

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Tuomo Myllymäki

Langattoman mittausympäristön käyttöönotto

Työn valvoja Pt. tuntiopettaja Joni Nieminen Insinööri (AMK)
Työn ohjaaja TAMK, projekti-insinööri Jani Katajisto
Tampere 05/2010

Myllymäki, Tuomo
Tutkintotyö
Työn valvoja
Työn teettäjä
Toukokuu 2010

Langattoman mittausympäristön käyttöönotto
33 sivua + 24 liitesivua
Pt. tuntiopettaja Joni Nieminen
TAMK, valvojana Jani Katajisto Insinööri (AMK)

Tiivistelmä

Langatonta mittausympäristöä käytetään teollisuudessa helpottamaan laadullista seuranta- ja nopeuttamaan mitattavien kappaleiden työkiertoa. Ympäristö soveltuu myös hyvin työpisteille, jossa työskentelee automatiikasta johtuen vähemmän henkilökuntaa.

Työn aiheena oli tutustua langattoman mittausympäristön laitteistoihin ja niiden toimintaperiaatteisiin. Nämä laitteistot muodostavat yhdessä pienimuotoisen tilastollisen prosessinhallintajärjestelmän. Tämän langattoman mittausympäristön on tarkoitus toimia opetuskäytössä Tampereen ammattikorkeakoulussa.

Langaton ympäristö koostuu useasta erilaisesta laitteistosta. Järjestelmän alkupäässä toimivat digitaaliset mittauslaitteet, joissa on liitännät tiedonsiirtoa varten. Ympäristössä on tiedonsiirtoon useampia erilaisia ratkaisuja, kuten langattomat tiedonsiirtolaitteet sekä kiinteät kaapelisiirrot. Lopuksi tiedonsiirtolaitteisto välittää tiedot tietokoneohjelmille, joilla kyetään tallentamaan saadut tulokset sekä esittämään ne erilaisilla kaavioilla.

Käyttöönotto rakentui laitteistoihin tutustumisesta aina yksinkertaisen mittaustiedosto-ohjeen tekoon. Ohjeen tarkoitus on auttaa uusia käyttäjiä pääsemään alkuun näyttäen kaikki tarpeellimmat ja tärkeimmät ohjelmisto-osiot aina laitteiden kiinnityksestä mittaustulosten saantiin asti.

Työssä havainnointiin nykyisessä tilanteessa erilaisia ongelmia, joihin voidaan saman tien puuttua. Opetukseen langaton mittausympäristö ei kuitenkaan ole vielä valmis tämän opinnäytetyön jälkeen. Tämä vain pohjustaa asioita tarkempaa organisointia varten sekä antaa tietoa tarvittaville rakennemuutoksille, jotta ympäristöstä saataisiin mahdollisimman toimiva ja monipuolinen.

Myllymäki, Tuomo
Engineering Thesis
Thesis Supervisor
Commissioning Company

Initialization of the Wireless Measuring Environment
33 pages + 24 appendices
Lecturer Joni Nieminen B. Eng
Tampere University of Applied Sciences,
Supervisor Jani Katajisto B. Eng

May 2010

Abstract

Wireless measuring environment is used in industry for ease quality control and speed up work cycle of measurable units. Measuring environment is also suitable for automated workplaces where there is not needed as many workers.

The purpose of the thesis was getting familiar with equipments of wireless measuring environment and its operating principles. These equipments are connected together with small statistical process control system. Tampere University of Applied Sciences is going to operate wireless environment for educational use.

Wireless environment consist of many different measuring equipments. The system requires digital measuring tools which have connection possibilities for data transfer. Environment has many solutions for data transfer, e.g. wireless and cable connections. Measuring data is collected to measure database with the computer for later use. Measured results can be used for measuring diagrams and quality control.

The first step of building up the system was to get familiar with equipments and then making simple instructions of measuring examples. Instruction helps new users to get started and shows every necessary and important program features. Instructions show everything from equipment connections to the receiving of measuring data.

During the work was noticed different needs and weaknesses from the current situation which could be immediately get involved with and fixed. Wireless measuring environment isn't ready for use of teaching after this thesis. This thesis only gives more information for better organizing. It also gives more knowledge for needed structure changes that environment could be as functional and versatile as it just could be.

Alkusanat

Opinnäytetyöni oli mielenkiintoinen projekti, joka auttoi hahmottamaan paremmin opiskelemaani alaa yhdestä näkökulmasta. Työssä pääsin tutustumaan uusiin laitteisiin ja niiden toimintaan. Varsinkin yhdessä käytettynä laitteiden luomaa kokonaisuutta oli mielenkiintoista tarkastella.

Opinnäytetyöni on tehty Tampereen ammattikorkeakoululle, ja haluaisinkin kiittää kaikkia, jotka osallistuivat opinnäytetyöni rakentumiseen.

Eryteisesti haluaisin kiittää Teräskonttori Oy:n Harri Salmea avustuksesta opinnäytetyöhöni. Suurimmat kiitokset kuuluvat mielenkiintoisesta aiheesta ja opastuksesta työni ohjaajalle Joni Niemiselle.

Tampereella toukokuussa 2010

Tuomo Myllymäki

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
LYHENTEET JA MERKINNÄT	7
1 JOHDANTO	8
2 TIETOA MITTAUSLAITTEISTOSTA	9
2.1 MITTAUSVÄLINEISIIN TUTUSTUMINEN	9
2.2 OHJELMISTOIHIN TUTUSTUMINEN	10
2.3 SPC-JÄRJESTELMÄ.....	10
3 MITTAUSVÄLINEET	10
3.1 TYÖNTÖMITAT	11
3.2 SYVYYSTYÖNTÖMITTA	11
3.3 KAARIMIKROMETRISARJA	12
3.4 URAMIKROMETRI.....	12
3.5 KOLMIPISTESISÄMIKROMETRISARJA	13
3.6 SYVYYSMIKROMETRI	13
3.7 SISÄMIKROMETRI.....	14
3.8 KORKEUDENMITTAUS- JA PIIRTOJALKA.....	14
3.9 MITTAKELLOT.....	15
3.10 REIKÄKELLO	15
4 TIEDONSIIRTOLAITTEISTO.....	16
4.1 MITUTOYO	16
4.1.1 Vastaanotin.....	16
4.1.2 Lähettimet.....	17
4.1.3 Välimuuntimet	17
4.1.4 Kaapelit.....	17
4.2 IBR	18
4.2.1 Vastaanotin.....	18
4.2.2 Lähettimet.....	18
5 MITTAUSOHJELMAT	19
5.1 U-WAVEPAK.....	19
5.1.1 Virtual COM Port Setting.....	19
5.1.2 Setup Start	19
5.1.3 Data I/F Start	20
5.2 MEASURLINK 6.0	20
5.2.1 Process Analyzer.....	20
5.2.2 Process Manager.....	20
5.2.3 Real-Time Plus.....	21

5.2.4	<i>Support Center</i>	21
5.3	IBR SIMKEY v.1.50.....	23
5.3.1	<i>Programming of the devices</i>	23
5.3.2	<i>IBR keyboard interface</i>	23
6	YKSIKKÖKOHTAISET JÄRJESTELYT MITTAUSVÄLINEILLE	24
6.1	LANGATON JÄRJESTELMÄ (MITUTOYO)	24
6.2	LANGATON JÄRJESTELMÄ (IBR)	24
6.3	MANUAALINEN JÄRJESTELMÄ.....	25
6.4	KAAPELIKIINNITYSJÄRJESTELMÄ.....	25
7	OHJEISTUS MITTAUSTIEDOSTON RAKENTAMISEEN.....	26
7.1	TARVITTAVAT OHJELMISTO-OSIOT.....	26
7.2	ESIMERKKITIEDOSTON RAKENTAMINEN.....	27
8	LAITTEIDEN VERTAILUA.....	27
9	KÄYTTÖÖNOTON ONNISTUMINEN	29
9.1	KÄYTTÖÖNOTON AIKANA KOETUT ONGELMAT	30
9.2	JATKOTOIMENPITEET	31
	LÄHTEET	32
	LITTEET.....	33

Lyhenteet ja merkinnät

SPC	Statistical Process Control (tilastollinen prosessinhallintajärjestelmä)
IP42	Suojausluokan DIN EN 60 529 mukainen standardimerkintä, joka määrittää suojauksen vieraille rakeisille ainesosille (suuremmat kuin 1 mm) sekä suojauksen tippuvaa vettä vastaan (15° pystysuorasta).
IP53	Suojausluokan DIN EN 60 529 mukainen standardimerkintä, joka määrittää suojauksen pölyltä sekä suojauksen tippuvaa vettä vastaan (60° pystysuorasta).
IP65	Suojausluokan DIN EN 60 529 mukainen standardimerkintä, joka määrittää hyvän pölytiiviyden sekä vesiruisun kestävä suojauksen
IP67	Suojausluokan DIN EN 60 529 mukainen standardimerkintä, joka määrittää hyvän pölytiiviyden sekä väliaikaisen veteen upottamisen.
DIN 862	Standardimääritteinen mittaustarkkuus. Toleranssi mittauksiin on $\pm 0,02$ mm alle 200 mm laitteessa ja $\pm 0,03$ mm yli 200 mm laitteessa.

1 Johdanto

Langaton mittausteknologia yleistyy erilaisten teollisuushaarojen käytössä jo siinä määrin, että on hyvä saada samankaltaista teknologiaa opetettavaksi. Langaton mittaussympäristö on tarkoitus sijoittaa Tampereen ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön. Pääsääntöisesti ympäristöllä tullaan opettamaan kone- ja tuotantotekniikka-alan opiskelijoita. Ympäristö sijoitetaan ensisijaisesti konetekniikan laboratorion tiloihin.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään langattoman mittaussympäristön rakentamiseen, siihen liittyvien laitteiden hankinnasta aina toimivan mittaustiedoston tekemiseen. Työssä käsitellään mittauksissa tarvittavia mittausvälineitä sekä tiedonsiirtolaitteita. Kerrotaan myös tietokoneohjelmista, joita tarvitaan mittauslaitteiden tukena sekä mittaustulosten dokumentointia varten pohjautuen SPC-menetelmään. Kokonaisuudessaan pyritään ohjelmistojen ja mittausvälineiden ongelmattomaan yhteistyöhön.

Tämän työn aikana ohjeistetaan mahdollisimman yksinkertaisen mittaustiedoston rakentaminen, jossa peruseräaatteet ympäristön käytännöllisyydestä ilmenevät. Tiedoston kautta järjestelmä tulee käytännönläheisemmin tutuksi, minkä jälkeen pystyy halutessaan perehtymään yksityiskohtaisempiin seikkoihin. Työn tarkoituksena on avustaa lukijoita ymmärtämään mittaussympäristön edut ja hyödyt.

Tämä työ antaa hyvän näkökulman teollisuuden kehitykseen. Nykyään standardit ja toleranssit määräävät tuotteiden laatuolosuhteet. Tällainen SPC-pohjainen tiedontallennusmenetelmä antaa mahdollisuuden helppoon ja yksinkertaiseen tarkkailuun sekä nopeaan reagointiin muutosten suhteen.

2 Tietoa mittauslaitteistosta

Ympäristön rakentaminen alkoi erilaisten tuoteluetteloiden ja valikoimien vertailulla. Tutkittiin vaihtoehtoja mittaustyökalujen sekä tiedonsiirtovälineiden osalta. Tietokone-ohjelmistot tuntuivat olevan riippuvaisia tiedonsiirtolaitteista, joten niihin ei siinä vaiheessa kiinnitetty juurikaan huomiota.

Laajasta mittauslaitteivalikoimasta valittiin tarpeelliset ja yleishyödylliset välineet. Ne, joita käytetään aktiivisesti teollisuudessa sekä, jotka ovat jo ennakolta tuttuja tekniikan alan opiskelijoille. Perusmittalaitteiden sijaan valittiin digitaaliset versiot juurikin langattomaan mittausympäristöön soveltuvaksi toiminnallisten periaatteiden vuoksi. Opetuskäyttöön tulevien mittalaitteiden takia valittiin tiedonsiirtoon useamman valmistajan tuotteita, jotta saataisiin myös vertailunäkökulmaa saman tuotepiirin laitteistoista ja toiminnallisuuksista.

Päädyimme Mitutoyon mittalaitteisiin, koska Mitutoyo on maailmalla tunnettu laadustaan ja luotettavuudestaan teollisessa käytössä. Langattoman järjestelmän tiedonsiirtoon otimme mittalaitteisiin kiinnitettävät Mitutoyon lähettimet sekä tietokoneeseen liitettävän vastaanottimen. Vertailukohdaksi tähän otimme myös IBR:n lähettimet ja vastaanottimen. Erikoisuutena langattomuuden lisäksi ympäristössä toimii kaapeleiden kautta siirtyvä tieto. Kaikki langattoman ympäristön tuotteet on hankittu Teräskonttori Oy:n kautta.

2.1 Mittausvälineisiin tutustuminen

Tilausten saavuttua alkoi välineisiin tutustuminen. Itse perustoiminnallisiin seikkoihin ei tarvinnut perehtyä, koska mittalaitteiden käyttöperiaatteet olivat pääosin jo ennestään tuttuja. Mittalaitteiden digitaal näytöt ja toiminnallisuudet erosivat hieman toisistaan, joten käyttöoppaat tulivat tarkastelun alle. Pikemminkin mittauslaitteiden toiminnallinen yhteys muihin välineisiin oli hämärän peitossa: se, miten tiedonsiirtolaitteet ja mittalaitteet toimivat yhdessä sekä miten tiedonsiirtovälineiden ja tietokoneohjelmien yhteiskäyttö toimii. Laitteistoihin paremmin tutustuessa ja kokeiltaessa pystyttiin jo suunnittelemaan tulevaa ja arvioimaan, minkälaisia mittakappaleita olisi suosituisaa käyttää tietyille mittavälineyhdistelmille.

2.2 Ohjelmistoihin tutustuminen

Tietokoneohjelmat eivät olleet ennestään tuttuja. Niihin täytyi perehtyä alusta alkaen perusteellisesti. Näihin sai tietoa valmistajilta saaduista ohjekirjoista sekä itse kokeilemalla saaduista tiedoista soveltaen. Tiedon vangitsijana toimii neljä Hewlett Packardin kannettavaa tietokonetta, joilla jokaisella on oma tarkoituksensa eri mittavälineiden ja tiedonsiirtolaitteiden kanssa. Ohjelmistoina tietokoneissa toimivat Mitutoyon Measurlink v.6.0 ja U-WAVEPAK sekä IBR:n Simkey v.1.50.

2.3 SPC-järjestelmä

SPC on tilastollinen prosessinhallintajärjestelmä (Statistical Process Control). SPC-järjestelmä toimii tilastollisen ajattelun perustana, varsinkin laaja-alaisemmissa tuotantoprosesseissa. SPC auttaa havainnollistamaan erilaiset muuttujat, jolloin niihin pystytään herkemmin puuttumaan ja muokkaamaan asioita oikeaan suuntaan ennen suurempia ongelmia. SPC:llä voidaan kartoittaa prosessien suorituskykyihin vaikuttavia seikkoja, kuten ajalliset, laadulliset sekä taloudelliset määritteet. /1/

Langaton mittausympäristö ei ole osa mitään suurempaa prosessia, vaan se keskittyy pienimuotoisena SPC:nä mittausteknisen datan tilastointiin. Tarkoituksena on opettaa käyttäjille, laatu-tekniikan näkökulmasta, erilaisten tilastollisten menetelmien merkitys hallitun prosessin aikaansaamiseksi. Siinä kerätään saatua tietoa, joita erilaiset vaihtoehdotiset diagrammit ja taulukot ilmentävät.

