

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Juho Niemelä

Langattoman mittaamisen opetusmateriaali

Työn ohjaaja Joni Nieminen
Työn tilaaja TAMK, projekti-insinööri Jani Katajisto
Tampere 5/2011

Tiivistelmä

Langatonta mittaamista ja datan keräämistä käytetään nykypäivän konepajateollisuudessa paljon, koska se helpottaa huomattavasti laadunseurainta ja lyhentää mitattavien kappaleiden työkiertoa paljon. Se myös vähentää työvoiman tarvetta työpisteillä, joissa mittauksia suoritetaan.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä opetusmateriaali, jossa kerrotaan mittauksissa käytettävistä tarvikkeista ja mittausohjelmistosta. Opetusmateriaali tulee opetuskäyttöön Tampereen ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratorioon.

Työssä käytettävä ohjelmisto koostuu useista eri toimintoja sisältävistä osioista, joista käydään tässä työssä läpi mittauksien kannalta tärkeimmät.

Työn kulku koostui tutustumisesta ohjelmistoon ja laitteistoihin aina toimivan mittausohjelman luontiin. Opetusmateriaalin on tarkoituksenaan helpottaa opiskelijoita mittausohjelmiston käytössä ja mittauksien teossa.

Työtä tehdessä tuli vastaan myös muutamia ongelmia, kuten ohjelmiston tiettyjen osioiden lisenssien puuttuminen. Osioita voidaan mielestäni käsitellä tulevissa opinnäytetöissä, niin saadaan kokonaisuudessaan valmis ja toimiva ohjelmisto opetuskäyttöön.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

Niemelä, Juho
Engineering thesis
Thesis supervisor
Commissioning company

Educational material of wireless measuring
38 pages + 12 appendices
Lecturer Joni Nieminen B. Eng
Tampere University of Applied Sciences,
Supervisor Jani Katajisto B. Eng

May 2011

Abstract

The main purpose of the thesis was create an educational material of wireless measuring. This thesis process the equipments of wireless measuring and the measuring software. Tampere University of Applied Sciences is going to use thesis for educational material.

Wireless measuring software are consisting many different items, which most important items for measuring programs has been introduced during this thesis.

Workflow consisted to getting familiar with measuring equipments and software and creating the test program.

During the work also came against a few problems, like the lack of license of certain sections. Different parts of software can be introduced in the future some other thesis. That is how we get an effective and workable material.

Keywords

Mitutoyo, Wireless, SPC

Alkusanat

Opinäytetyöni oli mielenkiintoinen ja haastava projekti, jossa pääsin tutustumaan itselleni outoihin laitteisiin ja ohjelmistoihin ja niiden toimintaan.

Opinnäytetyöni on tehty Tampereen Ammattikorkeakoululle, ja haluaisinkin kiittää kaikkia osapuolia, jotka osallistuivat projektini valmistumiseen.

Eryiskiitokset kuuluvat Teräskonttori Oy:n Harri Salmelle, jolta sain huomattavan paljon materiaalia ja apua työni tekoon. Kiitokset kuuluvat myös Joni Niemiselle mielenkiintoisesta aiheesta ja tuesta työn teossa.

Tampereella Toukokuussa 2011

Juho Niemelä

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
2	Olemassa olevan opetusmateriaalin kartoitus ja opetusmateriaalin tarpeen kartoitus	8
3	Ohjelmiston tukemat mittalaitteet ja tiedonsiirtoon liittyvät välineet.....	9
3.1	Mitutoyo mittalaitteet	9
3.2	U-Wavepak (Mitutoyo) tiedonsiirtolaitteet	9
3.3	IBR tiedonsiirtolaitteet	10
3.4	Tietokoneet.....	10
4	Käytettävä ohjelmisto.....	11
4.1	Measurlink SPC Real time	11
4.2	Measurlink SPC Real time plus.....	11
4.3	Process Manager	12
4.4	Process Analyzer	12
4.5	Gage Management	12
4.6	Gage R&R	12
5	Mittauksissa käytettävät kappaleet.....	13
5.1	Kappaleiden suunnittelu.....	13
6	Mittausrutiinien luonti yksinkertaiselle ohjelmalle	15
6.1	Measurlink 6.3, Support center	15
6.2	Datan kerääminen ja raportointi Real time plus ohjelmassa.....	23
6.3	Mittausrutiinien luonti toiselle mitattavalle kappaleelle.....	29
7	Päätelmät ja opetusmateriaalin kehitys	36
	Lähteet	37
	Liitteet.....	38

Symboliluettelo

SPC	Statistical Process Control (Tilastollinen prosessin hallinta)
.HSF	Hoops Stream File
CAD	Computer aided design (Tietokone avusteinen suunnittelu)

1 Johdanto

Mittaaminen on tärkeä osa konepajateollisuudessa toimivien yritysten toimintaa ja nykypäivän vaatimukset tuotteiden mitoitukselle ovat hyvinkin tarkkoja. Asiakkaat vaativat valmistavilta yrityksiltä ja heidän alihankkijoiltaan tarkkaa selontekoa ja dokumentointia tuotteen suunnittelusta ja valmistuksesta, jotta tuotteesta tulisi mahdollisimman hyvä. Mitoitus vaatii yritykseltä tarkkaa toimintatapaa ja huolellisuutta, että mitoitukset saadaan tehtyä oikealla tavalla.

Ennen vanhaan konepajojen mittaukset tapahtuivat perinteisillä analogisilla mittalaitteilla, jolloin mittaajalla oli tärkeämpi rooli tulosten oikeellisuuden kannalta. Mittalaitteita pitää osata ennen kaikkea käyttää ja lukea oikein ja kirjata mittaustulos ylös. Nykyään tekniikka on hieman kehittyneempää ja analogisten mittalaitteiden tilalle on alkanut tulla digitaalisia mittalaitteita, jotka helpottavat huomattavasti mittauksia ja tulosten tallennus tapahtuu usein automaattisesti ja langattomasti ilman, että mittaajan tarvitsisi lukemia seurata.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda opetusmateriaali konepajojen langattomaan mittaamiseen ja tiedon tallentamiseen. Opetusmateriaalin tarkoituksena on helpottaa Measurlink 6.3 ohjelmiston käyttöä ja mahdollistaa sen avulla langattoman mittaamisen ja tiedon tallentamisen harjoittelu myös itsenäisesti ilman opastusta.

2 Olemassa olevan opetusmateriaalin kartoitus ja opetusmateriaalin tarpeen kartoitus

Langattomasta mittaamisesta ja tiedonsiirrosta ei löydy juurikaan olemassa olevaa opetusmateriaalia, jos ei lasketa mittavälineiden ja ohjelmistojen omia manuaaleja ja oppaita.

Koululta opetusmateriaalia löytyy lähinnä mittalaitteiden käyttöön ja laatutekniikkaan liittyen. Joitain esimerkkejä ja harjoituksia langattomasta mittaamisesta ja tiedonsiirrosta koululla on, mutta ne liittyvät eri ohjelmistoihin ainakin suurelta osalta. Measurlink 6.3 ohjelmiston käytöstä osana langatonta mittaamista ja tiedonsiirtoa ei löydy materiaalia.

Opetusmateriaalin tarvetta kartoittaessani mietin, kuinka laajuus rajataan siten, että siitä saadaan paras hyöty irti nimenomaan mittausharjoitusten tekemisessä. Esimerkiksi tilastolliseen prosessinohjaukseen liittyvät osiot käydään tässä työssä läpi hyvin pinnallisesti ja keskitytään vain mittausrutiinien opiskeluun.

Mittausrutiineilla tarkoitan sellaisia asioita, että käyttäjä oppii itsenäisesti suorittamaan mittausohjelman alusta loppuun. Siis käytännössä siten, että osataan tehdä mittausta varten ohjelmaan oikeat asetukset ja niihin vastaavat mittavälineet, käynnistää mittausohjelma ja aloittaa mittaus tulosten kerääminen ja tallennus. Tallennettujen tietojen käsittely analysointi kuuluu tietysti myös tähän, mutta vain tiettyyn rajaan asti. Tilastolliseen prosessin ohjaukseen kuuluvat osiot voidaan käsitellä omassa opetusmateriaalissaan.

3 Ohjelmiston tukemat mittalaitteet ja tiedonsiirtoon liittyvät välineet

Työn esimerkeissä esiintyy muutama erilainen mittausväline ja tiedonsiirtoon liittyviä välineitä, joista kerron seuraavissa kappaleissa hieman tarkemmin.

3.1 Mitutoyo mittalaitteet

Kaikki työssä käytettävät mittausvälineet ovat joko analogisia tai digitaalisia Mitutoyo mittavälineitä. Analogisiksi laitteiksi luetaan ne mittavälineet, joista mittaaja joutuu itse toteamaan mittaustuloksen. Digitaalisiksi taas luetaan ne mittavälineet, joista mittaustulos siirtyy suoraan tietokantaan huolimatta siitä katsooko mittaaja syntyvää tulosta.

Mittavälineet

- Työntömitta
- Syvyystyöntömitta
- Kaarimikrometrisarja
- Kolmipistemikrometrisarja
- Syvyysmikrometri
- Sisämikrometri
- Korkeudenmittaus- ja piirtojalka
- Mittakello
- Reikäkello

3.2 U-Wavepak (Mitutoyo) tiedonsiirtolaitteet

U-Wavepak on mitutoyon oma tiedonsiirtolaitesarja, jonka laitteita käytetään mittaustulosten keräämiseen työn esimerkeissä.

