan sen korjaamista, ellei varajärjestelmää ole olemassa.

MeasurLinkin ja Real-Time:n toiminta on koettu yrityksessä hienoisena pettymyksenä sen kankeuden ja vaikeasti muokattavissa olevan pöytäkirjapohjansa vuoksi. Kunnan käyttöohjeita MeasurLinkistä ei ole olemassa, ja ohjelmiston käytön opastus pohjautuu lähes täysin Mitutoyon ohjelmistotukihenkilö Jani Vainion ohjaamiseen. MeasurLinkin ja Real-Time:n käytön harjoittelu vie aikaa. Joka tapauksessa sovelluksen käyttöä ja niihin tutustumista pitää jatkaa, jotta löydetään oikeat tavat käyttää niitä hyödyksi laadunvalvonnassa. Excel-taulukko toimii lopputarkastuksessa melko hyvin niin kauan, kun itse tuotteeseen tai sen ominaisuuksiin ei tule paljon muutoksia. Muutoksien tekeminen laskukaavojen ja laskurien vuoksi on Excelissäkin työlästä. Uuden pöytäkirjapohjan tekeminen uudelle tuotteelle vaatii edelleen työtä. Koska tällä hetkellä asetuksen aikaiset ja tuotannonaikaiset mittauspöytäkirjat täytetään käsin, voidaan Excel-pohjaista lopputarkastusmittauspöytäkirjaa pienillä muokkauksilla käyttää myös asetuksen aikaisiin mittauspöytäkirjoihin. Tiedonkeruuseen käytettävä ohjelmisto vaatii edelleen työtä ja suunnittelua, mutta Excel toiminee lopputarkastuskäytössä niin kauan kuin jotain uutta löytyy tilalle.

Opinnäytetyön aikana olen huomannut, että vaikka kuinka yritän ottaa kaikki mahdolliset asiat huomioon ja suunnitella asiat loppuun asti, tulee aina epäkohtia vastaan tai jokin asiat on jääneet huomioimatta. Siinä vaiheessa tarvitaan mukautumista ja organisointikykyä pysäyttääkseen prosessi, muuttaakseen suunnitelmia ja jatkaa työtä uusilla suunnitelmilla ja ratkaisulla. Olen silti edelleen sitä mieltä, että tehdään mitä hyvänsä, suunnitteleminen ja harkitseminen kannattaa. Vaikka suunnitteluun kuluva aika säästyisi,

epäonnistuneet tai huonosti organisoidut kokeilut vievät aikaa, varsinkin jos ne eivät kuitenkaan toteudu. Toisaalta jos tekemisiään alkaa miettimään ja analysoimaan liikaa, saattaa jokin hullu, mutta lopulta toimiva idea jäädä kokeilematta. Olen työtä tehdessäni myös oppinut, että prosessin suunnitteluvaiheessa tehdään monenlaisia päätöksiä. Suunnitteluvaiheessa mietitään eri toimintatapoja, joilla työ voitaisiin tehdä, mietitään tapojen hyödyt ja heikkoudet. Punnitaan mikä olisi tähän tilanteeseen ja yrityksen toimintaan sopiva tapa ja sen pohjalta päätetään, miten toimitaan. Tärkeää on myös kuunnella järjestelmää käyttävien mielipidettä tai tarpeita, ettei suunnittele valmiiksi huonosti toimivaa prosessia. On helpompaa muuttaa prosessia suunnitteluvaiheessa kuin siinä vaiheessa, kun järjestelmän pitäisi olla täydessä käytössä.

Tässä työssä itse laitteiston kanssa oli vähiten työtä. Suurimman työn ajallisesti tein pöytäkirjapohjan ja tarkastusprosessin suunnittelun kanssa. Itse pöytäkirjan kanssa tein eniten töitä, mutta uskon että suunnitteluun käytetty aika ja vaiva korvaantuu hyvin toimivassa lopputarkastusprosessissa. Työ on ollut tärkeää Raikka Oy:n koneistamon laadunvalvonnan dokumentoinnin kannalta ja sen avulla laaduntarkastus saadaan jäljitettäväksi. Langaton järjestelmä ja mittatietojen kerääminen kannattaisi ehdottomasti laajentaa myös tuotannon käyttöön, jotta järjestelmän tarjoamat mahdollisuudet ja toiminnot saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Mittatietojen sähköinen kerääminen auttaisi koneistajaa seuraamaan tuotteen eri ominaisuuksien kehitystä. Mittaustuloksien kehityksen seuraaminen, auttaa arvioimaan terien kulumista koneen käydessä. Kun mittadataa saadaan kerättyä sähköisesti, pystytään seuraamaan ja tarkkailemaan tilastollisen prosessinohjausohjelmiston (SPC) avulla tuotannon laatua ja kyvykkyyttä.

LÄHTEET

Aumala O. 2001. Mittaustekniikan perusteet. 10., korjattu painos. Helsinki: Oy Yliopisto-kustannus / Otatieto.

Finanssialan Keskusliitto. ISO 9001:2008. Laatukäsikirjan laatimismalli. Viitattu 14.7.2020. https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/ISO_9001_2008_Laatukasikirjan_laatimismalli_FK2009.pdf.

IP-luokitus. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry. Viitattu 30.7.2020. <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>.

Kauppalehti. Yrityshaku. Raikka Oy. Viitattu 4.8.2020. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/raikka+oy/01131061>.

Kume, H. 1998. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. Toinen, korjattu painos. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

MeasurLink Real-Time Standard. Viitattu 17.10.2020 <https://measurlink.com/products/real-time-standard>.

Mitutoyo. Mittauksen pikaopas. Tarkkuusmittavälineet pituudenmittaukseen. Suomenkielinen painos. Sähköinen aineisto. Viitattu 28.5.2020. https://www.mitutoyo.fi/fi_fi/education.

Mitutoyo. U-WAVEPAK User's Manual No. 99MAL216A8. 9. painos 2016.

Mitutoyo. Web-Shop. Viitattu 28.11.2020.

Puolustusvoimat. Esikunta. GQA-laadunvarmistus ja AQAP-julkaisut 2019. Viitattu 6.8.2020. https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2267766/GQA_ja_AQAP_2019.pdf/.

Raikka Oy. 2020 Laatu- ja Ympäristökäsikirja. Raikka Oy:n laaturyhmän hyväksymä 20.8.2020.

Salokoski, H. 2018. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto. Raikka Oy:n konepajayksikön toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikka. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Salomäki, R. 1999. Suorituskykyiset prosessit – Hyödynnä SPC. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.