3 Mittausvälineet

Pääosa mittausympäristön laitteistosta on digitaalisia mittausvälineitä. Suurimmassa osassa näistä mittauslaitteista ei ole mahdollista saada ollenkaan analogista mittaustulosta, analogisten merkintöjen puuttuessa, joten ilman digitaalinäytön päällä oloa ei voi saada minkäänlaista tulosta. Mittausjärjestelmän langattomuuden mahdollistaa Mitutoyon kehittämä Digimatic-tiedostoliitännämenetelmä. Ympäristön mittauslaitteissa käytetään paria erilaista liitännämallia, mikä mahdollistaa myös muiden valmistajien laitteiden yhdistämisen järjestelmään. Mitutoyon mittauslaitteiden digitaalinäytöt toimivat pienillä paristoilla (SR-44). Kaikkien mittaustyökalujen kuvat ovat liitteessä (Liite 1).

3.1 Työntömitat

Työntömitta on monipuolinen mittausväline. Se soveltuu mitä erilaisimpiin mittaustilanteisiin. Työntömitan liikkuvat liikkeet tapahtuvat luistien avulla, jotka on sovitettu toisiinsa. Reikien halkaisijat sillä saadaan mitattua sisämittauskärjillä, jotka sijaitsevat mittauslaitteen yläpuolella ja ovat yleensä pienemmät kuin ulkomittauskärjet. Ulkomittauskärjillä kyetään mittaamaan ulkopintavälit, jotka ovat kyseisen mittausvälineen mittausrajojen sisäpuolella. Työntömitalla saadaan myös mitattua erilaisten urien ja reikien syvyydet ohuella tikulla, joka sijaitsee mittauslaitteen sisällä ja tulee ulos laitteen pohjasta. Työntömitta ei kuitenkaan sovellu äärimmäisen tarkkoja mittoja vaativiin tehtäviin. Analogisen työntömitan mitta-asteikossa on korkeustasoeroja, joten on tärkeää katsoa mittaustulos oikeasta kulmasta tulkintavirheiden välttämiseksi.

Tässä mittausjärjestelmässä käytetään kahta digitaalista työntömittaa. Molemmat työntömitat kuuluvat Mitutoyon 500-sarjan työntömittoihin. Molempien työntömittojen mittaustarkkuus on 0,01 mm luokkaa. Se on tarkempi kuin analogisilla työntömitoilla, joilla tarkkuusaste on vain 0,05 mm.

Pienemmällä työntömitalla (malli: Absolut Coolant Proof, 500-716-11) saadaan mitattua kappa-leita 0 – 150 mm väliltä. Siinä on IP-67 mukainen suojaluokka ja DIN 862 mukainen mittaustarkkuus. Tämä mittausväline on ympäristön kestävin laite pölyn, lian ja kosteuden osalta. /2/

Suurempi työntömitta kuuluu offset-sarjaan (malli: Digimatic, 573-103-10), ja sillä kykenee mittaamaan 0 – 300 mm välillä. Offset-malli mahdollistaa laaja-alaisemman käytön kuin työntömittojen perusmallit. Offset-malli eroaa normaalista sikäli, että ylin mittaussleuka on säädeltävä. Näin sillä saadaan mitattua eri tasoilla olevia välejä. /9/

3.2 Syvyystyöntömitta

Syvyystyöntömitan mittausasteikko on samanlainen kuin perustyöntömitoissa. Syvyystyöntömitta on tarkoitettu vain syvyyksien mittaamiseen. Tässä asiassa sitä helpottavat leveät sillat mitta-levyn molemmin puolin. Sillat eivät ole kovinkaan paksut, minkä vuoksi on mahdollista saattaa mittaussleuka virheelliseen mittausasentoon (esim. vinoon).

Kolmantena työntömittasarjaan kuuluvana mittausvälineenä toimii syvyystyöntömitta (malli: 571-251). Sen tehtävänä on mitata ainoastaan 0 – 150 mm syvyydellä olevia uria ja reikiä. Digitaalinen mittausasteikko näyttää syvyydet 0,01 mm tarkkuudella. Suojaluokkana toimii IP-67. /2/

3.3 Kaarimikrometrisarja

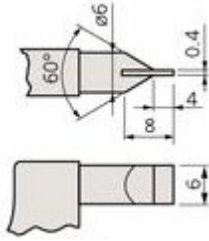
Kaarimikrometrit on tarkoitettu mittaamaan erilaisten kappaleiden tasapintaisia halkaisijoita. Perusmallit eivät sovellu muuhun tarkoitukseen. Kaarimikrometreillä saadaan mitattua huomattavasti tarkempia mittausrvoja kuin työntömitoilla. Mittauskara pyörii muiden pyörivien osien ohella kaarimikrometrissä. Mittauslaitteen sisällä on tarkasti toleroitu kierretappi, jota räikkä laitteen ulkopuolella pyörittää. Räikässä on momenttirajoitteet, ettei herkkiä mittaussaitteen osia tuhottaisi eikä mittaustarkkuutta vahingoitettaisi turhalla voiman käytöllä. Räikkä ilmoittaa muutamalla naksahduksella osuessaan mittauskappaleeseen, ja samalla mittausrumpu pysähtyy.

Mittaussympäristön kaarimikrometrisarja käsittää mahdollisimman suuren mittausalueen. Sarjassa on neljä erikokoista mittaussaitetta sekä asetusmittapaloja välineiden mittaustoleranssien tarkistamiseen. Kokoluokat ovat 0 – 25 mm, 25 – 50 mm, 50 – 75 mm ja 75 – 100 mm (mallit: Digimatic, 293-230, 293-231, 293-232 ja 293-233). Nämä laitteet toimivat 0,001 mm tarkkuudella ja IP-65:n mukaisella suojausluokalla. /2/

3.4 Uramikrometri

Uramikrometrin rakenne on täysin sama kuin normaalissa kaarimikrometrissä. Eroa kaarimikrometriin on vain mittauspinnan osalta. Kun kaarimikrometrissä on pyöreä mittauskara sekä tasainen mittauspinta, on uramikrometrissä talttapäinen mittauskara ja kapea mittauspinta. Tämä kapea mittauskara ei pyöri, kuten se tekee kaarimikrometrissä. Näin saadaan pidettyä vastakkaiset kapeat mittauspinnat kohtisuorassa jatkuvasti toisiaan vastaan. Kapeilla mittauspäillä päästään mittaamaan mittauskappaleen ulkopuolisia kapeita uria, joihin olisi normaalisti vaikea päästä.

Tällaista erikoismallia (malli: Digimatic, 422-231) tarvitaan harvemmin, mutta tässä mittaussympäristössä se tuo hyvän lisän erikoisempiin mittaussaitteisiin. Kuten kaarimikrometritkin, tämä mittalaite antaa mittaustuloksen 0,001 mm tarkkuudella. Tosin tämä on herkempi ulkopuolisille vaikutteille kuten pölylle, kosteudelle ja muutenkin lialle suojausluokkien puuttuessa. Mittauslaitteessa on mahdollista käyttää useampaa erilaista mittauskärkeä, mutta tässä välineessä käytetään muotoa D4 (kuva 1). /2/



Kuva 1. Uramikrometrin kapea mittauspinta. /10/

3.5 Kolmipistesämikrometrisarja

Kolmipistesämikrometri on tarkoitettu vain symmetristen reikien halkaisijoiden mittaamiseen. Mittalaitteen kolme eri kosketuspistettä takaavat tarkan mittaustuloksen. Laitteen toisessa päässä oleva säätöräikkä keskittää laitteen reikään automaattisesti sekä takaa herkän kosketuksen kosketuspisteiden ja mittauskappaleen välillä. Tämän laitteen käyttö on rajallista, varsinkin mentäessä pienempireikäisiin kohteisiin. Mittausvälineen mekaaniset osat olisivat liian pienet ja herkäät mittaustuloksen varmistamiseksi. Kaarimikrometrin mittaustasteikkoon nähden kolmipistesämikrometrin asteikko on käänteinen, eli kolmipistesämikrometrissä mittaustulokse kasvaa sitä suuremmaksi, mitä lähemmäksi mennään räikällä mittauskohdetta.

Mittausympäristössä käytetään kolmea erikokoista kolmipistesämikrometriä (mallit: Digimatic-Holtest, 468-167, 468-168 ja 468-169). Mittausalueet näille laitteille ovat 25 – 30 mm enimmäissyvyydestä 88 mm, 30 – 40 mm enimmäissyvyydestä 102 mm ja 40 – 50 mm enimmäissyvyydestä 102 mm. Suojaluokkana näille laitteille toimii IP-65 ja tarkkuusstandardina DIN 863/4 (vain silloin kun mittauspinnat koskettavat enimmäispituudeltaan). /2/

3.6 Syvyysmikrometri

Syvyysmikrometrillä voidaan mitata ainoastaan erilaisia syvyyksiä. Tässä mikrometrissä on sama rakenteellinen periaate kuin syvyysoyntömitassa (ks. 2.5.1 syvyysoyntömitta). Mikrometreille tyypilliseen tapaan siinä on säätöräikkä, joka takaa herkän ja tarkan mittaustuloksen. Kuten myös kolmipistesämikrometrillä, syvyysmikrometrillä on käänteinen mittaustasteikko kaarimikrometriin nähden.

Langattomassa ympäristössä toimivan syvyysmikrometrin (malli: Digimatic, 329-250) digitaalinen näyttö näyttää mittaustulokset 0,001 mm tarkkuudella. Mittalaitteessa on kuitenkin digitaalisen näytön lisäksi laitteen rungossa perusmittalaitteen tavoin mitta-asteikko, joka tosin antaa tulok-

sen vain 0,01 mm tarkkuudella. Syvyysmikrometrin mukana on kuusi erilaista mittatappia, eroavaisuus näissä tapeissa on ainoastaan pituus. Laite kykenee mittaamaan syvyyksiä 0 – 150 mm väliltä. Mittalaitteen poikkisillan kärkiväli on 100 mm ja paksuus 16 mm, joten mittauslaitteella saadaan kohtalaisen suuria reikiä mitattua. /2/

3.7 Sisämikrometri

Sisämikrometri mittaa nimensä mukaisesti sisämittoja; halkaisijoita, välejä tai urien leveyksiä. Mikrometrien tapaan mittaus tapahtuu pyöritettävän räikän avulla. Verrattuna muihin sisämittalaitteisiin (esim. kolmipistesisämikrometreihin) sisämikrometrillä ei kyetä takaamaan täysin tarkkoja mittoja. Syynä tähän on, että sisämikrometri on "tikku", jolla mitataan kahden pisteen väliltä. Tarkan mittaustuloksen saamiseksi kappaleesta on kappaleeseen merkattava mittauskohdat. Muutoin sisämikrometrin toista päätä joudutaan kuljettamaan mitattavan kappaleen pinnalla, jotta saadaan tarvittava maksimiarvo. Usein kuitenkin joudutaan mittaamaan mittauskohta useampaan kertaan luotettavan mittaustuloksen nimissä.

Tämä mittalaite (malli: 139-177) on harvoja analogisia mittaustyökaluja langattomassa ympäristössä. Mittaussäteenä on 100 – 2100 mm ja tuo laaja mittausalue saadaan kahdeksan erikokoisen jatkopalan avulla (koot: 25, 50, 100, 200 ja 4 x 400 mm). Mittaustarkkuus on 0,01 mm luokkaa. Erikoisuus kyseisessä mittalaitteessa on se, että mittauspinnat ovat kovametallia, mutta muovi toimii rungon materiaalina. Muovi toimii parempana eristeenä kuin metalli, joten lämmöstä johtuvia mittausrvirheitä saadaan minimoitua. /2/

3.8 Korkeudenmittaus- ja piirtojalka

Korkeudenmittaus- ja piirtojalka keskittyy mittaamaan kappaleiden kokoja. Erikoisen tästä mittalaitteesta tekee se, että sillä ei ole mitään vastakappaletta määritelty. Se on kiinteästi jalustassaan kiinni ja mittauskappale asetetaan sen alle esimerkiksi pöydälle, jolloin vain pylväsrakenteessa kiinni oleva mittauskärki liikkuu pystysuuntaista liikettä. Tämä mittauslaite poikkeaa monesta muusta mittavälineestä siinä, että se on kiinteästi paikallaan raskastekoisuutensa vuoksi. Mittauskappaleeseen saadaan tehtyä merkintöjä halutulle korkeudelle mittauskärjessä olevan terävän piirtokärjen avulla.

Tämä mittausväline (malli: Digimatic, HDM-A, 192-664-10) on ympäristössä ainoa, jota pidetään kiinteästi paikallaan ja mittauskappaletta siirrellään mittauksen mahdollistamiseksi. Korkeudenmittaus- ja piirtojalka painaa n. 10 kg ja on n. 800 mm korkea. Sillä kyetään mittaamaan ja

merkkaamaan jopa 600 mm korkeita kappaleita. Tässäkin mittauslaitteessa digitaalinäyttö helpottaa mittaustuloksen seuranta ja saamista. Mittaustarkkuus on 0,01 mm luokkaa. /2/

3.9 Mittakellot

Mittakellon tarkoituksena on tarkastella epäkeskisyyksiä pyörivissä kappaleissa tai erilaisten pintojen tasaisuuksia. Mittausalueet ovat kellolla kohtalaisen pieniä, muutamien kymmenien millimetrien luokkaa. Mittalaitteessa suurin liikkuva osa on mittauskara ja sen päässä oleva mitauskärki, jotka liikkuvat mittauslaitteen pituusakselin suuntaisesti. Mittakelloja ei voida käyttää mittaustoimenpiteissä sellaisenaan. Mittauksissa käytetään aina jotain tukea tai vartta, jolla saadaan pidettyä kello tukevasti paikallaan. /3/ /4/

Yksinkertaisemmalla mittakellolla (malli: Absolute Digimatic, ID-S, 543-681B) saadaan mittauservot 0,01 mm tarkkuudella. Mittauskärjen materiaalina toimii kovametallikuula, joka on kulumiskestävämpää kuin normaali metalli. Origin-toiminnolla kyetään määrittämään haluttu nollapiste mitta-alueella. Mittauslaitteessa voidaan myös määrittää negatiivisen ja positiivisen mittaustuloksen suunnat. Mittakellon suojausmääritteenä on IP53. /2/

Monitoimisemmalla mittakellolla (malli: Absolute Digimatic, ID-C, 543-264B) saadaan mittaustulokset 0,003 mm tarkkuudella. Siinä voidaan yksinkertaisemman mittakellon tavoin vaihtaa negatiivisen ja positiivisen mittaustuloksen suuntaa. Tässä mittakellossa voidaan myös määrittää kolmelle eri referenssiarvolle mittauskohdat, ja täten saadaan helposti seurattua mittaustoleransseja. Mittakellon suojausmääritteenä toimii IP42. /2/

3.10 Reikäkello

Reikäkellolla mitataan nimensä mukaisesti reikien sisähalkaisijoita. Reikäkellon jatkovarsilla pystytään mittaamaan kappaleessa syvällä olevia kohteita. Mittauslaitetta pyöritellään reiän sisällä hakien pienintä mahdollista mitta. Mittauslaite ei ole tarkimmasta päästä mitta-laitteita, koska sillä mitataan laaja-alaista muotoa kahden pisteen avulla. /3/ /4/

Ympäristöön kuuluvassa reikäkellosarjassa (malli: 511-902, mittakellolla 2109S-10) on kolme irrallista jatkovartta, joiden avulla kyetään mittamaan halkaisijoiltaan 18 – 150 mm välissä olevia reikiä. Näitä jatkovarsia olisi tarkoitus hyödyntää myös aikaisemmin mainittujen mittakellojen kanssa. Jatkovarsiin saadaan liitettyä erikokoisia kovametallipaloja, jotka toimivat mittauspäinä.

Kyseisessä analogisessa mittakellossa toimii kaksisuuntainen asteikko, ja se on iskunkestävä. Kello näyttää mittaustulokset 0,001 mm tarkkuudella. /2/

4 Tiedonsiirtolaitteisto

Tiedonsiirtolaitteilla tarkoitetaan laitteistoja, jotka välittävät tiedot eteenpäin haluttuun määrän-päähän. Langattomassa ympäristössä laitteet on kiinnitetty joko mittausvälineisiin tai vastaanot-taviin tietokoneisiin. Pääosin ympäristössä olevat tiedonsiirtolaitteet keskustelevat keskenään radioaaltojen välityksellä, joissakin tapauksissa kaapeleiden välityksellä. Tiedonsiirtolaitteet mahdollistavat yksinkertaisen, nopean ja joustavan tavan tallentaa tietoa matkojenkin päästä. Kaikkien tiedonsiirtolaitteiden kuvat ovat liitteessä (Liite 2).