Tiedonsiirtolaitteet

- Vastaanotin
- Lähetin
- Välimuunnin
- Kaapeli

Ennen mittauksien aloittamista tiedonsiirtolaitteet pitää asentaa sille tietokoneelle, jolle mittaustuloksia halutaan kerätä. Vastaanotin asennetaan USB-kaapelilla tietokoneeseen ja lähetin sii-

hen mittalaitteeseen, jolla halutaan mitata. Välimuunninta ei langattomassa mittauksessa tarvita, vaan ainoastaan, jos mitataan kaapeleiden välityksellä. Käytettävät COM-portit ja muut tarvittavat asetukset käydään läpi myöhemmin mittausohjelmaesimerkin yhteydessä. Myös Mitutoyon U-Wavepakin ohjelmiston asennus pitää suorittaa tietokoneelle.

3.3 IBR tiedonsiirtolaitteet

IBR on toinen mahdollinen käytettävä tiedonsiirtolaitesarja, jonka laitteita ei varsinaisesti käytetä työssä, mutta niitä voisi käyttää U-Wavepakin sijasta. Toimintaperiaate on täysin sama kuin mitutoyon laitteissa.

Tiedonsiirtolaitteet

Vastaanotin

Lähetin

3.4 Tietokoneet

Mittauksissa käytetään neljää eri kannettavaa tietokonetta, joilla on kaikilla tarkoitus tehdä yksi esimerkki mittausohjelman luonnista. Seuraavassa tietokoneiden käyttötarkoitus jaoteltuna.

1. TF01901-L

Tällä tietokoneella tehtävässä esimerkissä mittaustulokset syötetään käsin ohjelmistoon.

2. TF01902-L

Tällä tietokoneella tehtävässä esimerkissä mittaustulokset siirtyvät langattomasti suoraan ohjelmistoon Mitutoyo tiedonsiirtolaitteilla.

3. TF01903-L

Tällä tietokoneella tehtävässä esimerkissä mittaustulokset siirtyvät kaapelin välityksellä ohjelmistoon.

4. TF01904-L

Tällä tietokoneella tehtävässä esimerkissä mittaustulokset siirtyvät langattomasti suoraan ohjelmistoon IBR tiedonsiirtolaitteilla.

4 Käytettävä ohjelmisto

Työssä käytetään Measurlink 6.3 laadunhallintajärjestelmää, joka toimii kaikkien mitutoyon digitaalisten mittauslaitteiden tuki- ja yhdistävänä ohjelmana aina käsimittauslaitteista koordinaattimittauskoneisiin. Ohjelmisto mahdollistaa mittaustietojen liittämisen analogisista mittauslaitteista ja on yhteensopiva myös lukuisten toisten valmistajien mittauslaitteiden kanssa.

Ohjelmisto mahdollistaa mittaustilanteen tosiaikanaäytön, mittaustietojen rajattoman keruun, hallinnan, analysoinnin, rekisteröinnin, dokumentoinnin ja jäljityksen. /1/

Ohjelmistoon sisältyy monta erilaista osiota, joista kerrotaan tässä lyhyesti ja tärkeimmät osiot tulevat myöhemmin esille mittausohjelman luonti esimerkeissä.

4.1 *Measurlink SPC Real time*

Measurlink SPC Real time on tilastolliseen prosessin hallintaan tarkoitettu tietojen keruu- ja analysointijärjestelmä, jolla voidaan vastaanottaa mittaustuloksia reaaliajassa mittauslaitteilta ja saada tulokset analysoitavaksi, joko graafisessa tai teksti muodossa. Työkappale voidaan esittää myös monissa eri formaateissa ja esityksiin voi lisätä myös videokuvaa ja ääntä. Mahdollisuus siirtää myös kaavioita ja статистиikka suoraan Excel- taulukkolaskenta ohjelmaan. Myös erilaisia raportteja voidaan tulostaa ja käyttää laskimen funktioita mittaustulosten laskemisessa.

/1/

4.2 *Measurlink SPC Real time plus*

Measurlink SPC Real time plus sisältää käytännössä kaikki samat toiminnot kuin edellä mainittu, siinä on vain tiettyjä lisä ominaisuuksia, kuten useampien tarkastusominaisuuksien esitys samanaikaisesti ja se tukee joitakin tiedosto formaatteja mitä real time ei tue. /1/

4.3 Process Manager

Process manager on mittaustietojen seuranta järjestelmä, jonka avulla voidaan hallita esimerkiksi eri paikoissa tapahtuvia mittauksia internetin kautta. Sen kautta saadaan myös reaaliaikaiset varoitustoiminnot esimerkiksi sähköpostin kautta. Erilaisia kaavioita ja histogrammeja on myös saatavilla käyttäjän tarpeiden mukaan. Process manager osiota ei käydä työssä läpi tämän enempää rajoitettujen käyttöoikeuksin vuoksi. /1/

4.4 Process Analyzer

Process analyzer on prosessianalysointia varten kehitetty osio, jossa voidaan laatia esimerkiksi erilaisia raportteja ja yhteenvetoja mittauksista ja seurata korjaustoimenpiteitä. Reaaliajassa tapahtuvat tietojen vertailut esimerkiksi eri mittauspaikkojen tuloksista. /1/

4.5 Gage Management

Gage management on ohjelma tarkastuslaitteiden hallintaan eli sillä voidaan seurata esimerkiksi laitteiden kalibroinnin eräntymispäiviä ja tehdä tarkastussuunnitelmia. Ohjelmisto ilmoittaa välineiden erääntyvistä kalibroinneista. /1/

4.6 Gage R&R

Gage R&R ohjelmaa käytetään tarkastusvälineiden kelpoisuuden analysointiin ja siellä voidaan määrittää kaikki halutut parametrit. Sillä voidaan laatia myös tarkastusraportteja käyttäjän tarpeiden mukaan. /1/

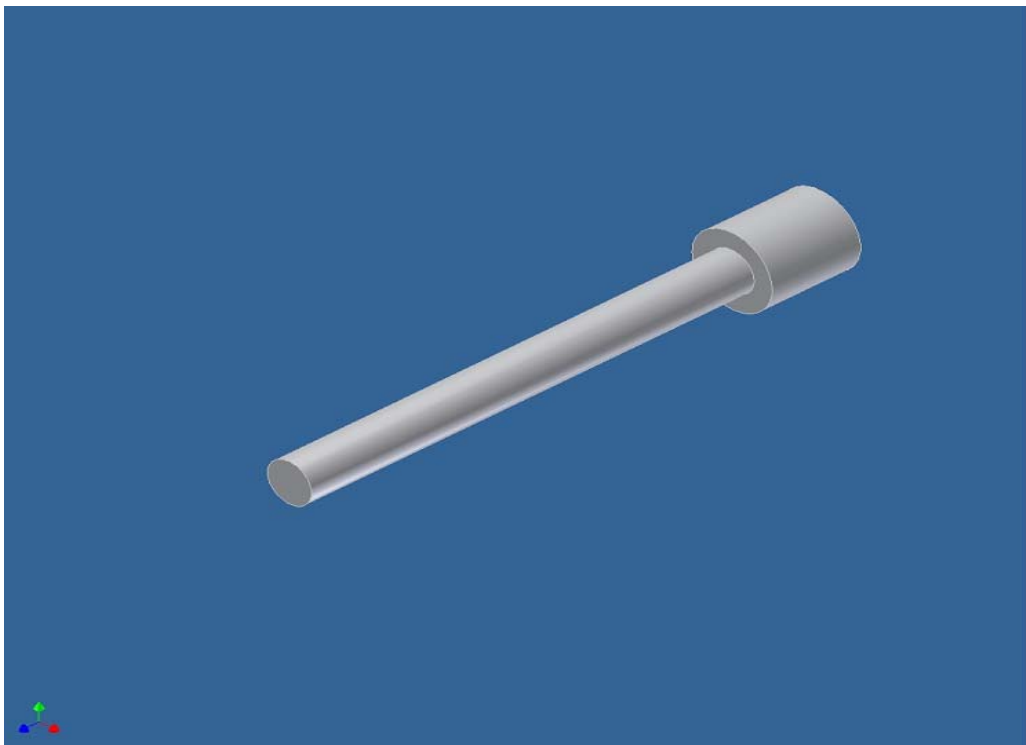
5 Mittauksissa käytettävät kappaleet

Mittausohjelmien esimerkkejä varten suunniteltiin kaksi erilaista kappaletta, joista voidaan ottaa erilaisia mittoja mahdollisimman monipuolisesti eri mittausvälineillä. Kappaleet on täysin mielivaltaisesti suunniteltu ja niillä on vain tarkoitus havainnollistaa mittausten kulkua.

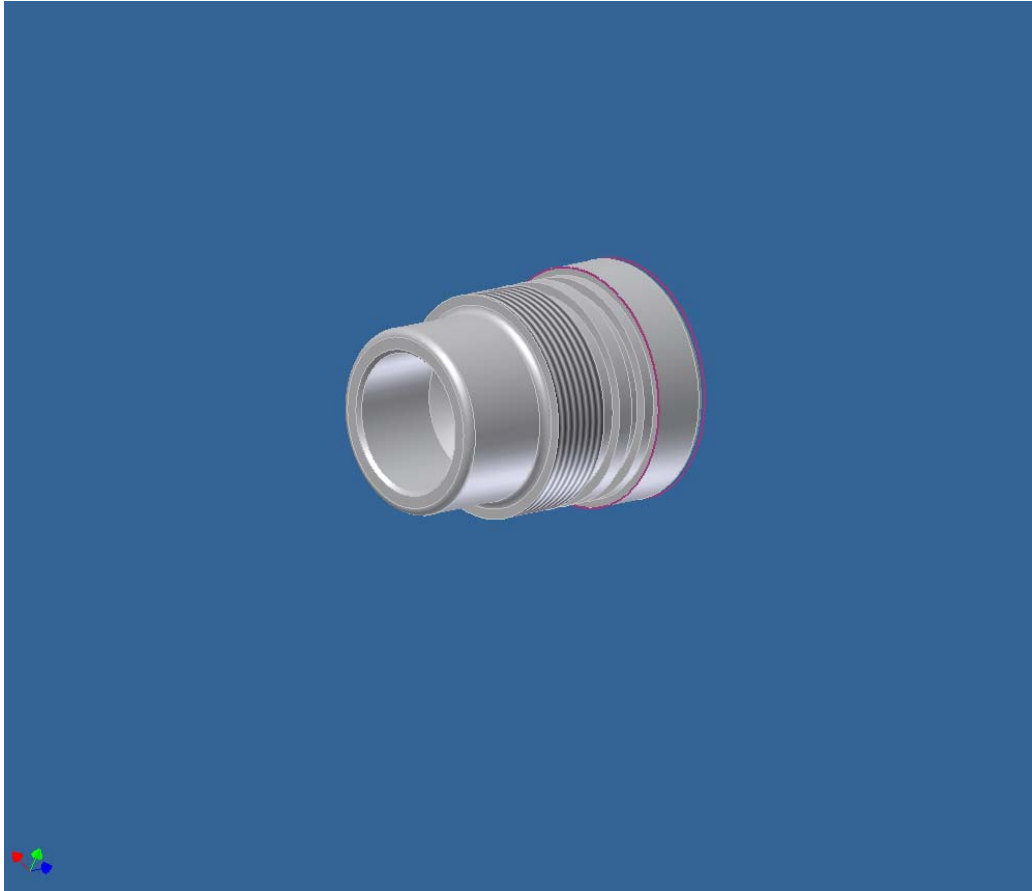
5.1 Kappaleiden suunnittelu

Kappaleet (Kuvio 1) ja (Kuvio 2) suunniteltiin vain siitä näkökulmasta, että niiden mitat soveltuvat käytettävissä olevien mittalaitteiden toiminta-alueelle ja, että niistä saadaan mahdollisimman monta eri mitta. Siis esimerkiksi pohjan leveys, korkeus, reiän syvyys, reikien etäisyys, halkaisija ja niin edelleen.

Kappaleiden piirtämiseen käytettiin Autodesk Inventor Professional 10 ja Catia V4 nimisiä CAD-ohjelmia.



Kuvio 1: Mittauksissa käytettävä kappale (3-D malli)



Kuvio 2: Mittauksissa käytettävä kappale (3-D malli)

Työssä tehdään kaksi erilaista esimerkkiä, joista ensimmäisessä käytetään ensimmäistä kuvaa (Kuvio 1) ja toisessa esimerkissä jälkimmäistä kuvaa (Kuvio 2).

Ensimmäisessä esimerkissä käydään läpi mittausrutiinien teko läpikotaisin alusta loppuun ja luodaan toimiva yksinkertainen mittausohjelma. Jälkimmäisessä esimerkissä taas käydään läpi vain havainnollistamisen kannalta tärkeät piirteet. Toisin sanoen, alkuasetusten tekoa ei käydä enää läpi niin tarkasti kuin ensimmäisessä esimerkissä. Jälkimmäinen esimerkki toimii samalla myös harjoitustehtävänä työtä opetuksessa käyttäville.

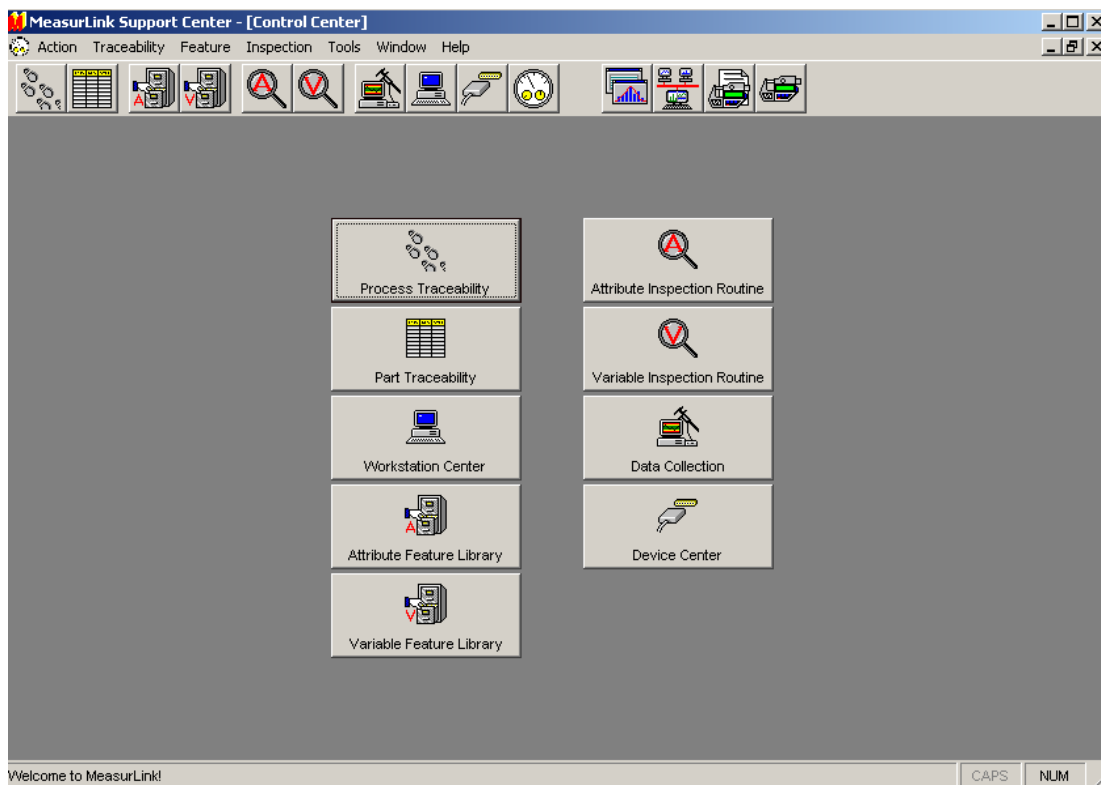
6 Mittausrutiinien luonti yksinkertaiselle ohjelmalle

Seuraavissa kappaleissa luodaan yksinkertainen mittausohjelma tietokoneella numero 2, jolla on tarkoitus saada mittaustulokset tietokantaan langattomasti. Ensin luodaan tarvittavat asetukset koneeseen ja laitteisiin ja sitten luodaan itse mittausohjelma.

6.1 Measurlink 6.3, Support center

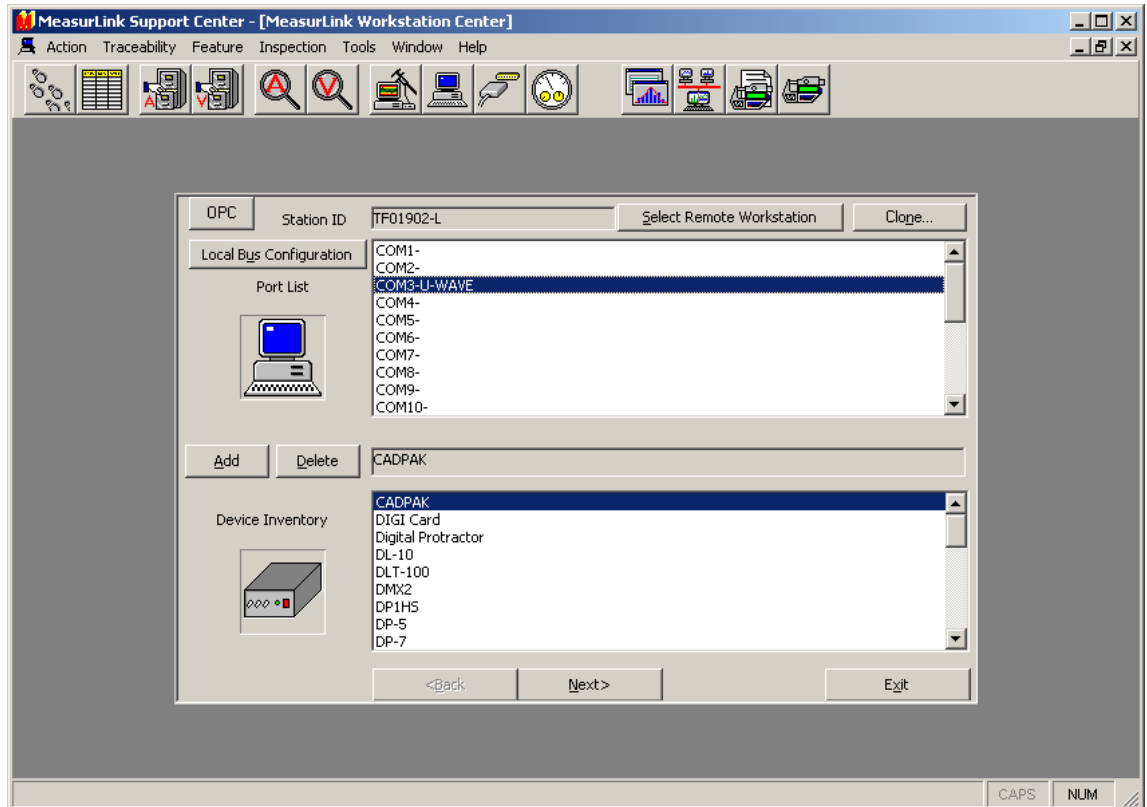
Measurlink support centerissä kerrotaan järjestelmälle tarvittavat tiedot kuten, missä porteissa laitteet sijaitsevat ja mitä halutaan mitata. Mittaukselle voidaan antaa myös nimi (feature id) ja koko dokumentille myös (part id).