4.1 Mitutoyo

Mitutoyon tuotteet ovat merkittävässä asemassa langattomassa mittausympäristössä. U-WAVE-malliset tiedonsiirtolaitteet takaavat laadukkaan mittaustulosten tiedonsiirron yksinkertaisten toimenpiteiden jälkeen. Ohjelmistoasennuksen jälkeen täytyy määrittää tiedonsiirtolaitteiden koodinumerot ohjelmiin, minkä jälkeen laitteet ovat käyttökunnossa. Nämä laitteet takaavat es-teettömissä olosuhteissa n. 20 metrin sädealueen, jolla tiedonsiirrot onnistuvat virheett. Erilaisia häiriötekijöitä voivat olla esimerkiksi betoniesteet, erilaiset metalliset väliseinät tai sähköiset lait-teet, jotka lähettävät tiedonsiirtoa häiritseviä signaaleja.

4.1.1 Vastaanotin

Usb-väylän kautta toimiva U-WAVE-R-vastaanotin (malli: 02AZD810D) toimii mittauslaitteiden ja tietokoneen välissä. Se vastaanottaa mittauslaitteelta ja lähettimeltä tulevan datan siirtäen sen tietokoneelle. Vastaanotin keskustelee lähettimen kanssa radioaaltojen avulla. Yhteen vastaan-ottimeen voidaan liittää 100 lähetintä, ja vastaanottimia kyetään liittämään yhteen PC-yksikköön jopa 16 kappaletta. /5/

4.1.2 Lähettimet

Lähettimet kiinnitetään mittalaitteisiin kaapelien (ks. 4.1.4 Kaapelit) avulla. Langattomassa mitausympäristössä on käytössä kahta erilaista Mitutoyon U-WAVE-T-lähetintä. Nestesuojatussa (malli:02AZD730D) kotelo on kokonaan umpinainen, ja siinä toimii LED-valo vihreänä ilmoittaen tiedonsiirron tapahtuneen onnistuneesti, ja punainen LED-valo, jos jokin virhe tapahtuu tiedonsiirron aikana. Suojaamattoman (malli: 02AZD880D) kotelossa on muutama reikä äänimerkin kantavuuden vuoksi, joka myös kertoo tiedonsiirrosta LED-valon lisäksi. /5/

4.1.3 Välimuuntimet

Välimuuntimen tehtävänä on helpottaa mittauslaitteelta tulevan kaapelin yhdistämistä tietokoneeseen ja osittain myös antaa mittauskappaleelle vähän suurempaa liikuttamismahdollisuutta (riippuen välimuuntimesta). Välimuuntimia tarvitaan, koska tietokoneissa ei ole Mitutoyon kehittämiä Digimatic-tiedostoliitäntöjä.

Digimatic-usb-välimuuntimessa (malli: 264-014-10) on yhden metrin mittainen kaapeli. Siinä on liitäntämahdollisuus yhdelle johdolle ja tätä kautta myös yhdelle mittauslaitteelle. Muunnin liitetään tietokoneeseen usb-liitäntän kautta, joka mahdollistaa tietojen suoran siirron Mitutoyon ohjelmistoihin (ks. 3.1 U-WAVEPAK) tai suoraan erilaisiin sovellusohjelmistoihin (Microsoft Excel, NotePad, jne.). Muuntimessa on datanäppäin, jonka avulla kyetään määrittämään lähettimen tavoin signaalin siirto tietokoneeseen. Laitteeseen on myös mahdollista liittää jalkakytkin. /2/

DMX-1 sarjan välimuunnin (malli: 001216) toimii kiinteänä välittäjänä RS-232C-sisääntulolla. Ulkoista virtalähdettä ei tarvita, koska muunnin on kiinni tietokoneessa suoraan ja välittää liitäntöjen kautta saamansa tiedot. Digimatic-usb:n tavoin DMX-1:een voidaan liittää jalkakytkin, jolla voidaan helpottaa mittaus tuloksen siirtämistä mittaus hetkellä tietokoneeseen. /2/

4.1.4 Kaapelit

Langattomissa toiminnoissa käytettävät Mitutoyon kaapelit ovat lyhyitä, n. 16 cm pitkiä. Näissä käytetään kahta erilaista kaapelia. Toimintamallit ovat kaapeleissa samat, mutta liitäntäkulmissa on eroa. Toisessa (malli: 02AZD790A) päät ovat samansuuntaisessa linjassa kaapelin kanssa, kun taas toisessa (malli: 02AZD790B) toinen pää kääntyy 90°. Kyseinen muotoilu helpottaa tiettyihin mittauslaitteisiin kiinnittämistä ja vähentää rasittumista itse kaapelissa. Nämä molemmat mallit ovat vesisuojujattuja. Kaapeleiden mukana olevat kiinnittimet auttavat pitämään kaapelit

ehjinä ilman teräviä taitoksia sekä pitämään paketin tiiviisti kasassa. Datanäppäimet näissä kaapeleissa ovat oleellinen osa tiedonsiirtoa, sillä ilman näppäimen painamista mittaustiedot eivät siirtyisi eteenpäin tallennettavaksi. /2/ /5/

Kaapelien välityksellä toimivat tiedonsiirrot tapahtuvat muuntimien ja erilaisten kaapeleiden avulla. Ympäristössä käytetään useampaa pitkää kaapelia. Ainoaa pitkää kaapelia (malli: 05CZA662), jossa on datanäppäin, suositellaan käytettäväksi pääosin perusmittaustyökalujen kanssa. Kyseinen kaapeli on yhden metrin mittainen ja mittaustyökaluun liitettävä pää on 90° kulmassa. Datanäppäimettömiä kaapeleita (mallit: 905338 [1 m] ja 905409 [2 m]) suositellaan käytettäväksi erikoisemmissa mittauslaitteissa, jotka pääsääntöisesti ovat kiinteästi paikallaan mittauskappaleen liikkeessä. Näissä malleissa ovat molemmat päät suorina. /2/

4.2 IBR

IBR:n tuotteet langattomassa ympäristössä keskittyvät ainoastaan tiedonsiirtoon, ja siinäkin IBR osittain tukeutuu Mitutoyon tuotteisiin. IBR:n laitteet saavat siirrettyä signaalia esteettömällä alueella jopa 200 metriä. Mittaustiedot siirtyvät langattomasti radioaaltojen avulla. IBR:n tuotteet vaativat toimiakseen oman ohjelmansa (ks. 5.3 IBR SimKey v.1.50).

4.2.1 Vastaanotin

Tietokoneeseen kiinnitettävä moduuli (malli: IBRit-rf1-usb) välittää mittauslaitteilta tulevat tiedot tallentamista varten usb-väylän kautta. Tämä järjestelmä sallii liitettäväksi jopa 120 eri mittauslaitetta lähettimien yhden vastaanottimen kanssa, ja vastaanottimia saadaan liitettyä yhteen PC-yksikköön kahdeksan kappaletta. Datasiirot siirtyvät eri lähettimiltä osoitenumeroiden avulla. /7/

4.2.2 Lähettimet

Toisin kuin Mitutoyon lähettimissä, IBR:n lähettimissä on datanäppäin tiedonsiirtoa varten. Muutama lähetin kiinnitetään suoraan mittauslaitteeseen (malli: IBRit-rf1-mit1, yhteensopivat liitännät ovat pääosin Mitutoyon 500-sarjan mittauslaitteissa) ja osa lähettimistä kiinnitetään Mitutoyon kaapeleihin kolvaamalla (malli: IBRit-rf-cab1). Toiseen kolvattuun lähettimeen on kiinnitetty suorapäinen kaapeli ja toiseen 90° kääntyväpäinen kaapeli. Varmistaakseen tiedonsiirron laa-

dun käyttäjälle lähetin antaa lyhyen äänimerkin ja väläyttää vihreää valoa siirron onnistuessa. Tiedonsiirron epäonnistuessa lähetin päästää kaksi pitkää äänimerkkiä väläyttäen samalla punaista valoa. /7/

5 Mittausohjelmat

Kaikki ohjelmat on asennettu jokaiselle mittausjärjestelmän käytössä olevalle koneelle. Osassa koneista kaikkia ohjelmia ei kuitenkaan tarvita erilaisten mittauslaitteiden sekä -tekniikoiden vuoksi. Näiden ohjelmistojen avulla saadaan helpotettua tiedonkulun virtaa sekä tallennettua saatu tieto järkevään ja haluttuun muotoon.

5.1 U-WAVEPAK

U-WAVEPAK pohjustaa Mitutoyon laitteille ja ohjelmistolle tarvittavat tiedot, jotta nämä voivat esteettä keskustella keskenään. Ohjelmalla määritellään tietoväylät sekä koodit U-WAVE-R:lle ja U-WAVE-T:lle. Ilman pohjustusta ne eivät löytäisi toisiaan. Tämän ohjelman kautta voidaan siirtää saatu mittausdata vaihtoehtoisille ohjelmille (Microsoft Excel, Wordpad, jne.)

5.1.1 Virtual COM Port Setting

Ohjelma-osiossa määritellään Mitutoyon langattoman vastaanottimen lähtötiedot. Määritellään usb-väylä, jonka käyttöjärjestelmä (Windows) tunnistaa. Näiden tietojen kautta ohjelma ja tietokone sekä ohjelma ja mittauslaitteet voivat keskustella ilman suurempia häiriöitä. /8/

5.1.2 Setup Start

Kun Virtual COM Port Setting keskittyy vastaanottimen tietojen tallentamiseen, Setup Startissa määritellään tiedot mittauslaitteissa oleville langattomille lähettimille. Setup Startiin annetaan lähettimien tunnuskodit. Näin voidaan saada halutut lähettimet keskustelemaan tietyn vastaanottimen kanssa. /8/

5.1.3 Data I/F Start

Data I/F Start on U-WAVEPAK-ohjelman oma mittaustulososio. Data I/F Start on yksinkertainen mittaustulosten näyttäjä, se ei tallenna saamaansa tietoak, vaan pyyhkii edellisen mittaustiedon pois seuraavan tullessa. Näin yksinkertaista tiedon lähdettä ei käytetä tiedonkeruussa, vaan pikemminkin vain ohjelmiston sekä välineiden toiminnallisessa tarkastelussa ja testauksessa. /8/

5.2 Measurlink 6.0

Measurlinkin avulla kyetään määrittämään pieniäkin yksityiskohtia, jotka auttavat käyttäjää SPC-ympäristön hallittavuudessa. Measurlink on langattomassa SPC-ympäristössä tärkein, ja sitä käyttääkin pääosa tiedonsiirtolaitteista. Measurlinkin avulla saadaan tallennettua mitattuja tuloksia rajattomasti. Sillä voidaan esittää saadut tulokset mitä erilaisimmilla histogrammeilla tai kaavioilla. Historiikin keräämiseen ohjelman kyvyt eivät jää. Tarvittaessa voidaan lähteä jäljittämään eri mittausvälineiden jättämiä digitaalisia jälkiä virheiden minimoimiseksi tai poistamiseksi.

5.2.1 Process Analyzer

Measurlinkin analyysi-osio toimii sekä lyhyt- että pitkäkestoisilla prosesseilla. Prosesseissa ei yleensä ole jatkuvaluontoista laaduntarkistusta, vaan tarkistuksia otetaan sattumanvaraisesti tai tietyin väliajoin. Process Analyzer -ohjelma tekee yhteenvedon näistä tarkistuksista ja luo selkeälukuisen raportin. Analyysi-osiolla kyetään myös suorittamaan alkuperäisestä prosessista tehtyjen korjauksien seuranta.

Langattoman ympäristön opetuksessa tätä analyysitoimintoa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi kurssin loppupuolella. Koottaisiin tehdyt suoritukset yhteen, jolloin opetettava saisi itse näkökulman siitä, miten mittaukset ovat edenneet ja miten niitä voisi korjata. Viimeistään tässä vaiheessa tämäkin osio ohjelmasta tulisi käyttäjälle tutuksi. /6/

5.2.2 Process Manager

Process Manager -ohjelma kykenee valvomaan reaaliaikaisesti prosesseista saatujen tulosten oikeellisuutta verkossa. Manager kykenee valvomaan useampaa eri mittauspaikkaa kerrallaan

välittämättä mittauspaikan sijainnista Managerin sijaintiin; vaatimuksena on yhtäjaksoisesti toimiva verkkoyhteys (LAN) toimipaikkojen välillä. Ohjelma saadaan valvomaan ja hälyttämään eri menetelmillä tarvittaessa. Erilaiset optiset ja akustiset varoittimet voidaan liittää ohjelmaan, tai ohjelma saadaan myös lähettämään sähköpostia jonkin ongelman ilmaantuessa. Ohjelman tilastoja voidaan tarkastella monella eri tavoin, kuten erilaisten kaavioiden tai taulukoiden avulla.

Process Managerilla voidaan vertailla koneiden käyttökykyä, prosessikäyttäytymistä, koneen käyttäjää tai vaikka työvuoron suorituskykyä. Sillä siis saadaan tarkasteltua tietyn alueen laadullisuutta. Ohjelmisto-osio siis kerää tietoa muista tämän ohjelmiston osioista. Tässä ympäristössä Process Managerin tärkein seurattava osio on Real-Time Plus (ks. 5.2.3 Real-Time Plus) mittaustietojen vuoksi. /6/

5.2.3 Real-Time Plus

Tämä ohjelmisto on tärkein osio tulosten tarkastelun kannalta langattomassa mittausympäristössä. Real-Time Plus ottaa vastaan tuoreet mittaustulokset käsimitauslaitteilta. RTP vaatii toimiakseen Support Centerin (ks. 5.2.4 Support Center) aliohjelmat. Kyseisessä ohjelmassa kyetään analysoimaan yksittäistä tietoa sekä yhteenvetoja kootuista tiedoista. Tarkastusraportteja saadaan selkeämmän näköiseksi editointitoiminoilla. Useimmat erilaiset kuvaformaatit (.bmp, .jpg, .gif, .dxf, .dwt, .dwg) toimivat ohjelmassa mittausten tukena. Videoita sekä ääniraitaa voidaan myös käyttää mittausten tukena (formaatit .avi, .mpg, .mpeg, .mov, .wav) tai jopa 3D-kuvamallinnusta (formaatti .hsf). /5/ /6/

5.2.4 Support Center

Kun kaikkien tarvittavien laitteistojen ohjelmoinnit on saatu suoritettua, siirrytään Support Centeriin tekemään hienosäätöä tulevaa mittaustiedosta varten. Kyseisellä ohjelma-osioilla voidaan esitellä työkalut, antaa tiettyjä tuntomerkkejä hahmotukseen, pystytään luomaan toleranssit ja jäljityspisteet. Unohtamatta tärkeintä, että sillä kyetään saamaan mittaustuloksia. Ilman Support Centerin aliohjelmaa on mahdoton saada määriteltyä yksityiskohtaisia asioita, joita saatetaan tarvita erilaisissa seurannoissa.

Process Traceability -osiossa saadaan merkattua erilaisia huomion arvoisia seikkoja koskien mittauksia. Näitä ovat esimerkiksi virheet, muutokset sekä vaadittavat korjaukset.