Kun Measurlink 6.3, support center on avattu kuvakkeesta, aukeaa tämän näköinen ikkuna (Kuvio 2).



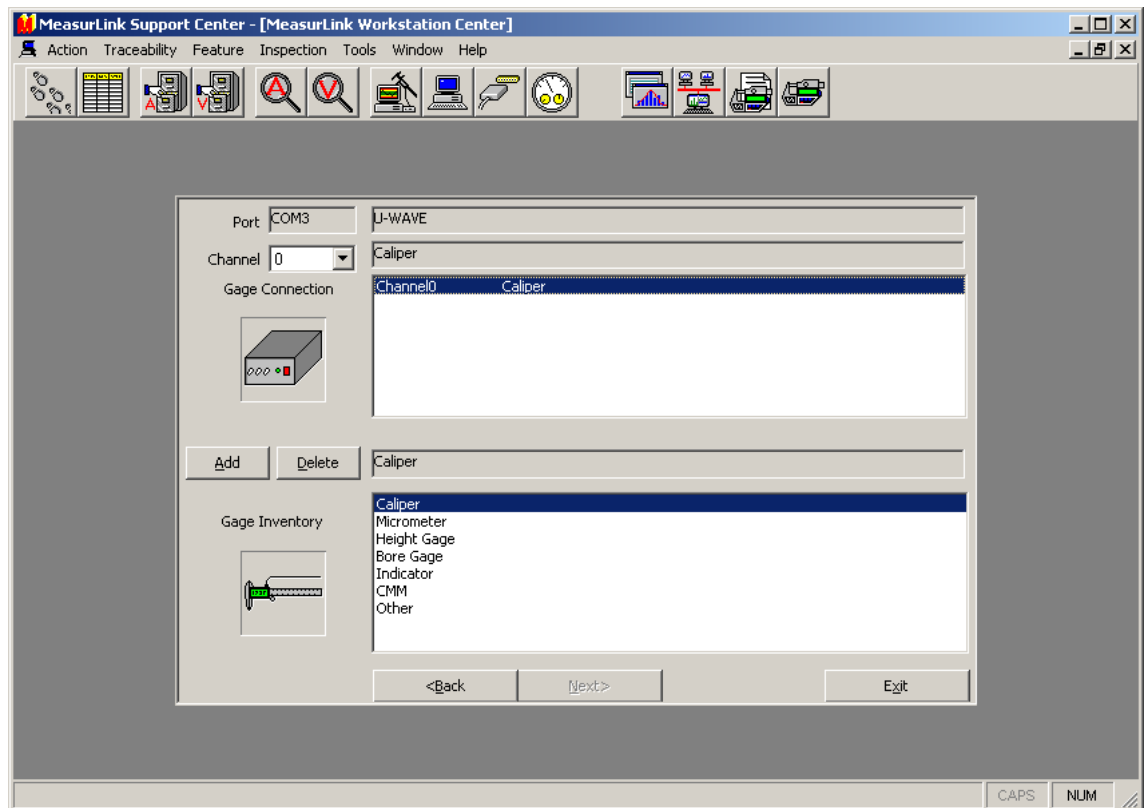
Kuvio 2: Measurlink support center perusnäky

Ensimmäiseksi painetaan workstation center kuvaketta, josta aukeaa tämän näköinen ikkuna(Kuvio 3).



Kuvio 3: Workstation center

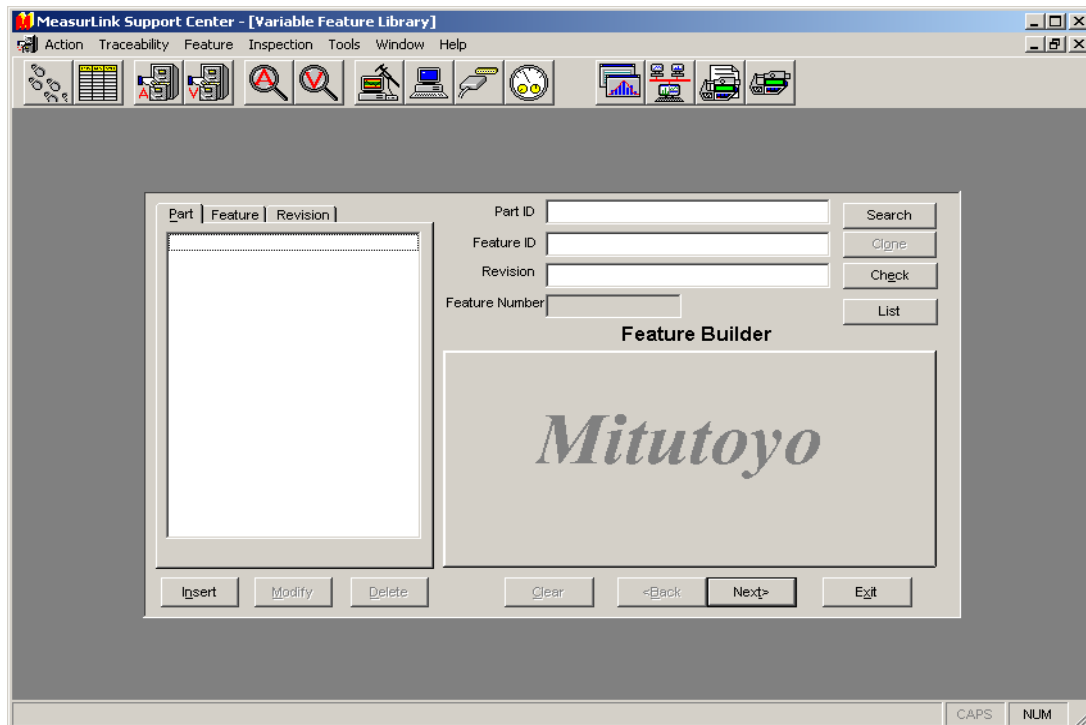
Workstation centerissä kerrotaan järjestelmälle, mille COM-portille mikäkin laite on tarkoitettu. Eli siis järjestelmä tietää, että missä mikäkin laite sijaitsee ja mistä laitteelta data tulee. Valitaan COM-portiksi COM3 ja alhaalta U-Wave ja painetaan add nappia. Nyt järjestelmä tietää, miltä COM portilta vastaanottaa dataa. Seuraavaan valikkoon päästään painamalla next nappia, jolloin aukeaa tämän näköinen ikkuna (Kuvio 4).



Kuvio 4: Workstation center

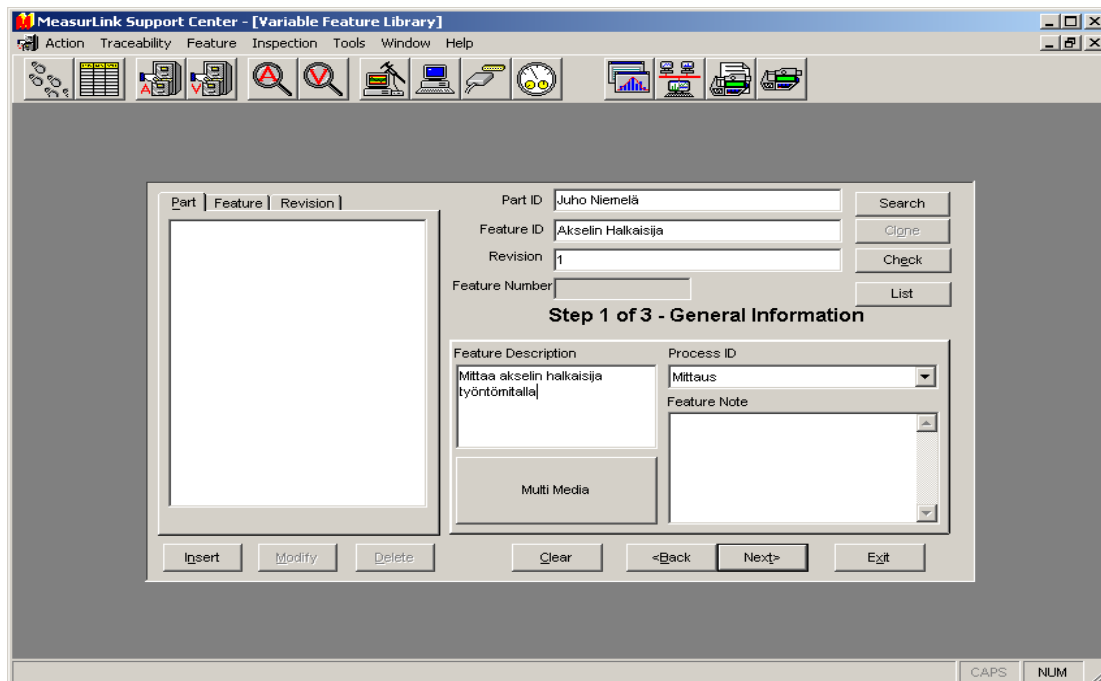
Tässä näkymässä kerrotaan järjestelmälle, mitä laitteita kanaviin on yhdistetty ja valitaan channel kohtaan kanavaksi arvo 0 ja alhaalta haluttu mittalaite, joka voi tässä olla vaikka työntömitta eli valitse caliper. Nyt tiedot ovat automaattisesti tallentuneet ja voimme sulkea Workstation centerin painamalla exit.