Process Traceabilitystä suurimman hyödyn saa pitkäkestoisissa mittauksissa, joissa mittaaja saattaa vaihtua välillä. Käyttäjä saa välittömästi tiedon tehdyistä/tehtävistä muutoksista ja kyke-

nee näin reagoimaan paremmin muutoksiin. Mittaustiedostot toimivat ilman Process Traceabilityn toimintoja. /6/

Part Traceability ei vaikuta mittauksien aikana. Se tuo tietoja esille mittauksien jälkeen katselmuksissa ja raporteissa. Näissä raporteissa tuotteiden jäljitys voidaan ryhmitellä esimerkiksi asiakkaiden, toimittajien tai tavaraerän mukaan. Part Traceabilityä ei tarvita tiedoston luonnissa, vaan se voidaan liittää haluttaessa. /6/

Workstation center tarkoittaa U-WAVEPAKissa tapahtuneet määritykset Measurlinkiin. Workstationissa määritellään tarkalleen, mitä mittauslaitteita käytetään missäkin mittaustiedostossa. Tämä osio on pakollinen, kun asetellaan Mitutoyon omia laitteita tiedostoon, siinä mielessä se on myös pakollinen aina kun Measurlinkiä tarvitaan. /6/

Variable Feature Library on pakollinen tiedoston rakentamisen kannalta. Siinä annetaan tunnistetut mittauskappaleelle sekä mittauslaitteelle ja -pisteelle mittauskappaleessa. Mittauskappaleelle annetaan mittausarvot, kuten päämitat ja niiden toleranssit. Tässä osiossa kyetään antamaan yhdelle mitalle useita mittausrutiinivaihtoehtoja, mikä helpottaa myöhemmin saman, mutta erikokoisen kappaleen mittaamista joutumatta tekemään uutta mittaustiedostoa. Variable Feature Libraryssä määritellään myös mittaushetkellä näytettävien kaavioiden tai diagrammien olo-
muodot. /6/

Attribute Feature Library toimii Variable Feature Libraryn tukena. Siinä kyetään jaottelemaan yksityiskohtaisemmin tietoja, jotka on jo annettu Variable Featuressä. Tämän ohjelma-osion tiedot eivät ole pakollisia toimivan mittaustiedoston aikaansaamiseksi, ne vain tukevat ohjelmarakennetta käyttäjälle ilmoitettavien tietojen suhteen sekä antavat vaihtoehtoisia määritteitä halutuissa mittauspisteissä. /6/

Variable Inspection Routine kohdentaa jo Workstation Centerissä ja Variable Feature Libraryssä annetut määritteet tarkemmin. Se kohdentaa annetut tiedot mittakohtaisiksi. Variable Inspection Routinen avulla saadaan minimoitua mittausvirheet. Yksinkertaisesti mittauksissa ei kyetä mittaamaan väärällä mittauslaitteella, jo ennestään annettujen tietojen vuoksi. /6/

Attribute Inspection Routine määrittelee asioita tarkemmin kuin Variable Inspection Routine, kuten tekevät Featuretkin keskenään. Tämä osio on merkityksetön mittaustiedoston toimivuuden kannalta. /6/

Data Collection toimii kuten Real-Time Plus (ks. 5.2.3 Real-Time Plus). Itse asiassa nämä kaksi ovat yksi ja sama asia. Tietojen keruu on kuitenkin viimeinen osa-alue Measurlinkin toiminnassa ja siinä, mitä tarvitaan mittaustulosten saamiseksi ja tallentamiseksi. Tähän ohjelma-

osioon kaikkien muiden osioiden tiedot tähtäävät ja loppujen lopuksi käyttäjät tulevat esivalmistelujen jälkeen käyttämään tätä osiota eniten. /6/

Device Centerin kautta pystytään säätämään ohjelmaan jo sisään ajettujen laitteiden parametreja, aina itse laitteen, kommunikointikyvyn ja kanavoinnin suhteen. Device Centeriin ei tarvitse yleensä koskea, koska laitteelle asennetaan automaattisesti perusparametrit sen sisäänajon yhteydessä. Vain erikoistilanteissa tätä osiota tarvitaan, eikä siis ole pakollinen mittaustiedoston toiminnan suhteen. /6/

5.3 IBR Simkey v.1.50

SimKey linkittää tietokoneen väylät ja IBR:n tiedonsiirtolaitteet. IBR:n tiedonsiirtolaitteet vaativat toimiakseen tämän ohjelman, mutta ohjelmaa ei itse tarvita mittaustietojen tallentamiseen. SimKeyn ei tarvitse olla kuin auki taustalla, ja jokin käyttöjärjestelmän (Windowsin) kirjoituspohjainen ohjelma ottaa mittaustulokset vastaan. SimKey v.1.50 on siis äärimmäisen yksinkertainen ohjelmistomalli, jota ei käytetä kuin tausta-apuna tai testauksissa.

5.3.1 Programming of the devices

Ohjelmoinnissa asetetaan IBR:n tiedonsiirtolaitteistolle kanavat, mitä kautta vastaanotin tunnistaa osoitteeseen määritetyn lähettimen. Jos käytetään ohjelman omaa mittausten seurantajärjestelmää (ks. 5.3.2 IBR keyboard interface), ohjelma antaa tiedon mittaustulosten lisäksi myös tietystä lähettimen kanavamerkinnästä. Tarvittaessa voidaan määritellä, onko asennettu osoite tietyissä mittauksessa voimassa vai otettu pois päältä.

5.3.2 IBR keyboard interface

Keyboard Interface on yksinkertainen mittaustulosten näyttäjä. Se ei taulukoi mitenkään saamiin tietoja, vaan näyttää ainoastaan sillä hetkellä otetun mittaustuloksen. Ohjelma eroaa siinä määrin Mitutoyon Measurlink-ohjelmasta, että siinä ei määritellä missään vaiheessa eri mittauslaitteiden kohtia mittauskappaleessa. Ohjelma ottaa vastaan minkä tahansa mitan, kunhan mitauslaite on määritetty tiettyyn osoitteeseen.

6 Yksikkökohtaiset järjestelyt mittausvälineille

Ympäristössä käytetään neljää erilaista koulutusyksikköä. Eroavaisuudet määräytyvät tietokoneen ulkopuolisista välineistä, mittauslaitteista sekä tiedonsiirron välittäjistä. Kaikkien yksiköiden PC:t tulevat olemaan toistensa identtisiä kopioita, jolloin ei ole väliä mitä tiedonsiirtomenetelmää käytetään missäkin yksikössä. Jokaisessa tiedonsiirtojärjestelmässä käytetään tietynlaisia mittauslaitteita, jotta saadaan annettua erilaiset perspektiivit erilaisille toimintatavoille ja menetelmille.

6.1 Langaton järjestelmä (Mitutoyo)

Tässä yksikössä toimivat digitaaliset mittauslaitteet Mitutoyon langattomilla lähettimillä sekä vastaanottimella. Mitutoyon langattoman järjestelmän toiminnot ovat perustana koko ympäristön käytännöllisyydelle. Siis koko opetusympäristö perustuu tämän yksikön käyttömekanismeille.

Tähän yksikköön sovelletut mittausvälineet ovat:

- työntömitta (Absolut Coolant Proof, 500-716-11)
- uramikrometri
- kaarimikrometri
- kolmipistesämikrometri.

Mitattavassa kappaleessa tulisi olla symmetrisiä pienehköjä reikiä ja monimuotoisuutta ulkopinnoilla. Erikoisuutena olisi suotavaa olla kapeita uria, jotta saataisiin mittauslaitteisto kokonaan hyödyksi. Kappaleen koolla ei ole muuten mitään merkitystä.

6.2 Langaton järjestelmä (IBR)

Vertailunäkökohtana Mitutoyon langattomalle yksikölle tässä järjestelmässä toimivat IBR:n langattomat lähettimet sekä vastaanotin. Tällä tavalla pystytään näyttämään pienet erot, jotka syntyvät eri valmistajien tuotteista ja käytännöllisyyksistä. Tähän yksikköön sovelletut mittausvälineet ovat:

- mittakello (Absolute Digimatic, ID-C, 543-264B) *
- työntömitta (Digimatic, 573-103-10)*

- kaarimikrometri **
- syvyystyöntömitta **.

* suoraan kiinni IBR:n lähettimessä

** Mitutoyon kaapelin kautta kiinni IBR:n lähettimessä

Yksikön mittauskappaleessa ei tarvitse olla mittaustarkkuutta vaativia osioita. Suurin osa mittauslaitteista on enemmänkin suuntaa antavia, kun verrataan koko ympäristön mittauslaitteiden potentiaaleja. Reikäinen ja monimuotoinen kappale riittää.

6.3 Manuaalinen järjestelmä

Manuaalinen järjestelmä on määritelty perusmittausten käyttöön. Tähän yksikköön on määritelty ainoat analogiset mittauslaitteet koko mittausympäristön osalta. Mitatut tulokset kirjataan käsin tietokone-ohjelmiin. Tämän vuoksi tietokoneen antamat tulokset ovat herkimpiä virheille inhimillisten virheiden vuoksi. Taulukointiohjelmana voidaan käyttää ihan mitä tahansa ohjelmaa, joka on koneeseen asennettuna. Tähän yksikköön sovelletut mittausvälineet ovat:

- sisämikrometri ***
- reikäkello ***
- kaarimikrometri
- työntömitta.

*** ympäristössä mahdollinen ainoastaan analogisena

Tarkasteltaessa järjestelmän mahdollisuuksia mittaustyökalujen näkökantilta olisi mitattavan kappaleen suotavaa olla isoreikäinen (symmetrisyys ei ole välttämätöntä) sekä ulkohalkaisijaltaan kohtalaisen pieni. Kappaleen tulisi siis olla mieluusti ohutseinäinen. Mitään pieniä yksityiskohtia kappaleessa ei tarvitse olla.

6.4 Kaapelikiinnitysjärjestelmä

Yksikön tiedonsiirto luonnistuu mittauslaitteen ja tietokoneen välissä olevien kaapelien avulla. Tosin kaapelin ja tietokoneen välissä on välimuuntimia yhteensopimattomien kiinnityspäiden

vuoksi. Tämä yksikkö on kaikkein rajoitetuin verrattuna muihin yksiköihin. Raskaiden ja kiinteästi paikallaan olevien mittauslaitteiden vuoksi kaapelit lyhyiden etäisyyksiensä vuoksi ovat soveliaimmat. Tähän yksikköön sovelletut mittausvälineet ovat:

- korkeudenmittaus- ja piirtojalca
- mittakello (Absolute Digimatic, ID-S, 543-681B)
- syvyysmikrometri
- kolmipistesämikrometri.

Liikkumattomuutensa vuoksi yksikön mittauskappaleeksi soveltuu iso, mutta tasaisella pinnalla helposti liikuteltava kappale. Kappaleesta olisi hyvä löytyä reikiä (sekä epäsymmetrisiä että symmetrisiä muotoja). Olisi suotavaa olla myös syviä muotoja tasaisella pohjalla.

7 Ohjeistus mittaustiedoston rakentamiseen

Tämän mittaustiedoston rakentamisen tarkoituksena on antaa mahdollisimman yksinkertainen malli mittausympäristöön tutustuville. Yksinkertaisen mittaustiedoston luontia varten on ohjeesta eliminoitu kaikki turhat tietolähteet. Tässä tiedoston luonnissa on merkitystä vain niillä ohjelmisto-osioilla, jotka auttavat mittausympäristön laitteita keskustelemaan keskenään sekä näyttämään ja tallentamaan mitatut tulokset tietokoneilla.

7.1 Tarvittavat ohjelmisto-osiot

Määriteltäessä tietokoneen kanssa käytettävät laitteet (tämä koskee Mitutoyon mittauslaitteita ja tiedonvälittäjiä) aloitetaan alustus Mitutoyon U-WAVEPAK-ohjelmalla. Siinä määritellään kaikki tarvittavat komponentit ja niiden sijainnit sekä tunnisteet. Käytetään ohjelmasta vain Virtual COM Port Setting- ja Setup Start -osioita. Tämä ohjelma luo pohjan Measurlinkin käyttämiselle.

Mittaustiedoston tietokannan määitykset asennetaan Measurlinkin kautta. Ohjelma-osioissa määritellään mittauslaitteiden nimitykset sekä niiden mittarajoitteet toleransseineen. Käytetään siis hyväksi jo U-WAVEPAKin kautta laitettuja tietoja. Measurlinkin kautta syötetyt tiedot helpottavat ohjelmistoa ymmärtämään tiedon alkuperän ja sitä kautta dokumentoimaan tiedot tarkasti. Ohjelmasta hyödynnetään Workstation Center -, Variable Feature Library -, Variable Inspection Routine - ja Data Collection -osioita.

7.2 Esimerkkitiedoston rakentaminen

Tämä esimerkkitiedosto rakennetaan sopivaksi yksikölle, joka käyttää Mitutoyon langattomia tiedonsiirtolaitteita. Näiden laitteiden käyttö on eniten riippuvainen ohjelmiin syötetyistä tiedoista. Tiedoston rakentaminen aloitetaan siitä pisteestä kun ohjelmistot ovat asennettu koneelle, koska ohjelmistot pysyvät vakiona tietokoneilla. Ohjeistuksessa edetään tarkasti aina laitteiden kiinnityksestä mittaustulosten saantiin asti (Liite 4).

8 Laitteiden vertailua

Vertailut tapahtuvat taulukointimuodossa. Taulukoissa on käsitelty tiedonsiirtolaitteita sekä niiden kanssa toimivia asioita, joita ilman tiedonsiirtolaitteet eivät kykene toimimaan. Pääosa tiedoista on mainittu jo kertaalleen teksteissä. Tässä ne kuitenkin on aseteltu taulukoihin ja siten yksinkertaistettu asioiden hahmottamista. Käsitelyssä on kahden eri valmistajan tuotteet, Mitutoyon ja IBR:n, joista on kerrottu jo aikaisemmin.

Kaiken pohjana itse välineille toimivat ohjelmistot. Laitteet eivät toimi ilman ohjelmistoja ja niiden antamia määritteitä. Taulukossa on listattu kaikki tiedot, mitä peruskäyttäjän olisi hyvä sekä tarpeellista tietää (Taulukko 1.). Tarkempia tietoja voi tarkastella ohjelmistojen manuaaleista.

Taulukko 1. Ohjelmistojen tiedot

	U-WAVEPAK	Measurlink	IBR Simkey
Mittaustulosten näyttö	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Mittaustulosten tallennus	Ei	Kyllä	Ei
Raportointi	Ei	Kyllä	Ei
Taulukointi	Ei	Kyllä	Ei
Mittaustietojen siirto muuhun tekstiohjelmaan	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Vastaanottimien määrä (kpl) (yhden tietokone-ohjelman kanssa)	16	16	8

Vastaanottimet pysyvät kiinteästi tietokoneissa kiinni. Vastaanotin on yksinkertainen laite käyttäjän näkökulmasta katsoen. Se ei ulkoisia toimenpiteitä juurikaan tarvitse, laite vain kiinnitetään tietokoneeseen ja muuten asiat hoidetaan tietokoneen kautta. Taulukossa esitelläänkin pääosin vain vastaanottimien ulkoisia ominaisuuksia (Taulukko 2.).

Taulukko 2. Vastaanottimien tiedot

	U-Wave-R	IBRit-rf1-usb
LED (virta)	Kyllä	Ei
LED (virheilmaisoin)	Kyllä	Ei
Liitäntä	USB	USB
Lähettimien määrä (kpl) (yhden vastaanottiman kanssa)	100	120

Lähettimet liikkuvat mittauslaitteiden mukana. Ne liitetään mittauslaitteeseen joko suoraan tai kaapelin kautta. Lähettimistä taulukossa on ilmaistu vain ulkopuolisia ominaisuuksia, muutoin niiden toiminnallisuus määritetään tietokoneella (Taulukko 3.).

Taulukko 3. Lähettimien tiedot

	U-Wave-T	IBRit-rf1-mit1	IBRit-rf1-cab1
LED (virta/virhe)	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Äänimerkki	Kyllä/Ei *	Kyllä	Kyllä
Datanäppäin	Ei	Kyllä	Kyllä
Kosteussuojattu	Kyllä/Ei *	Ei	Ei
Tiedostoliitäntämuoto	Naaras	Uros	Kiinteä johto

* Osassa malleista

Välimuuntimia käytetään yhden yksikön pyörittämisessä. Ne ovat kiinni tietokoneissa ja ovat täten kiinteitä tiedonvälittäjiä. Taulukossa määritellään muuntimien ulkoisia ominaisuuksia (Taulukko 4.).

Taulukko 4. Välimuuntimien tiedot

	Digimatic-usb	DMX-1
Jalkakytkinliitäntä	Kyllä	Kyllä
Datanäppäin	Kyllä	Ei
Kiinteä jatkoakaapeli	Kyllä	Ei
Tiedostoliitäntä	USB	RS -232

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 5.) on tietoja, jotka liittyvät kokonaisuudessaan langattomaan mittausympäristöön. Niillä peruskäyttäjää ei tee mitään, mutta yksityiskohtaisemmissa työskentelyissä voi näistä tiedoista olla hyötyä.

Taulukko 5. Yleistä tietoa langattomista laitteista

	Mitutoyo	IBR
Kommunikointialue (m)	20	200
Kommunikointitaajuus (MHz)	2400	433,926
Siirtonopeus (bps) **	57600	9600

** bps = bit per second

9 Käyttönoton onnistuminen

Käyttönotossa oli monta erilaista tehtävää, joihin piti paneutua. Nämä osa-alueet olivat kuitenkin riippuvaisia toisistaan, joten asioiden tekoa oli helppo organisoida ja pystyttiin paneutumaan aina tiettyyn asiaan kerrallaan; mitään ei juuri tarvinnut tehdä päällekkäin. Työn toteutus lähti aivan alkutekijöistä.

Pohjatiedot laitteistoista jouduttiin hakemaan valmistajien antamista tiedoista ja jälleenmyyjän avustuksella saatiin valituksi ympäristön työkalut opetustarkoitukseen sopivaksi. Langattomasta ympäristöstä ei ollut kovin suurta tietämystä tässä vaiheessa, kun ei tiennyt, mikä on lopullinen tavoitekokonaisuus ja mitä siihen tarvitaan. Tarkoitus oli alkuun saada mahdollisimman eheä paketti, joka näyttää suunnan opetusympäristön kehitykselle ja täyttää ehdot SPC-järjestelmän osalta. Ympäristön toteutumisen kannalta piti ottaa huomioon useamman eri laiteryhmän asioita. Näihin laiteryhmiin kuuluvat mittauslaitteet, tiedonsiirtolaitteet sekä tiedon tallentamiseen tarkoitetut tietokoneet ja ohjelmat. Kaikkien näiden ryhmien toimivuus yhdessä oli kuitenkin kaikista tärkein asia, mikä piti ottaa huomioon laitteita valittaessa.

Laitteita hankittaessa oli joitain erikoisuuksia, joihin piti kiinnittää huomiota. Tällainen oli esimerkiksi IBRit-rf-cab1-mallisen lähettimen ja Mitutoyon kaapelin yhdistäminen. Kyseistä yhdistelmää ei ollut valmiina, joten ne piti teettää erikseen. Laitteet tilattiin Teräskonttori Oy:n kautta. Sieltä saatiin myös tukea ja opastusta laitteiden ja ohjelmistojen käyttöä varten.

Tutustuminen välineisiin oli mittauslaitteiden osalta helppoa ja nopeata, varsinkin yleismittauslaitteiden kanssa. Joitakin poikkeuksia oli joukossa mittauslaitteen erikoisuuden vuoksi, esimerkiksi sisämikrometri (ks. 3.7 Sisämikrometri), jolla mitataan sisämittoja kahden pisteen kautta sekä korkeudenmittaus- ja piirtojalka (ks. 3.8 korkeudenmittaus- ja piirtojalka), joka keskittyy isojen ulkomittojen mittaamiseen (isoissa kappaleissa) ja tarvittavien merkkeysten tekemiseen piirtopäällä. Ohjelmistoihin tutustuminen tapahtui alkuun teoreettisesti ohjekirjojen kautta, jonka jälkeen niiden avulla pystyi kokeilemaan ohjelmistorakenteellisia asioita konkreettisesti ja täten huomaamaan käyttönoton tarpeeseen vaadittuja osioita. Tiedonsiirtolaitteisiin ei tässä vai-

heessa kyetty vielä tutustumaan kunnolla, koska ne ovat riippuvaisia muista ympäristön laitteistoista.

Lyhyen langattoman ympäristön laitteisiin tutustumisen jälkeen päästiin kunnolla käsiksi itse ympäristöön vaikuttaviin seikkoihin, missä käytettiin kaikkia osa-alueita yhdessä. Pystyttiin testaamaan yksinkertaisilla metodeilla tiedonkulkua mittauslaitteelta tiedonsiirtolaitteiden välityksellä tietokoneeseen. Tässä vaiheessa alkoi vasta ymmärtää kunnolla sitä, minkälaisen hyödyn langaton mittausympäristö voi antaa ja miten sitä kyetään hyväksi käyttämään, varsinkin opeuksellisessa mielessä.

Tietynlaisiin ryhmiin jako laitteiden osalta onnistui helposti. Jo ennen laitteiden tilausvaihetta pohdittiin ryhmittelyjakoa, varsinkin tietokoneiden ja tiedonsiirtolaitteiden osalta. Suurinta ajatustyötä asian tiimoilta tuottivat mittaustyökalut, koska osa mittauslaitteista on suuria ja kömpelöitä liikuteltaviksi; samankaltaisia mittauslaitteita ei myös saanut tulla liikaa samalla mittausjärjestelmälle. Opetusympäristössä päädyttiin neljään erilaiseen järjestelmään. Kahteen langattomaan, kaapeleilla tapahtuvaan tiedonsiirto- sekä manuaaliseen (käsien syötettävään) järjestelmään. Nämä neljä erilaista järjestelmää antavat käyttäjille hyvän näkemyksen siitä, mitä vaaditaan minkilaiselta järjestelmältä. Langattomissa järjestelmissä tehdään esityönä määritelmiä työkaluille ja mittaustiedostolle, jotta mittaustilanteessa asiat sujuisivat niin kuin on haluttu. Langallisessa ja manuaalisessa järjestelmässä rakennetaan tiedosto ennakolta, mutta muut asiat pystytään hoitamaan mittausten ohella.

Pääkohta tällä työllä oli tehdä yksinkertainen mittaustiedosto. Mittaustiedoston rakentaminen kävi helposti kaikkien näiden tutustumisien ja kokeilujen jälkeen. Tämän tiedoston rakentaminen oli näyttö siitä, että käyttöönotto on siltä osin onnistunut. Tavoitehan oli saada langaton ympäristö pisteeseen, jossa mittaustuloksia saadaan tallennettua tietokoneelle kaikkien järjestelmään tarvittavien asetusten jälkeen. Pyrkimys oli saada ohjeistuksesta mahdollisimman yksinkertainen ja helposti seurattava, että kuka tahansa uusi käyttäjä pääsisi tuohon pisteeseen, jossa mittaustuloksia saadaan. Tässä onnistuttiin. Mitään kokeiluja uusilla käyttäjillä ei ole tehty, mutta tulevaisuudessa niin tulee tapahtumaan.

9.1 Käyttöönoton aikana koetut ongelmat

Mitään suuria laitteistollisia ongelmia ei tullut käyttöönoton aikana. Korkeintaan aikaisemmin mainitussa IBRit-rf-cab1-lähettimeen ja Mitutoyon kaapelin yhdistämisessä oli epäselvyyksiä, kuka tekee ja missä. Alun perin yhdistäminen piti suorittaa Tampereen ammattikorkeakoulussa, mutta tarvittavien välineistöjen puuttuessa yhdistäminen piti tehdä Teräskonttorin toimesta. Tä-

mä oli aikaa vievä prosessi, jolloin kyseinen järjestelmän osio jäi vähemmälle huomiolle ympäristön kannalta asioita tutkaillessa.

Suurimmat ongelmat tulivat yhden ohjelmiston puolelta. Measurlink 6.0:n kanssa oli lisenssiongelmia, mistä syystä ohjelmiston konkreettinen tutkiminen oli pitkään mahdotonta. Kyseinen ohjelma on kuitenkin tukipilari langattoman ympäristön ylläpitämiselle, ja siksi käyttöönoton läpivienti venyi hieman.

Yhden ympäristön osion tutkiminen ja opetteleminen jouduttiin kokonaan siirtämään hamaan tulevaisuuteen myös ohjelmiston toimimattomuuden vuoksi. Kyseessä on HP iPAQ 214-mallinen kämmentietokone ja siinä oleva PDA Navi -ohjelma. Tämän kämmentietokoneen tarkoituksena ympäristössä on olla tukena mittaustulosten analysoinnissa, kuitenkin erillisinä toimintoina muista laitteistoista. Tämän vuoksi kämmentietokonetta ja varsinkaan ohjelmaa ei ole käsitelty ja tutkittu käyttöönoton aikana.

9.2 *Jatkotoimenpiteet*

Tulevista toimenpiteistä en ole tarkkaan perillä ympäristön osalta. Opetuskäyttöön tulevan ympäristön luulisi kuitenkin kehittyvän sitä mukaa kun sitä käytetään. Onhan tämä vasta pienimuotoinen prototyyppinen rakennemalli. Uskoisin kuitenkin, että tällainen mittausympäristö tulee näyttämään tulevaisuudessa keskeisen merkityksensä opetuksissa. Oppilaat pystyvät näkemään mittauksien ja toleranssien merkityksen paremmin sekä tiedostavat SPC-ympäristön käytännöllisyyden teollisessa käytössä. Tällä hetkellähän opetusta jouduttaisiin pitämään pienissä ryhmissä, jotta saataisiin opetuksesta mahdollisimman paljon irti ja kaikki pääsisivät kokeilemaan ympäristön toimivuutta. Ehkäpä myöhemmin ympäristö kasvaa laitteistomäärän osalta, tai mittausympäristöstä tulee pieni osio jotain suurempaa kokonaisuutta. Nyt kuitenkin suurin huolenaihe on saada langaton mittausympäristö siihen malliin toimivaksi, että sitä voidaan käyttää opetuksessa. Jonkin verran on tekemistä vielä sen suhteen.

Lähteet

Painetut lähteet

- 1 Palomäki, Rauno, Suorituskykyiset prosessit – Hyödynnä SPC. Metalliteollisuuden kustannus Oy. Tampere 1999, 2. uudistettu painos. 424 s.
- 2 Mitutoyo Messgeräte GmbH, mittauslaiteluettelo 2008, 458 s.
- 3 Suga, Nobuo, Metrology Handbook – The Science of Measurement. Mitutoyo. 2007. 259 s.
- 4 Autio, Arvo – Räsänen, Olavi, Kone- ja metalliteknikka – Mittaustekniikka 1, 2. painos. WSOY, Porvoo. 1986. 93 s.

Painamattomat lähteet

- 5 Mitutoyo. U-WAVE Measurement Data Wireless Communication System – Small Tools and Data Management. Tuoteluettelo No. E4324.
- 6 Measurlink_Guide.pdf
- 7 IBR. IBRit-rf1-usb Instruction Manual. Document No.: D0F604001. April 2006
- 8 U-WAVEPAK User´s Manual(English).pdf

Sähköiset lähteet

- 9 Mitutoyo.[www-sivu]. [viitattu 22.3.2010] Saatavissa: <http://www.measuremall.com/pds/pdf/56.pdf>
- 10 Mitutoyo. [www-sivu]. [viitattu 18.3.2010] Saatavissa: <http://pdf.directindustry.com/pdf/mitutoyo/special-micro/4906-14509-18.html>

Liitteet

- 1 Mittauslaitteisto (kuvat)
- 2 Tiedonsiirtolaitteisto (kuvat)
- 3 Tiedon tarkastelu- ja tallennus laitteisto (kuvat)
- 4 Ohjeistus mittaustiedoston rakentamiseen

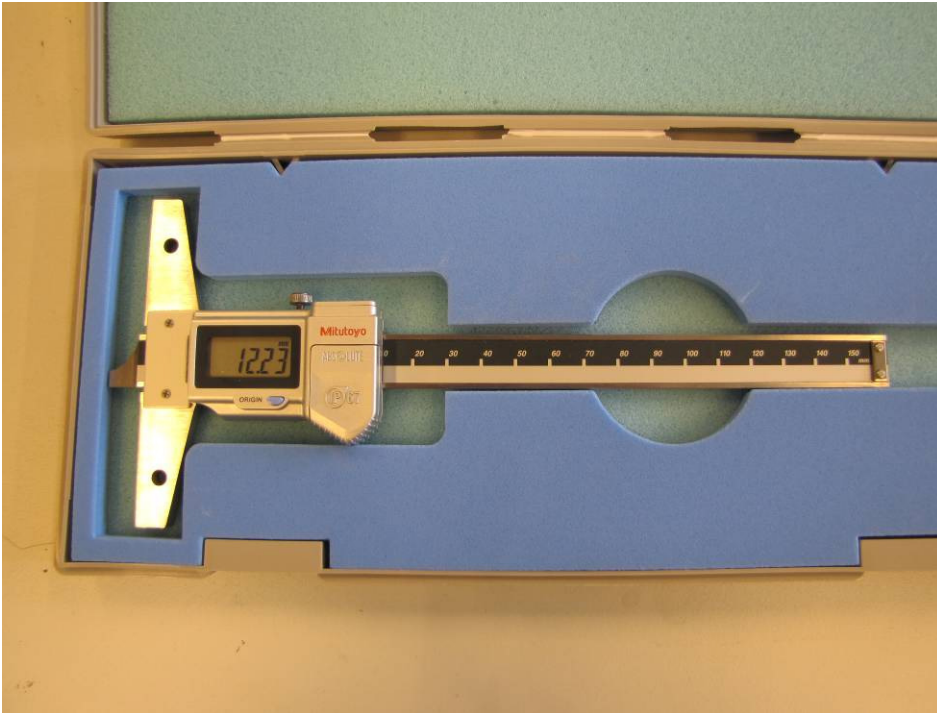
Mittauslaitteisto



Kuva 1. Absolut Coolant Proof -työntömitta.



Kuva 2. Digimatic Offset -työntömitta.



Kuva 3. Syvyystyöntömitta.



Kuva 4. Kaarimikrometrisarja.



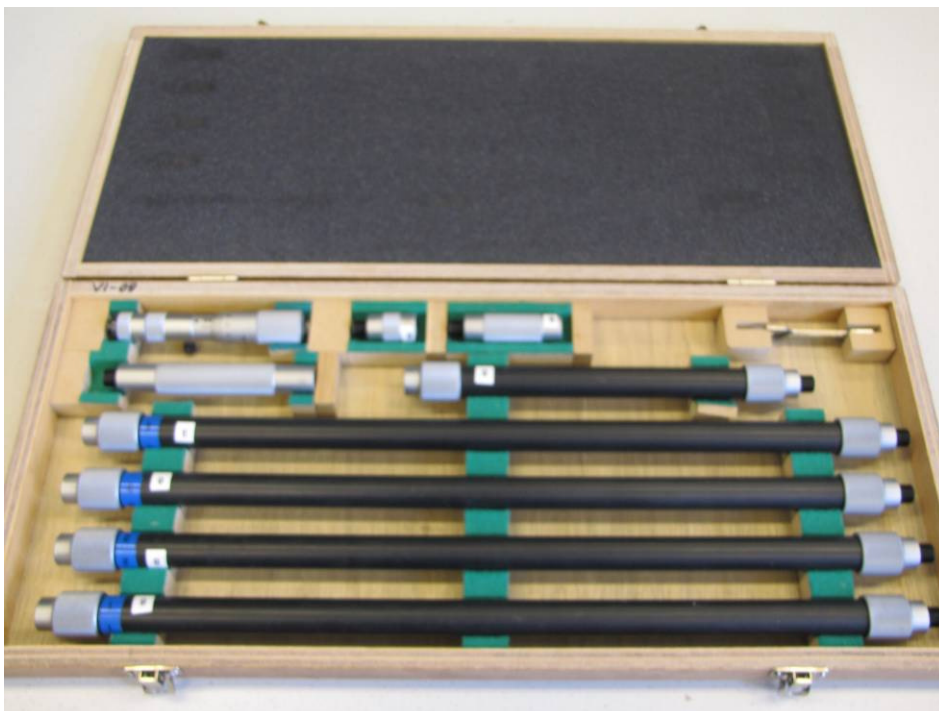
Kuva 5. Uramikrometri.