Seuraavaksi mennään takaisin support centerin perusnäkömään ja valitaan sieltä variable feature library, jolloin aukeaa tämän näköinen ikkuna (Kuvio 5).



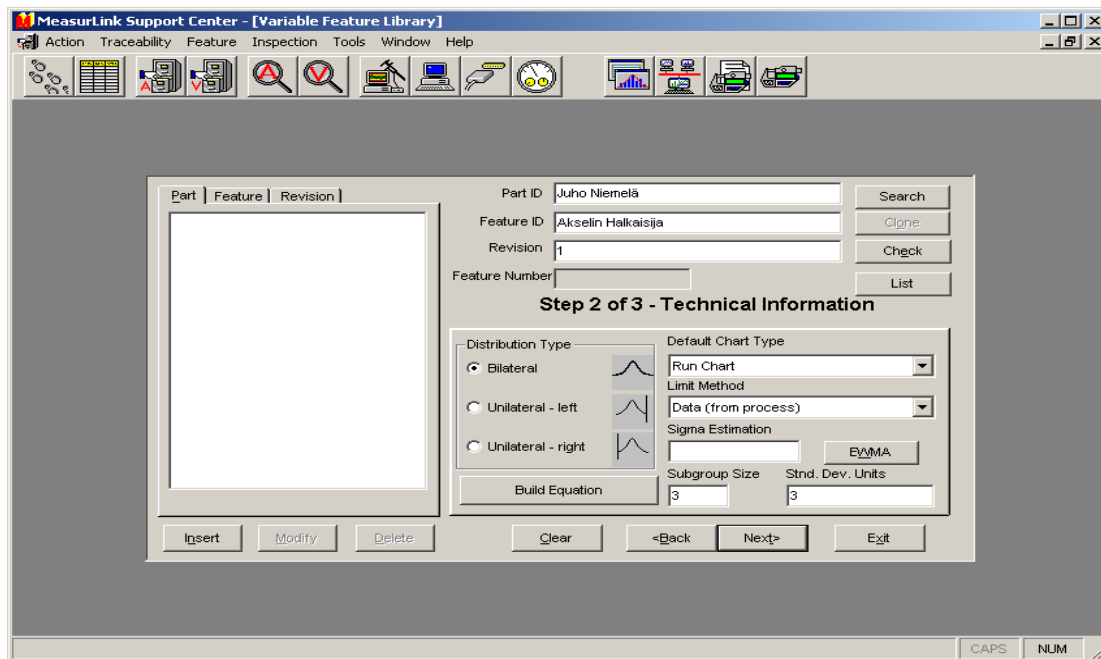
Kuvio 5: Variable feature library

Tässä osiossa tapahtuu mitattavien kappaleiden luonti ja täällä kerrotaan järjestelmälle tiedot kaikista mitattavista osista ja osien mitattavista kohteista. Annetaan siis toleranssi tiedoista lähtien kaikki tarvittava informaatio mitattavista kohteista (Kuvio 6).



Kuvio 6: Variable feature library

Part id kohtaan annetaan mitattavan kappaleen nimi ja feature id kohtaan kappaleesta mitattava osa. Tässä käytetään akselin halkaisijaa. Feature description kohtaan voi kirjoittaa ohjeen, mitä mitataan ja millä välineellä. Eteenpäin päästään painamalla next.



Kuvio 7: Variable feature library

Tässä (Kuvio 7) päästään valitsemaan halutut kaaviotyypit ja montako kappaletta mitataan. Valitaan Distribution type kohtaan bilateral ja default chart type kohtaan run chart. Subgroup size eli mittauskappaleiden määrä voi olla esimerkiksi kolme. Eteenpäin päästään painamalla next.

MeasurLink Support Center - [Variable Feature Library]

Part ID: Juho Niemelä
 Feature ID: Akselin Halkaisija
 Revision: 1
 Feature Number:

Step 3 of 3 - Chart and Control Data

	Low	Target	High
Tolerance	9,95000	10,00000	10,05000
Warning	9,97500		10,02500
Outlier	9,92500		10,07500
Control Limit (X)	9,97113	10,00000	10,02887
Control Limit (R)	0,00000	0,02822	0,07263

Tolerance Table

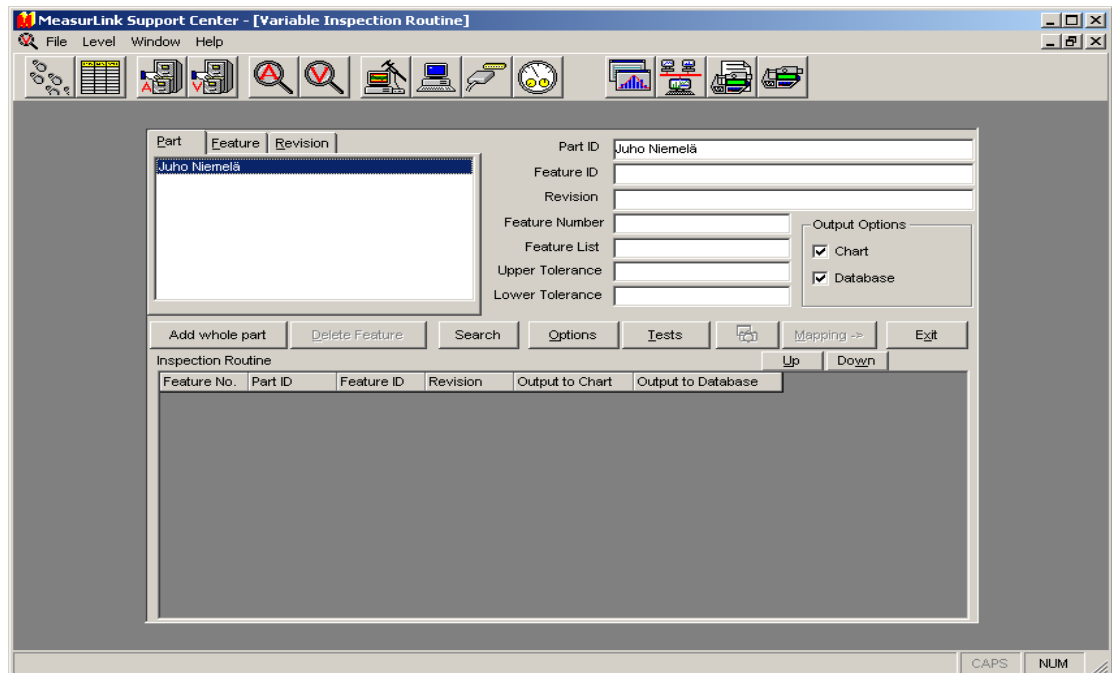
Buttons: Insert, Modify, Delete, Clear, <Back, Next>, Exit

Status: CAPS NUM

Kuvio 8: Variable feature library

Täällä (Kuvio 8) syötetään haluttu mitta target kohtaan ja annetaan vielä toleranssit eli ala- ja ylämitat kohtiin low ja high. Tämän jälkeen painetaan auto fill, jolloin ohjelma täyttää automaattisesti taulukon arvot. Kun arvot on syötetty, painetaan insert nappia ja sitten exit. Nyt kaikki mitausta varten luodut arvot on tallennettu ja voidaan palata support centeriin.

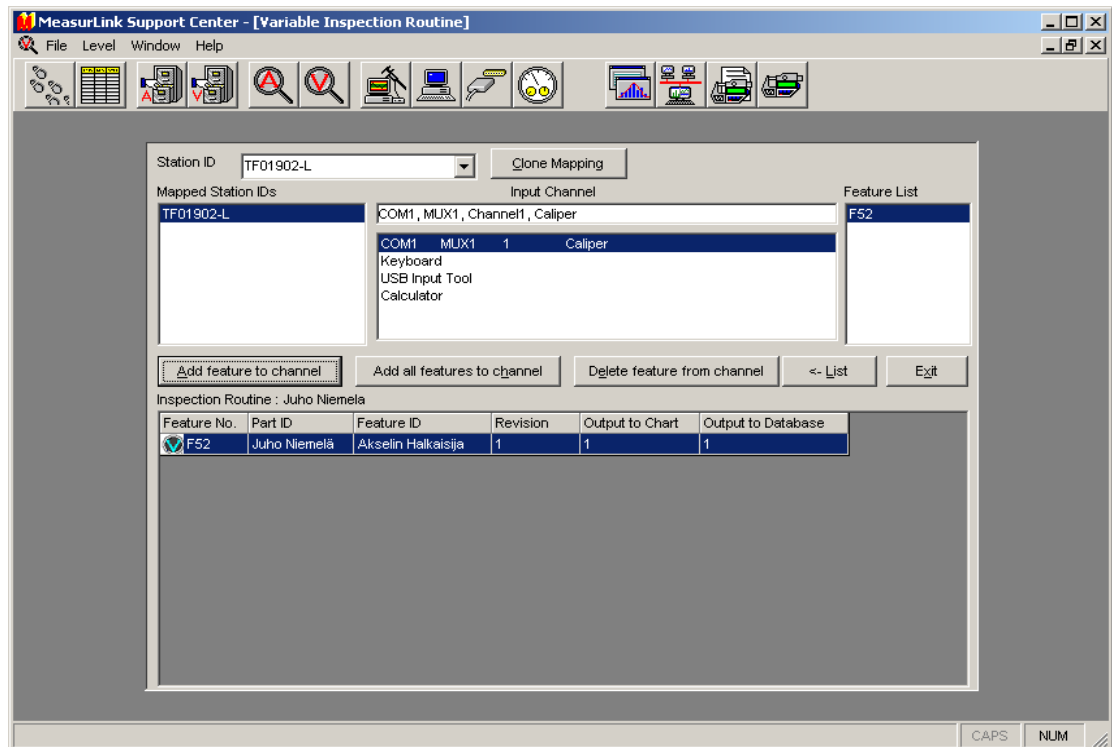
Seuraavaksi painetaan Support centeristä Variable inspection routine kuvaketta, jolloin aukeaa tämän näköinen ikkuna.