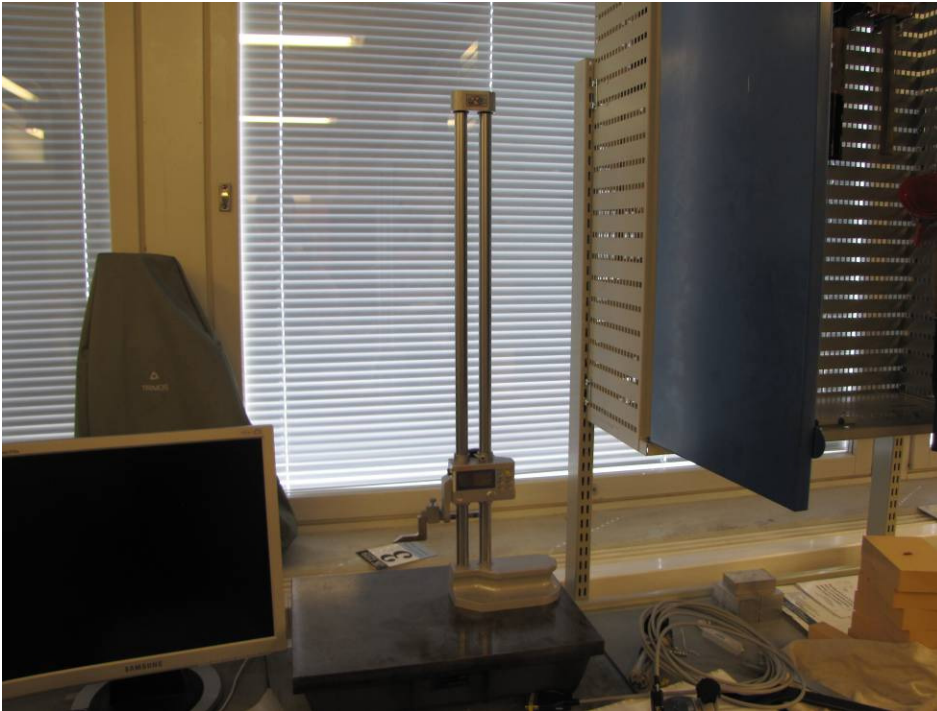
Kuva 6. Kolmipistesämikrometrisarja.



Kuva 7. Syvyysmikrometri ja lisälaitteet.



Kuva 8. Sisämikrometri.



Kuva 9. Korkeudenmittaus- ja piirtojalka.



Kuva 10. Absolut Dicimatic ID-S -mittakello.



Kuva 11. Absolut Dicimatic ID-C -mittakello.



Kuva 12. Reikäkello sarja analogisella mittakellolla.

Tiedonsiirtolaitteisto



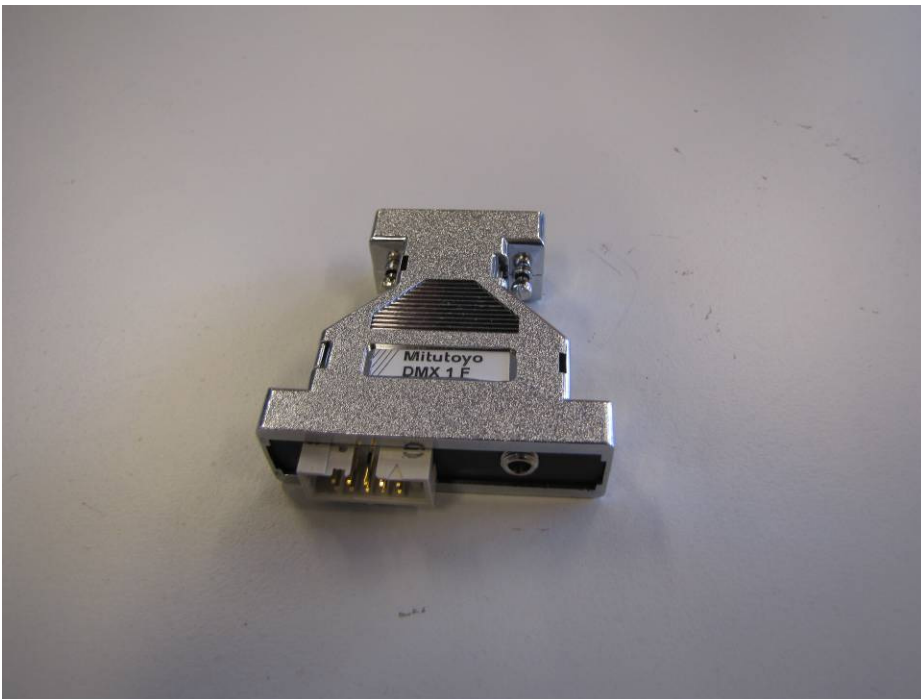
Kuva 1. U-WAVE-R-vastaanotin.



Kuva 2. U-WAVE-T lähettimet. Kuvassa ylempi on nestesuojattu ja alempi toimii myös äänimerkillä.



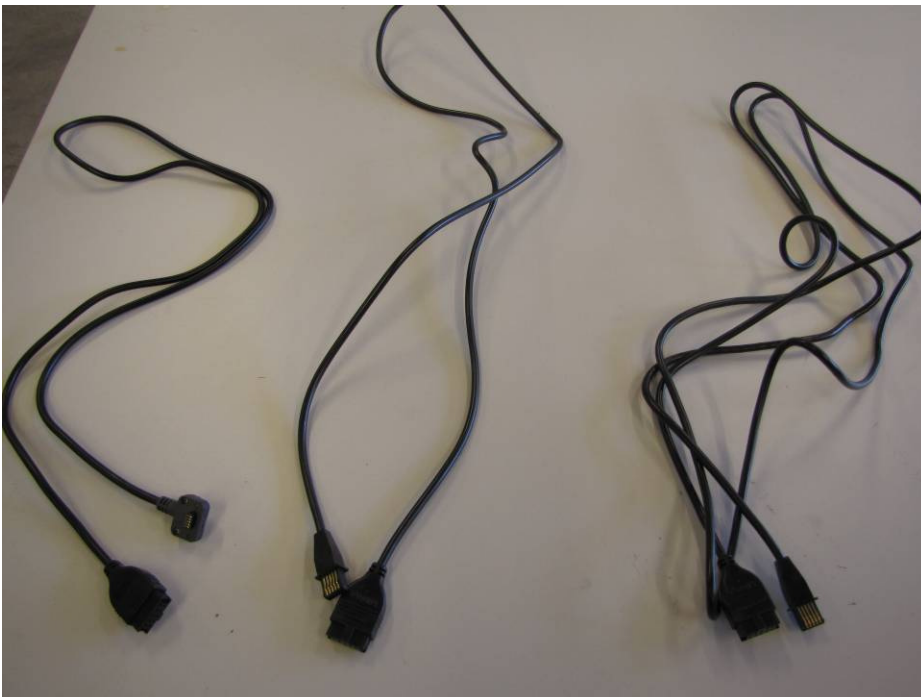
Kuva 3. Digimatic-usb välimuunnin.



Kuva 4. DMX-1-sarjan välimuunnin.



Kuva 5. Lyhyet kaapelit. Ylempi kaapeli kuvassa on suorapäinen, alemmassa toinen pää on 90° kulmassa.



Kuva 6. Pitkät kaapelit. Vas. datanäppäimellä toimiva kaapeli, kesk. 1 m mittainen datanäppäimetön kaapeli ja oik. 2 m pitkä datanäppäimetön kaapeli.



Kuva 7. IBRit-rf1-usb vastaanotin.



Kuva 8. Vas. IBRit-rf-cab1 lähetin Mitutoyon kaapelilla, jonka kiinnityspäässä 90° kulma. Kesk. IBRit-rf-cab1-lähetin Mitutoyon kaapelilla, jossa on suora pää ja oik. IBRit-rf1-mit1-lähetin, joka kiinnitetään suoraan mittauslaitteeseen.

Tiedon tarkastelu- ja tallennuslaitteisto



Kuva 1. HP iPAQ 214 Enterprise Handheld -känmentietokone mittausten tarkastelua varten.



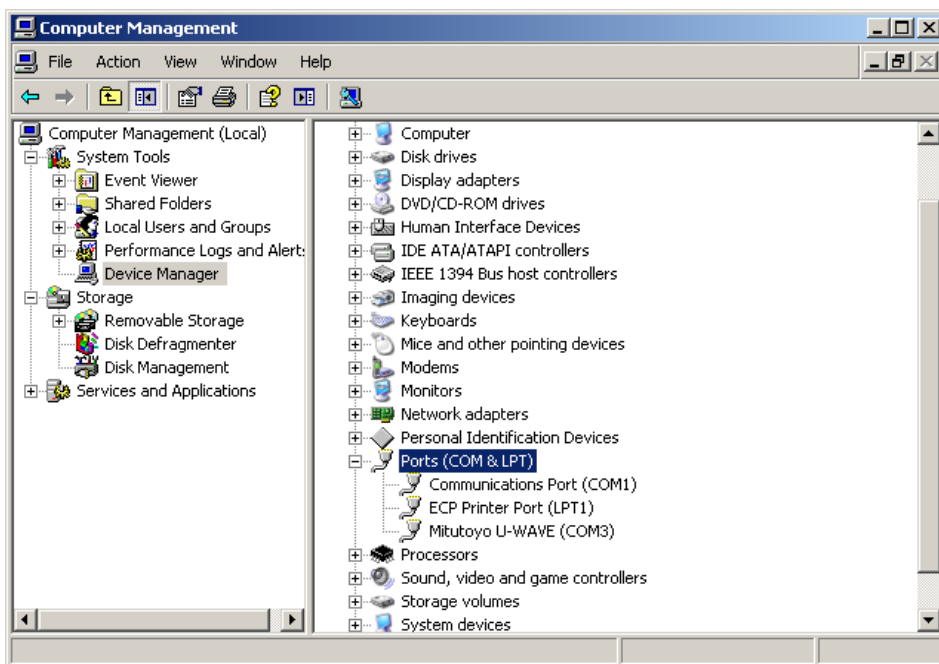
Kuva 2. Hewlett Packard -kannettava tietokone mittausdatan tallentamista ja esittämistä varten.

Ohjeistus mittaustiedoston rakentamiseen

Esiasetukset

Ennen kuin avataan ohjelmistoja, asennetaan U-WAVE-R (vastaanotin) johonkin tietokoneen vapaana olevaan usb-porttiin. Tämän jälkeen on hyvä käydä tarkistamassa tietokoneen järjestelmänhallinnasta, mitä liitännäisiä vastaanotin käyttää.

Tämä pystytään tarkistamaan, kun menee oman tietokoneen kohdalle ja oikean hiiren näpäytyksen kautta valitaan ”hallinta (Manage)”. Sen jälkeen ”järjestelmänhallinnasta (Computer management)” valitaan ”laitehallinta (Device management)”, josta löydetään osio ”portit [Ports (COM&LPT)]”. Täältä löydetään Mitutoyon U-WAVE tietyn portin alaisuudesta.



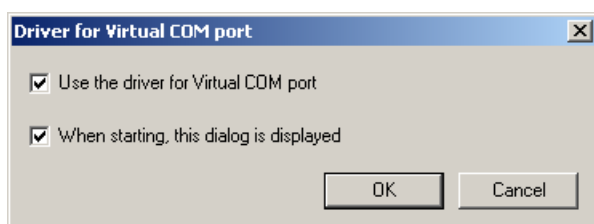
Tässä tapauksessa tietokone käyttää COM3-porttia. Se on tärkeä tieto, kun ruvetaan määrittelemään asioita mittausohjelmistoissa, sillä ilman tätä tietoa laitteet eivät löytäisi oikeita keskusteluväyliä.

U-WAVEPAK

Järjestelmänhallinnan tarkistuksen jälkeen voidaan siirtyä ohjelmistoasetusten pariin.

Tiedonsiirtolaitteiden määritykset tapahtuvat U-WAVEPAK-ohjelmassa. Näiden tietojen avulla lähettimet, vastaanotin ja tietokone-ohjelmat kykenevät keskustelemaan keskenään tiettyjä polkuja pitkin ilman suurempia häiriöitä.

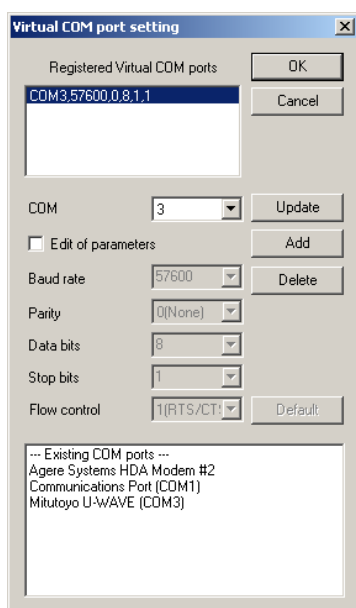
U-WAVEPAKin saa avattua ”käynnistä valikosta (Start)” -> valitaan ”ohjelmistot (All programs)” -> josta löydetään ”U-WAVEPAK” -> ”U-WAVEPAK”.



Ohjelman avautuessa kysytään, halutaanko määrittää vastaanottimen käyttämä portti (Use the driver for Virtual COM port), siihen laitetaan rasti. Ennen ohjelman avautumista kysytään myös, halutaanko tätä kysymystä suorittaa vastaisuudessa (When starting, this dialog is displayed), tähänkin jätetään rasti paikalleen. Painetaan ”OK”, jolloin siirrytään Virtual COM Port Settingiin.

Virtual COM Port Setting

Virtual COM Port Settingsissä määritellään koneen usb-porttiin kiinnitetyn vastaanottimen liitäntätiedot. Ikkunan ylempi valkoinen alue on tyhjä tai siinä voi olla jotain määriteltynä jo valmiiksi. Lisäämällä haluttu portti järjestelmään ylempään valkoiseen ikkunaan saadaan tieto kyseistä portista ja sen ID-numerosta. Muista ikkunan tiedoista ei tässä tiedoston teossa tarvitse välittää.



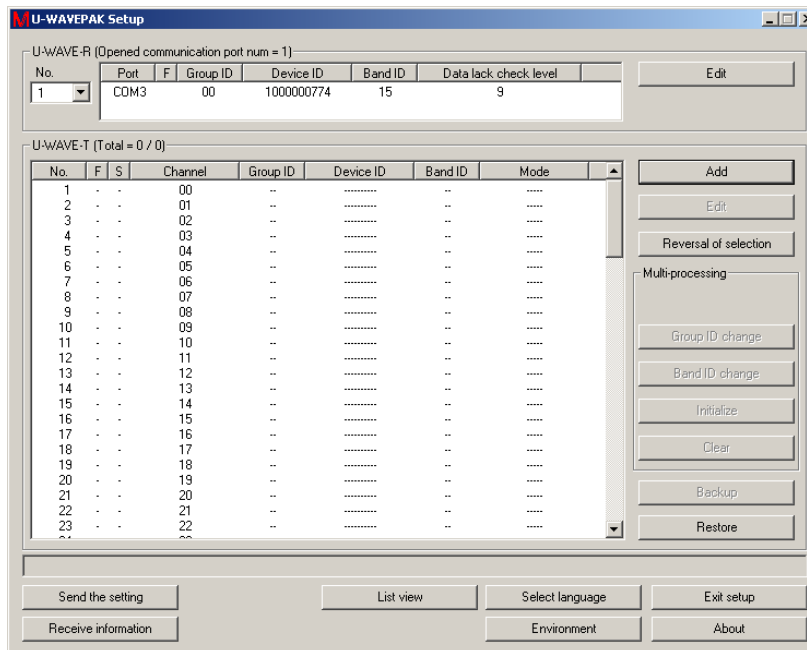
Virtual COM Port Settingiin saadaan määriteltyä tarvittavat tiedot valitsemalla COM-kohdan alavetolaatikosta jo aikaisemmin järjestelmänhallinnan kautta katsottu porttinumero eli numero kolme (3). Rekisteröidään käytettävä portti ohjelmiston järjestelmään painamalla "Add"- ja sitten "OK"-painiketta, jonka jälkeen siirrytään U-WAVEPAKIn pääsivulle.