Kuvio 9: Variable inspection routine

Tässä (Kuvio 9) kerrotaan järjestelmälle kappaleen mitattava piirre, joka tässä tapauksessa on akselin halkaisija.

Valitaan mittaustiedoston nimi, joka tässä on Juho Niemelä ja painetaan add whole part. Tämän jälkeen pitää käydä tallentamassa mittaus file välilehdeltä. Seuraavaksi päästään kohtaan mapping. Kun mapping nappia on painettu, aukeaa tämän näköinen ikkuna.

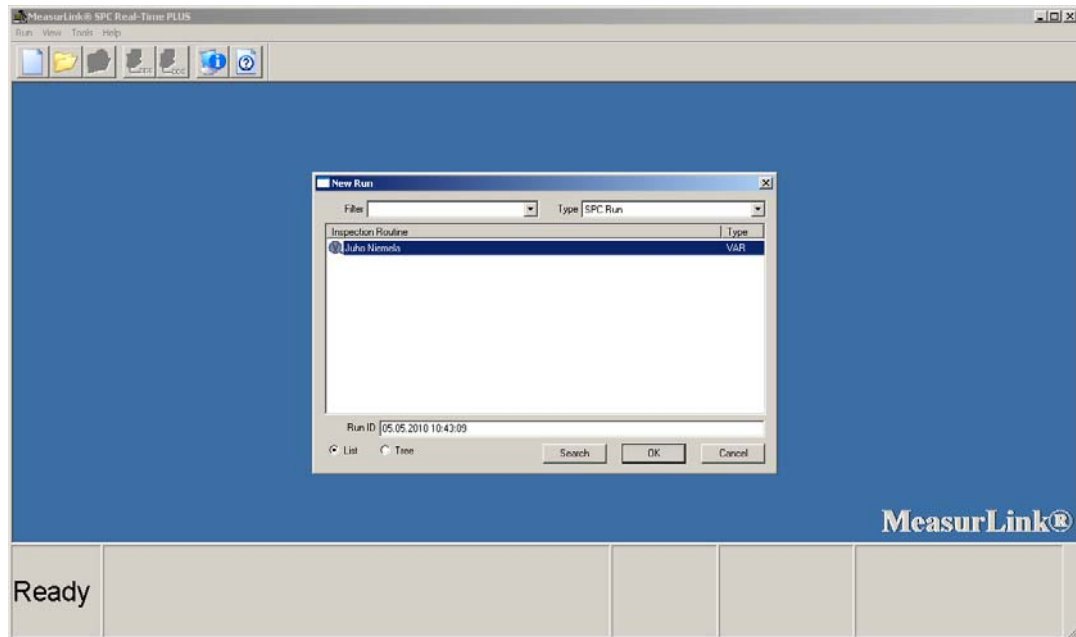


Kuvio 10: Variable inspection routine

Valitaan listalta aiemmin määritetyt mittalaitteet ja painetaan add feature to channel(Kuvio 10). Nyt kaikki tarvittavat alkuasetukset on tehty ja exit napilla päästään takaisin support centeriin, josta voidaan painaa data collection kuvaketta, jolla päästään Measurlinkin realtime osioon.

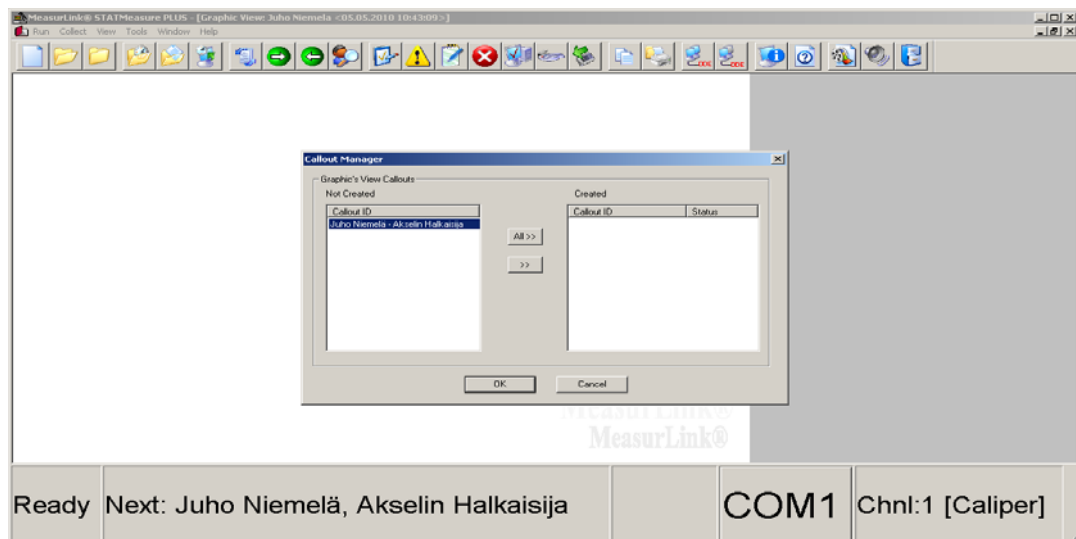
Tässä osiossa kerätään mitattuja tietoja reaaliajassa ja kaikki mittaustapahtumat tallentuvat automaattisesti tietokantaan. Siinä vaiheessa kun näet mittauksesta tulevan numeerisen tai graafisen mittaustuloksen on tieto jo tallentunut tietokantaan. Mittaajan ei siis tarvitse huolehtia tallentamisesta vaan voi keskittyä pelkästään mittaamiseen.

6.2 Datan kerääminen ja raportointi Real time plus ohjelmassa



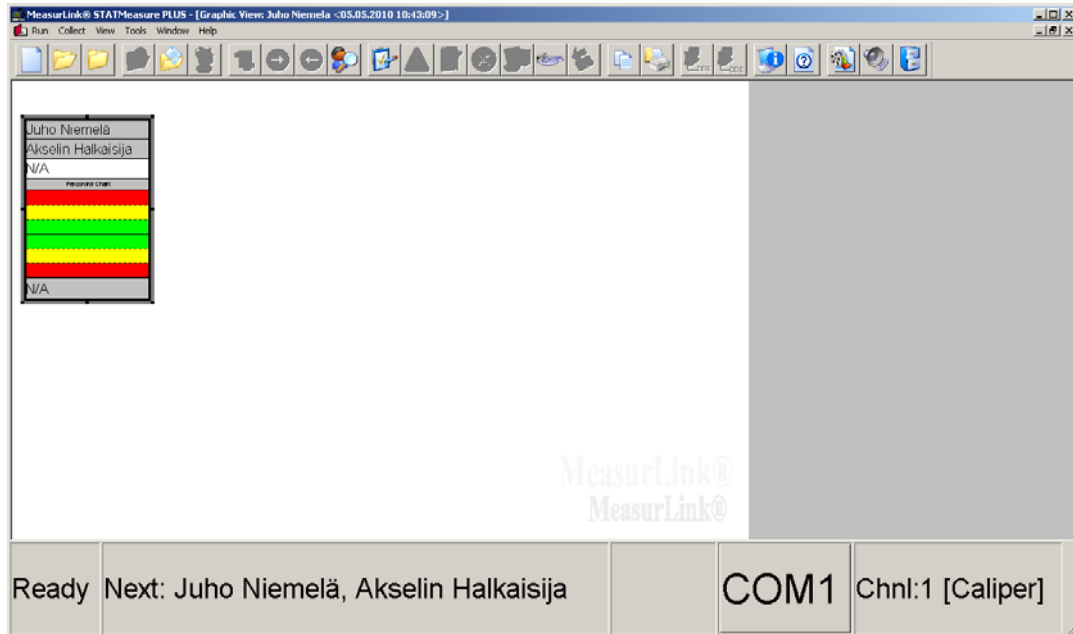
Kuvio 11: Measurlink SPC Real time plus

Nyt real time plus on avattu ja valitaan run välilehdeltä new run (Kuvio 11). Valitaan kappaleen nimi ja painetaan ok.



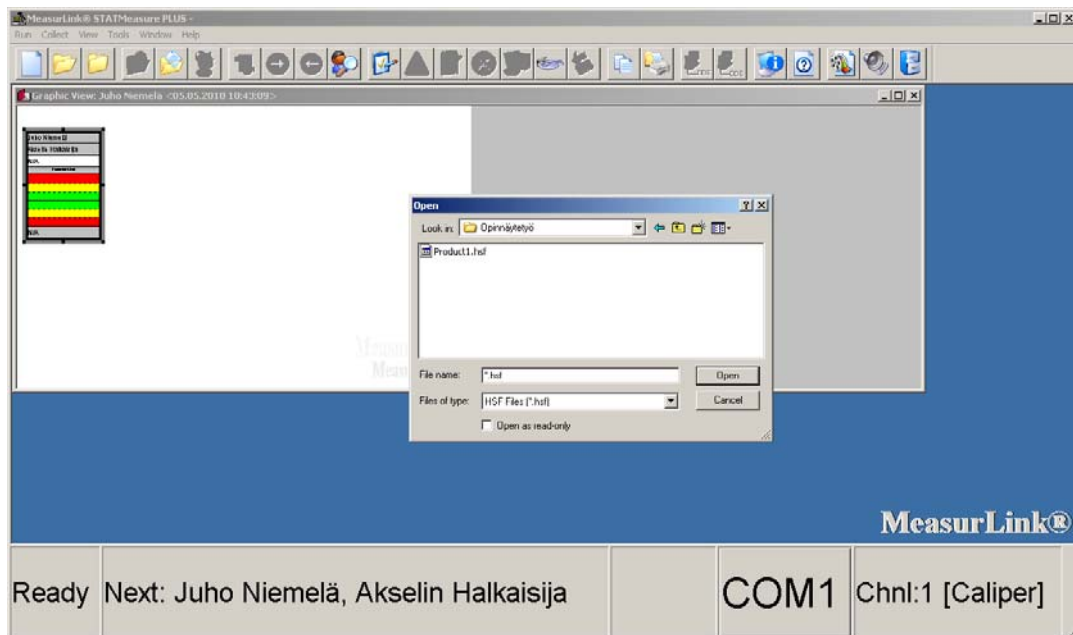
Kuvio 12: Measurlink SPC Real time plus

Tässä (Kuvio 12) valitaan callout id ja painetaan all ja sitten ok. Seuraavaksi aukeaa tämän näköinen Ikkuna.



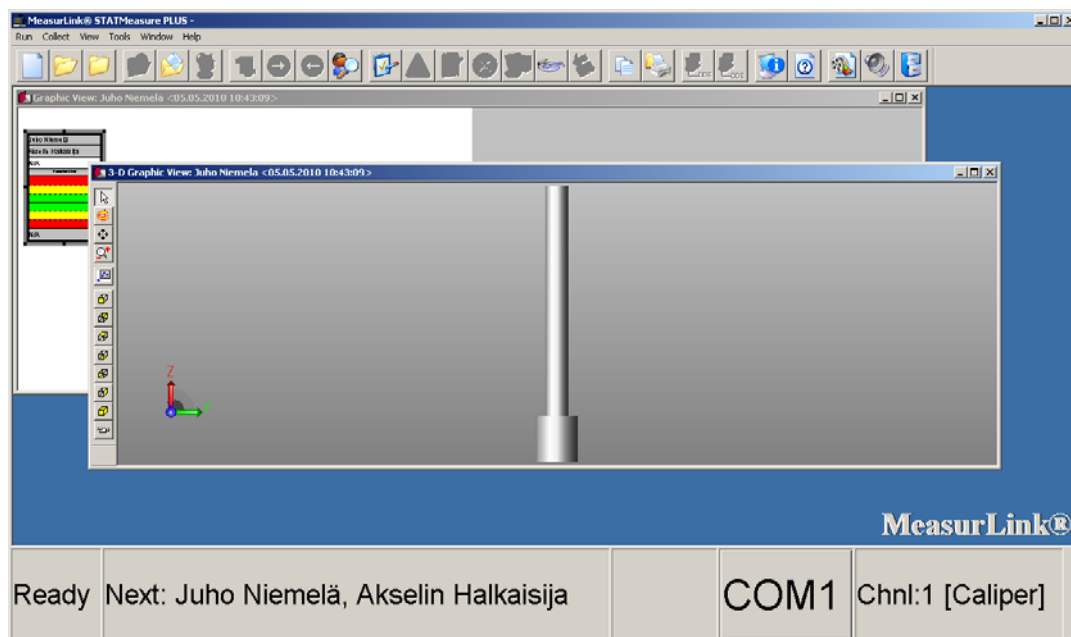
Kuvio 13: Measurlink SPC Real time plus

Nyt voidaan tuoda CAD ohjelmalla suunniteltu mittauskohteen kuva ohjelmistoon (Kuvio 13). Valitaan view välilehdeltä 3-D graphic view ja haetaan tallennettu kuva ja painetaan ok (Kuvio 14).



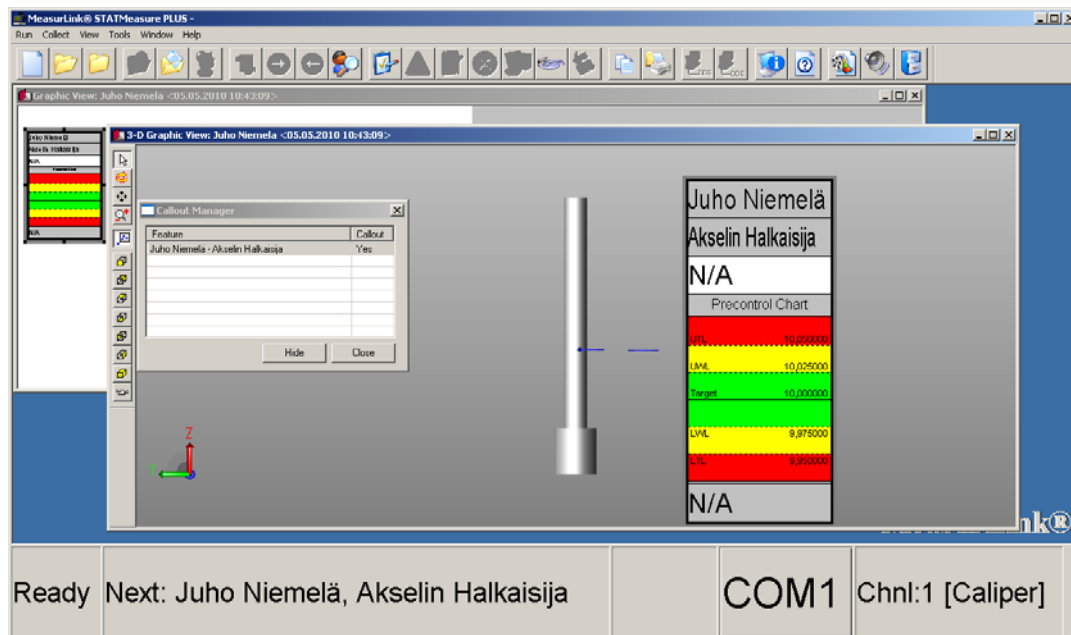
Kuvio 14: Measurlink SPC Real time plus

Seuraavaksi aukeaa tämän näköinen ikkuna (Kuvio 15), jossa suunnitellun mittauskohteen kuva aukeaa 3-D muodossa ohjelmistoon.



Kuvio 15: 3-D Graphic view

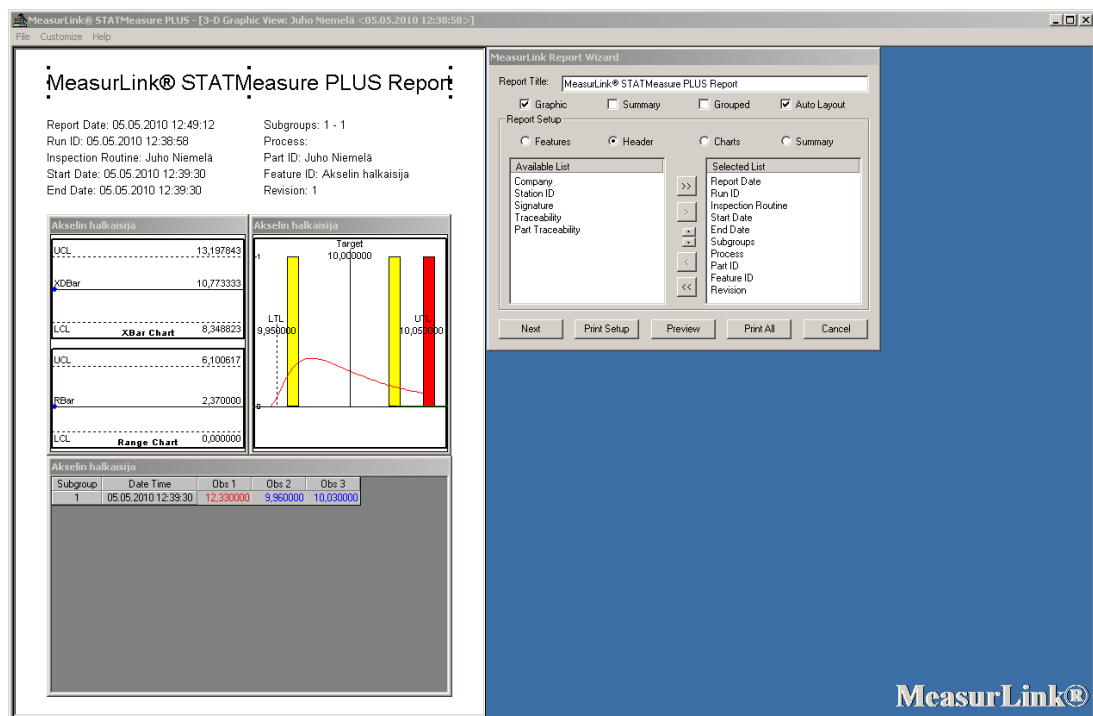
Seuraavaksi painetaan hiiren oikeaa nappia kuvan päällä ja valitaan aukeavasta valikosta callout manager. Aukeaa seuraavanlainen ikkuna (Kuvio 16).



Kuvio 16: 3-D Graphic view

Maalataan kappaleen nimi ja viedään hiiri siihen kohtaan kappaleesta, mistä mittaustulos halutaan ottaa.