Setup Start

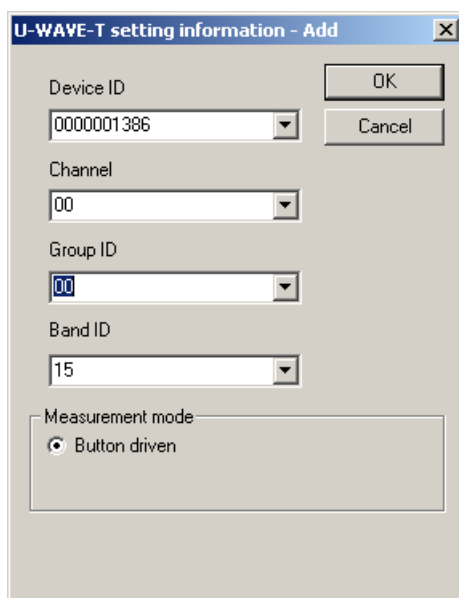
Tässä tiedoston luonnissa pääsivulta tarvitaan vain Setup Start-osiota. Muut osiot ovat yksinkertaisia toiminnoiltaan eivätkä ole välttämättömiä mittaustiedoston luomiselle.



Setupin ylälaudassa valkoisella alueella nähdään vastaanottimen tiedot. Isompaan valkoiseen alueeseen saadaan määriteltyä tiedot lähettimistä.

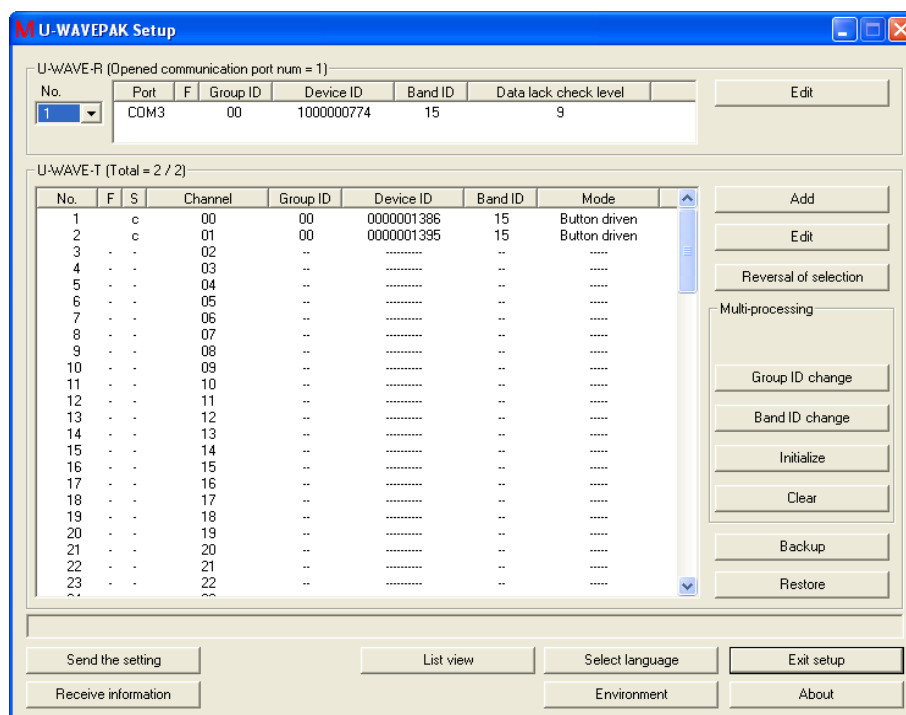


Lähettimien tietojen lisääminen onnistuu "Add"-painikkeen kautta.



U-WAVE-T setting informationissa lisätään tietoihin laitteen ID-koodi, joka sijaitsee lähettimen kyljessä olevissa tiedoissa. Kanavan (Channel) pitää olla jokaisella lähettimellä erinumeroinen, jotta tiedonkulku vastaanottimen ja tietyn lähettimen välillä olisi mahdollisimman esteetöntä. Group ID:n pitää olla sama kaikilla, vastaanottimella ja lähettimillä, jotta ne tunnistaisivat toisensa. Band ID:n pitää olla halutulla vastaanottimella (jos on useita käytössä yhtä aikaa) ja

lähettimellä sama, jotta ne toimisivat samalla taajuusalueella. Kun kaikki tiedot on annettu, painetaan "OK"-painiketta, jolloin tiedot rekisteröityvät ja tiedot näkyvät Setupissa.

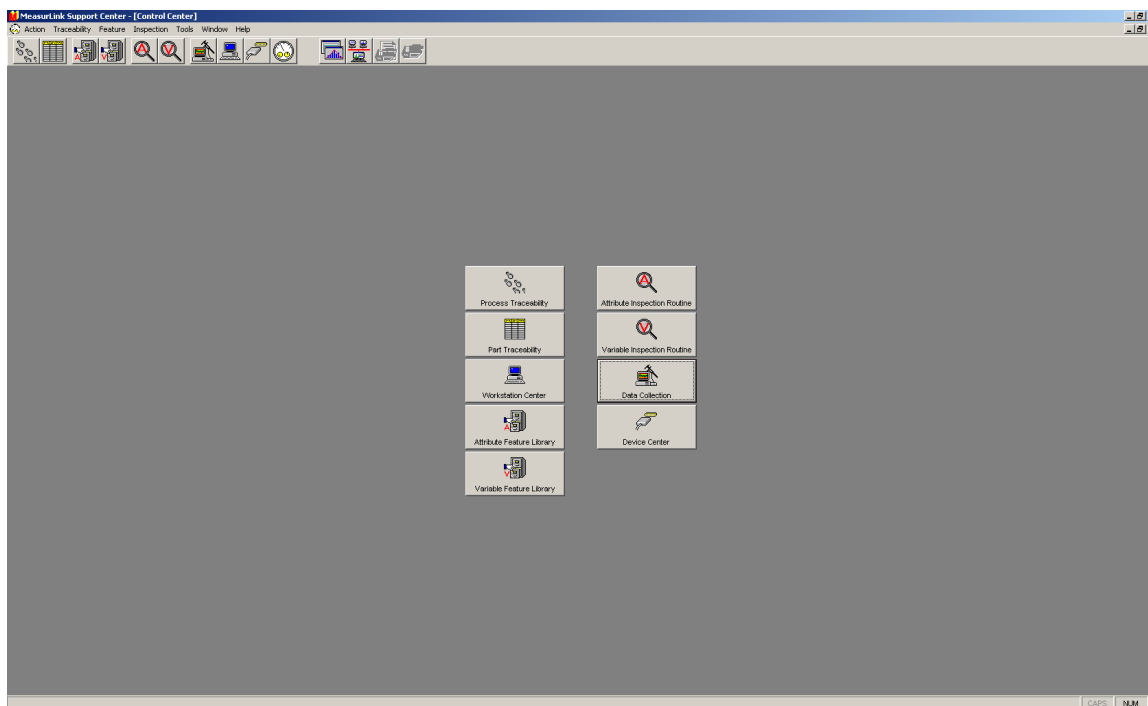


Tähän mallitiedostoon rekisteröidään kaksi lähetintä, jotka keskustelevat yhden vastaanottimen kanssa. Kun rekisteröinnit ovat tehty ja näkyvät listassa, voidaan poistua U-WAVEPAKista kokonaan. Setupista "Exit Setup" ja päävalikon "Exit"-painikkeen kautta.

Measurlink 6.0

U-WAVEPAK antoi pohjatuksen tiedonsiirtolaitteiden määritysten osalta mittaustiedoston rakentamiseen. Measurlinkin tarkoituksena on määritellä mitattavan kappaleen mitat ja mittapaikkojen kohdistukset aina tietyille mittauslaitteelle.

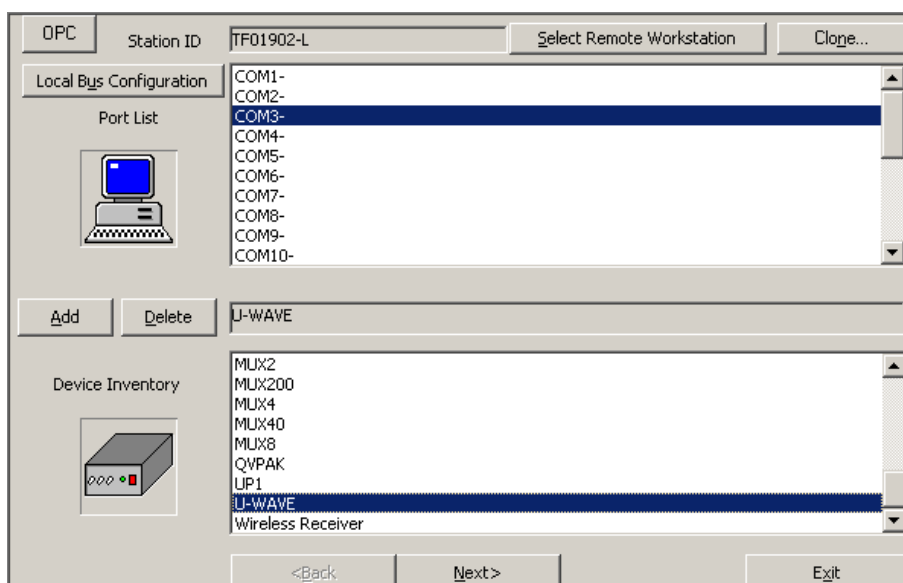
Measurlinkin saa auki "käynnistä valikosta (Start)" -> valitaan "ohjelmistot (All programs)" -> josta löydetään "Measurlink 6.0" -> "Support Center"



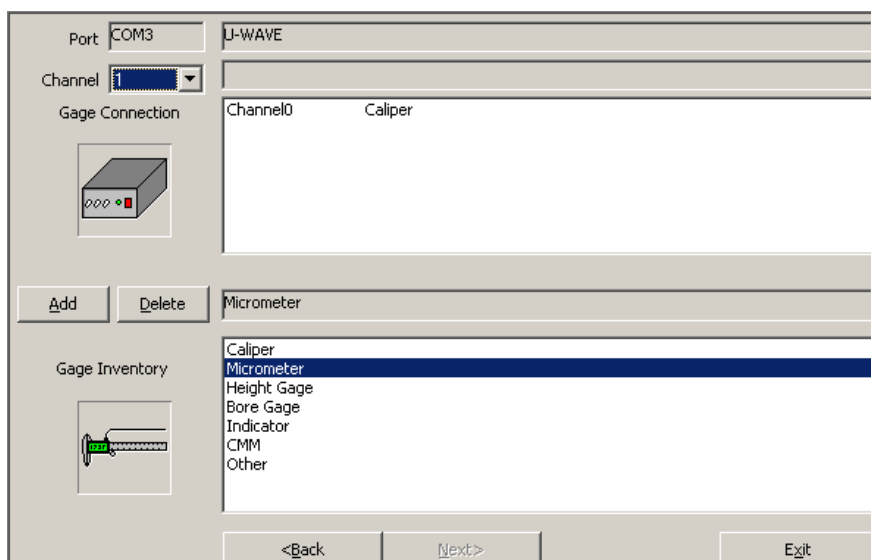
Pääsivulle aukeaa yhdeksän eri kohdetta, joista vain muutamia tarvitaan tiedoston luonnissa. Valitaan näistä vaihtoehdoista ensimmäiseksi Workstation Center.

Workstation Center

Workstation Centerissä vahvennetaan U-WAVEPAKissa tehdyt määritelmät. Nämä vahvennukset tehdään, jotta MeasurLink tunnistaisi myös nämä väyläliitokset tiedonsiirtolaitteisiin.



Ensimmäiseksi haetaan väyläliitokset vastaanottimelle. Haetaan ylemmästä valkoisesta laatikosta oikea portti (COM3). Alemmasta laatikosta valitaan vastaavasti oikea laite. Nämä saadaan lisättyä tietokantaan painamalla "Add"-painiketta, jonka jälkeen painetaan "Next" siirtyen lähettimien väylien vahvennukseen.



Lähettimeiden kanavanumerot kannattaa muistaa tai sitten pitää avoinna vieressä U-WAVEPAK, josta kanavat voidaan tarkistaa työkaluille (työkalujen ja lähettimeiden kanavat kulkevat rinnan). Valitaan Channel-kohdan alavetolaatikosta oikea kanavanumero oikealle työkalulle, joka vastaavasti valitaan alemmasta valkoisesta laatikosta. Tämän jälkeen, kun kaikille työkaluille on määritetty oikeat kanavat ja ne näkyvät ylemmässä valkoisessa laatikossa, varmennukset ovat valmiita ja voidaan painaa "Exit".

Variable Feature Library

Laitteiden määryksien jälkeen pääsemme itse mittausteknillisiin tietoihin. Variable Feature Libraryssä annetaan tietoja, jotka näkyvät valmiiksi saatetussa mittaustiedostossa ja joiden mukaan mittaustiedostoa on helppo käyttää.

Part ID:hen määritetään mitattavan kappaleen nimi (tässä tapauksessa Malli_Kuutio). Feature ID:hen annetaan tieto siitä, mikä mittaus on kyseessä, vaikka mittausvälineen ja mittauskoon osalta. Revision-kohtaan määritellään, mikä versio mittaustiedoston tiedoista on kyseessä, jos on tehty muutoksia. Tässä tapauksessa se on ensimmäinen (1). Perustietojen antamisen jälkeen voidaan määrittää mittausalueet.

	Low	Target	High
Tolerance	34,50000	35,00000	35,5
Warning			
Outlier			
Control Limit (X)			
Control Limit (R)			

Toleransseihin päästään käsiksi painamalla "next"-painiketta niin monta kertaa, että päästään alueelle "Step 3 of 3 – Chart and Control Data". Siinä kyetään antamaan perusmitta sekä ylä- ja alatoleranssit. Muut tiedot ohjelma suostuu täyttämään automaattisesti jo näiden annettujen tietojen pohjalta painettaessa "Auto Fill" -painiketta. Tämän jälkeen painetaan "Insert"-painiketta, jolloin kyseisen mitan tiedot tallentuvat tietokantaan. Kun tässä tiedostossa käytetään kahta eri mittalaitetta, asennetaan Variable Feature Libraryssä myös toiselle laitteelle halutut mitat. Tällöin ei tarvitse muuttaa tiedoissa muuta kuin Feature ID sekä toleranssimääritteet.

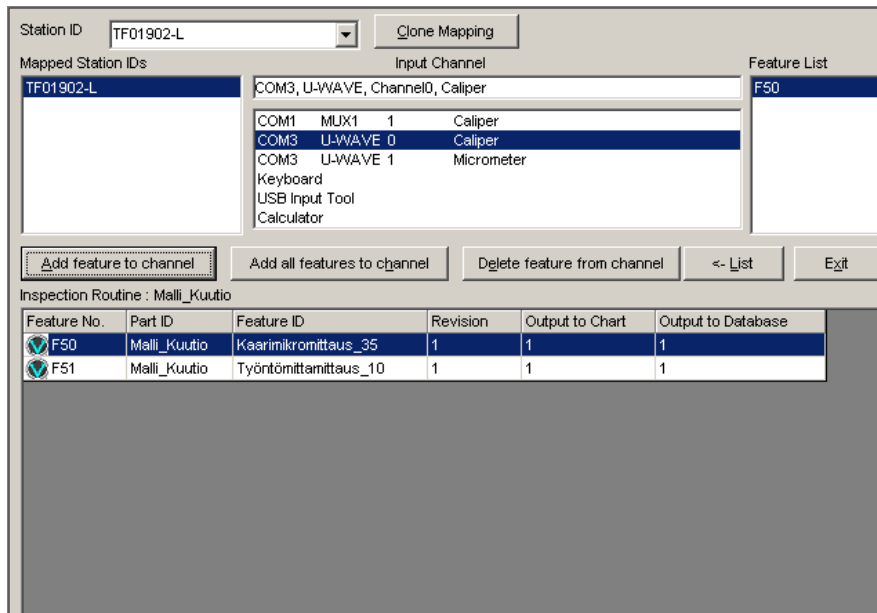
Variable Inspection Routine

Tässä Measurlinkin osiossa liitetään kaikki jo nimetyt nimikkeet yhdeksi ryhmäksi, jotta ne toimisivat yhdessä mittausdatan keruuvaiheessa.

Feature No.	Part ID	Feature ID	Revision	Output to Chart	Output to Database
F50	Malli_Kuutio	Kaarimikromittaus_35	1	1	1
F51	Malli_Kuutio	Työntömittaus_10	1	1	1

Valitaan Part-osiosta edellä nimetty tiedostonimike ja painetaan "Add whole part"-painiketta. Sen jälkeen avautuvat Inspection Routine -ikkunaan aikaisemmin määritellyt mittaukset.

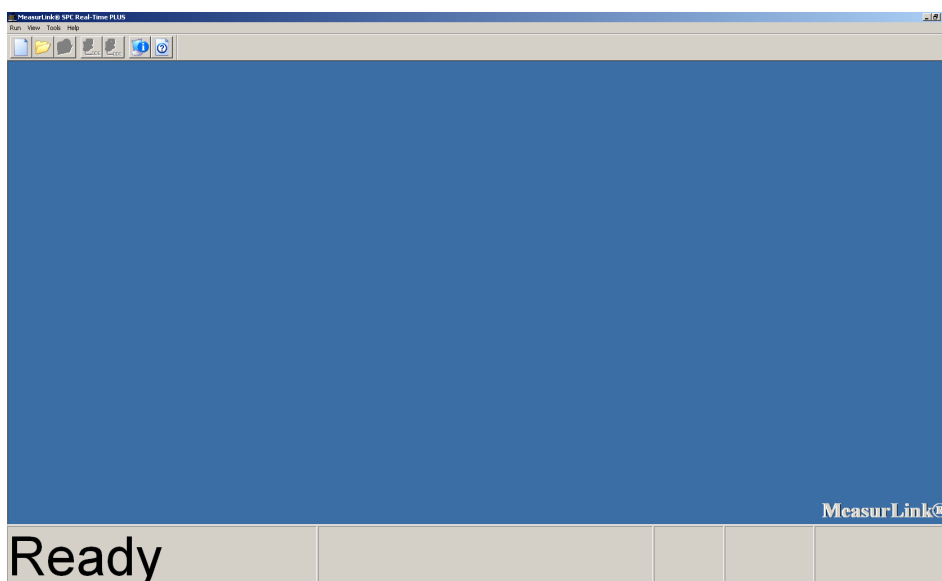
Tämän jälkeen tallennetaan tilanne tietokantaan menemällä Measurlink Support Centerin vasempaan ylälaitaan "File" -valikkoon -> painaen sieltä "Save", jolloin Variable Inspection Routine -ikkunasta muuttuu käytettäväksi "Mapping ->" -painike. Painetaan sitä, jolloin avautuu Input Channel -ikkuna.



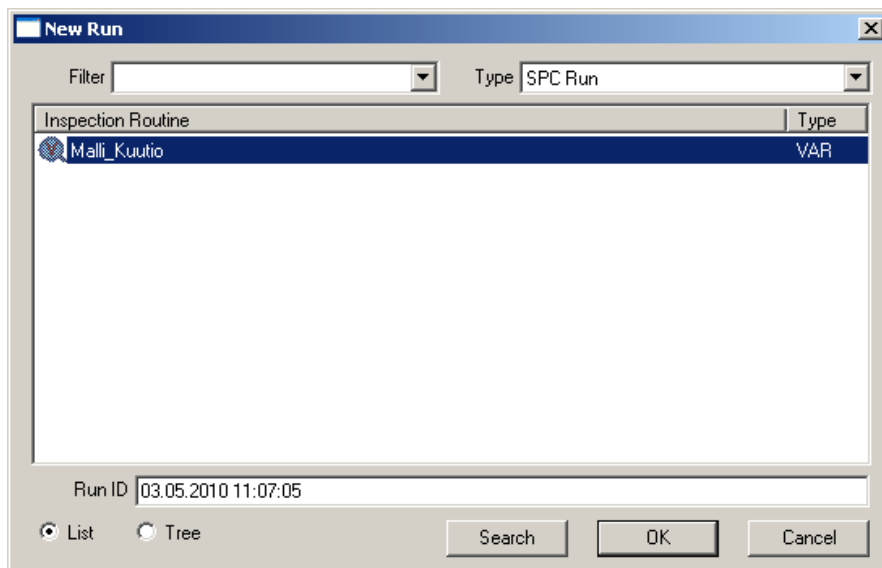
Valitaan yksi mittaus kerrallaan Inspection Routine -ikkunasta, jolloin ilmestyy Input Channel-ikkunaan lista, josta valitaan kyseiselle mittaukselle oikeat arvot (jotka on jo määritelty aikaisemmin) -> painetaan "Add Feature to Channel", jolloin Feature Listiin (oikealla ylhäällä) ilmestyy tunnusnumero (esim. F50). Kun kaikille mitoille on suoritettu tämä toimenpide, voidaan painaa "Exit" ja siirtyä kokeilemaan mittauksien toimivuutta Data Collectioniin.

Data Collection

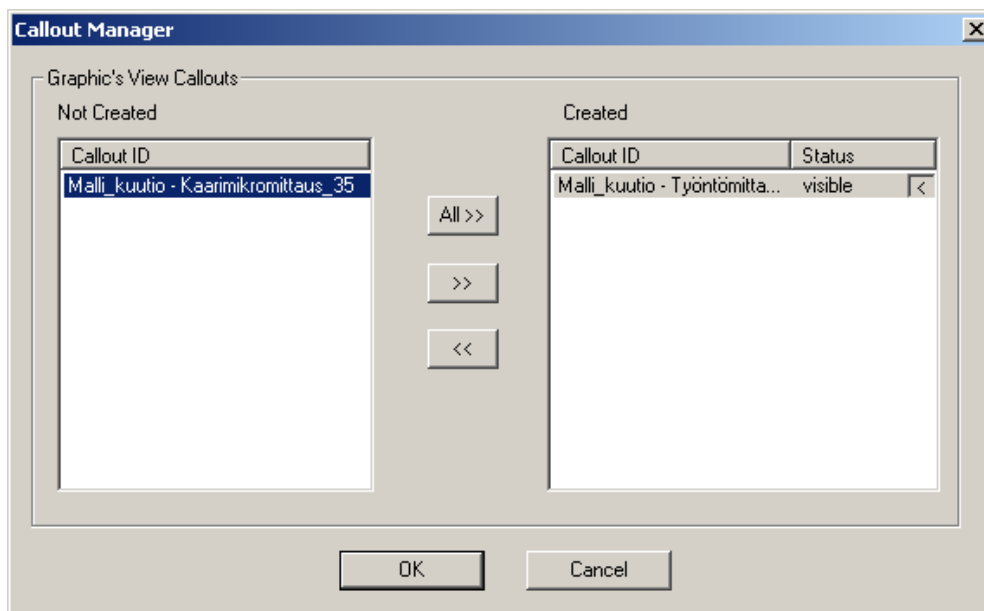
Data Collection -osio on se, mihin kaikki aikaisemmat määritelmät ovat tähdänneet. DC:ssä päästään totuttamaan haluttuja mittauksia ja tallentamaan saatuja tuloksia.



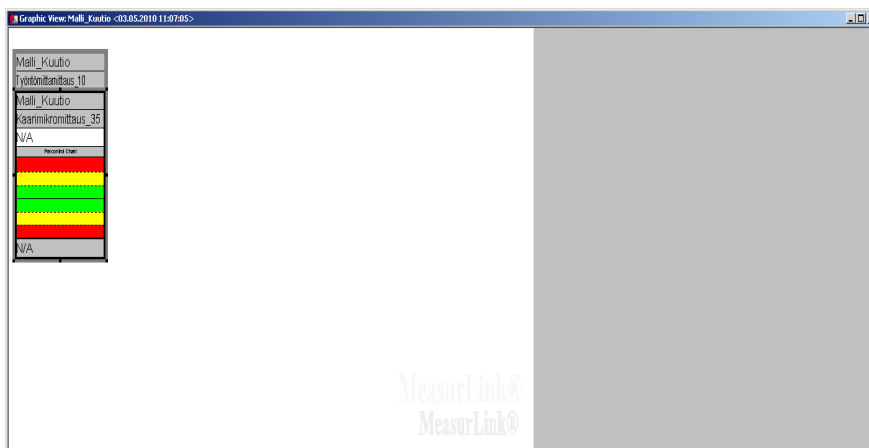
Valmiiksi määritelty tiedosto saadaan avattua vasemmalta ylhäältä "Run"-valikosta. Valitaan sieltä "Open", tai jos tiedostoa avaa ensimmäistä kertaa niin "New" ja sitten tiedostonimi, jonka on tehnyt.



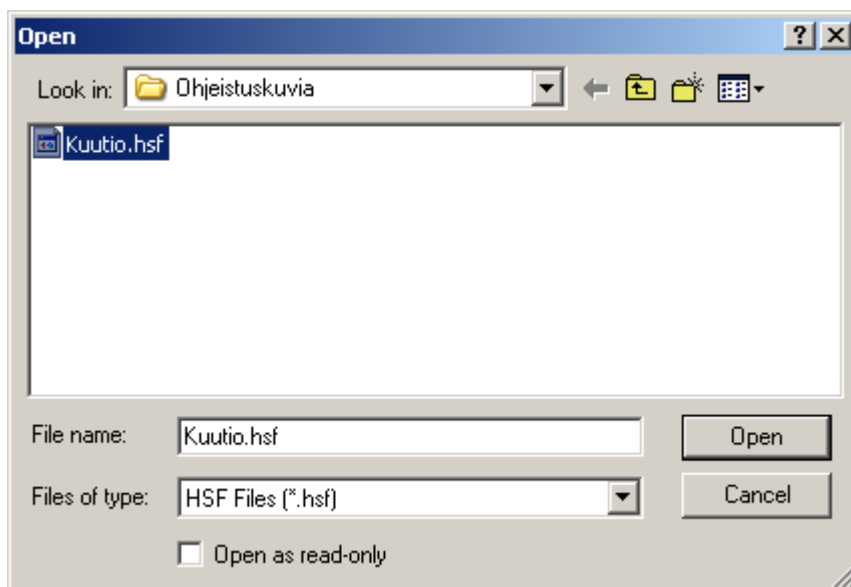
Painetaan "OK", jolloin avautuu ikkuna tehtyjen mittausmäärittelien osalta.



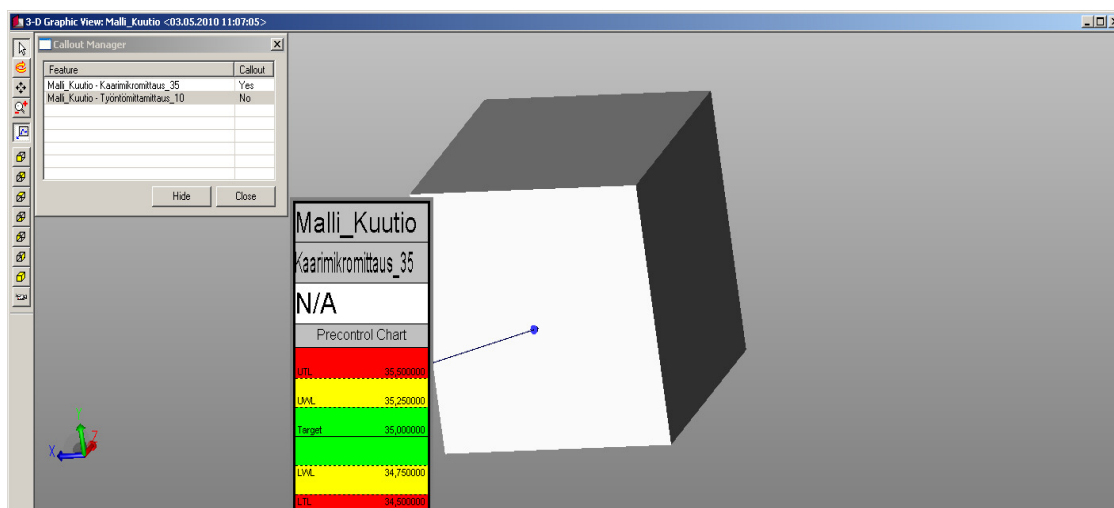
Tässä voidaan määrittää kaikki sillä hetkellä tarpeelliset mittaukset, joita tarvitaan, vaikka olisikin tehnyt useamman eri mittauksen tiedostoa varten. Valitaan halutut mittaukset "Not Created"-laatikosta "Created"-laatikkoon. Hyväksytään nämä painamalla "OK".



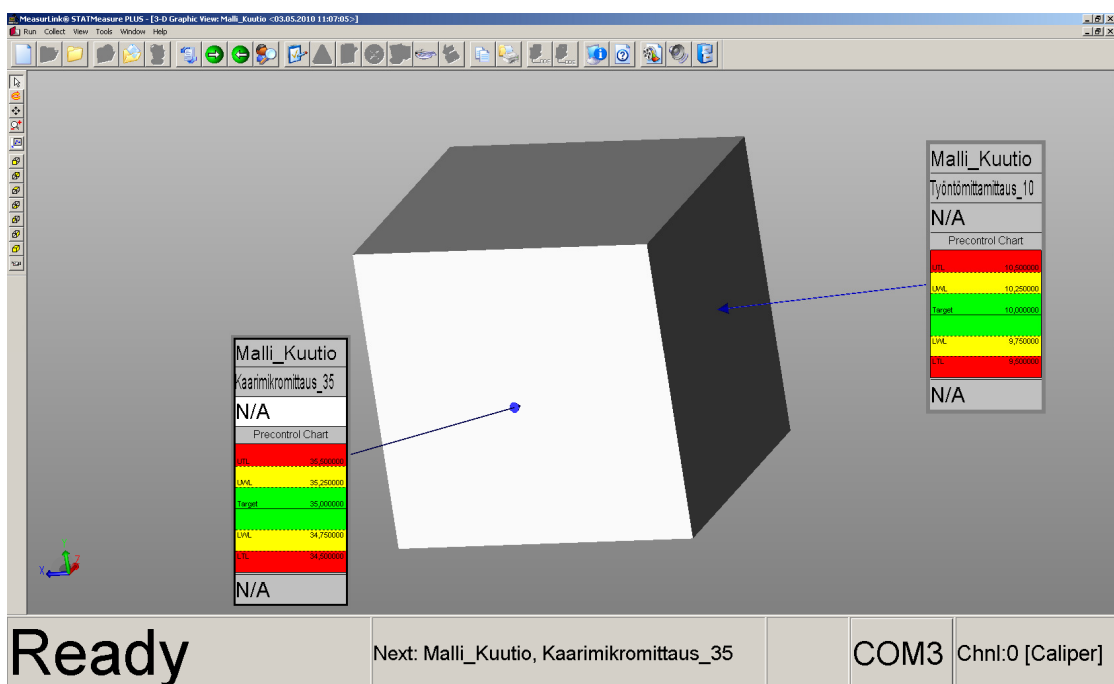
Mittausikkuna avautuu perusnäkömäänsä ilman minkäänlaista kuvantoa. Tähän tiedostoon on piirretty 3D-mallikuva, joka saadaan auki perusnäkömään ylälaudassa olevasta "View"-palkista -> josta valitaan "3-D Graphic View". MeasurLink tukee 3D-mallinnuksissa hsf-formaattia.



Haetaan kuvanto ja liitetään se mittaustiedostoon "Open"-painikkeella.



Kuvannon avauduttua mittaukset haetaan 3D-grafiikkaikkunaan painamalla sen kohdalla hiiren oikeata näppäintä -> valitaan "Callout Manager", josta saadaan näkyviin tehdyt mittavalikot. Valitaan yksi mittaus siniseksi ja sitten näpätetään 3D-kuvasta kohtaa, johon mittaus halutaan kohdentaa. Callout Managerissa mittaus muuttuu hyväksytyksi. Tehdään näin kaikille halutuille mittauksille, jolloin mittaustiedosto on valmis käytettäväksi.



Valmiissa mittaustiedostossa mittausikkunan alalaidassa näkyy selkeästi, millä mittauslaitteella ja mitä kohdetta seuraavaksi mitataan.