Nyt olemme siinä vaiheessa, että voidaan alkaa ottaa mittaustuloksia vastaan ohjelmistoon. Mitataan kolmesta kappaleesta jokaisesta yksi mitta. Nyt, kun mitat on otettu, voidaan ryhtyä tutkimaan saamiamme tuloksia. Kun 3-D Graphic view tilassa painaa näppäintä F2, aukeaa Measurlinkin raportti toiminto (Kuvio 17), jolla saadaan erilaisia kuvaajia ja статистиikkaa näytölle mittauksista.

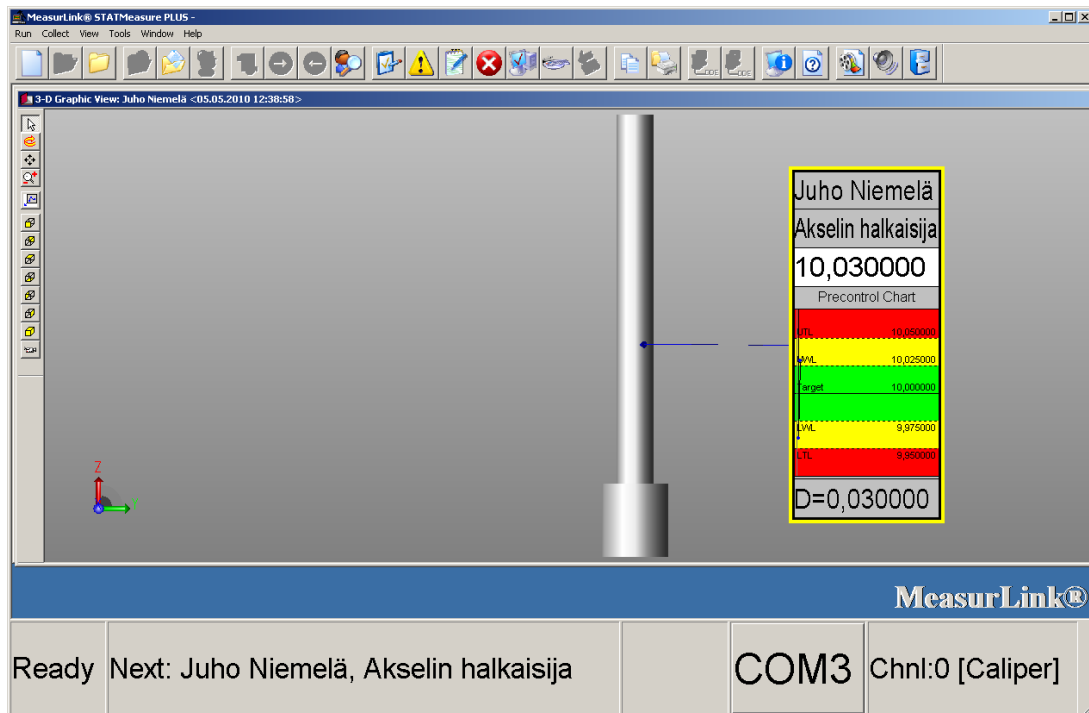


Kuvio 17: Measurlink raportti näkymä

Kuvassa vasemmalla ylhäällä näkyvät päivämäärä ja aika, raportin tekijän nimi, kappaleen nimi, mitattava kohde, mittauskappaleiden määrä. Niiden alla valituissa kaavioissa näkyvät mittaustulokset erilaisina kuvaajina. Alimmaisena on jokaisen mittauksen tulos, jossa punaisella näkyy toleranssi rajat ylittävä tulos ja sinisenä näkyvät tulokset, jotka ovat sallituissa rajoissa.

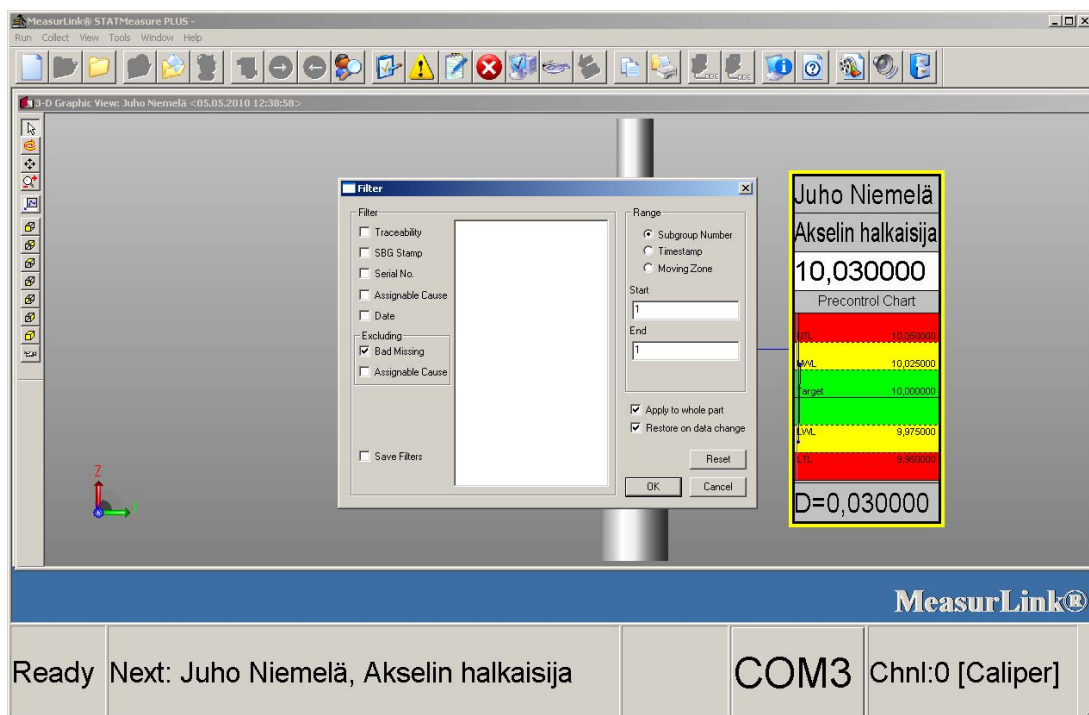
Oikean puoleisesta Measurlink report wizard ikkunasta saadaan määriteltyä erilaisia kaavioita ja muita asioita, mitä halutaan raportissa näkyvän. Mahdollisia asioita on niin paljon, ettei niitä kaikkia luetella tässä, vaan käyttäjä voi muokata niitä mielensä mukaan mittauksia tehtäessä.

Tarkastellaan seuraavaksi muita mittauksen raportointiin liittyviä toimintoja(Kuvio 18).



Kuvio 18:

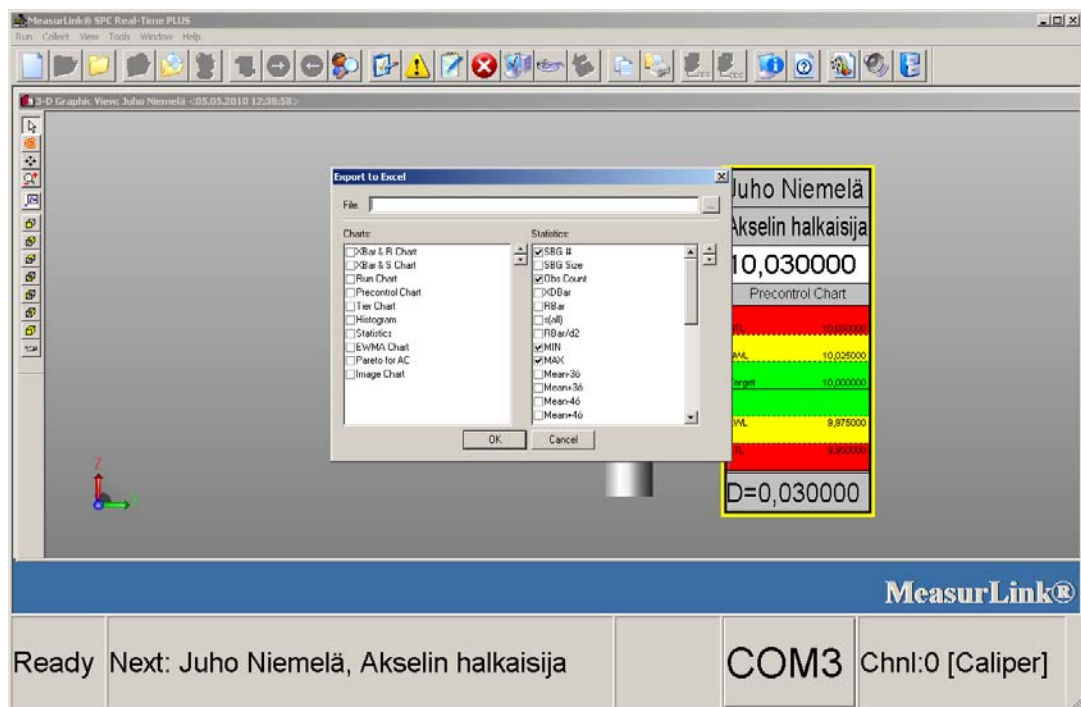
Mene tools välilehdelle ja paina sieltä filter kohdasta, jolloin aukeaa tämän näköinen ikkuna(Kuvio 19).



Kuvio 19:

Filter toiminnon avulla voidaan tarkastella mittauksia tietokannasta useiden eri muuttujien avulla.

Samalta tools välilehdeltä löytyy myös export toiminto, jolla saadaan siirrettyä статистиikkaa ja taulukoita esimerkiksi excel-taulukkolaskenta ohjelmaan(Kuvio 20).



Kuvio 20:

Export to excel ikkunasta saadaan itse valittua minkälaisia kaavioita ja статистиikkaa halutaan Excel muotoon siirtää. Export toiminnon avulla tietoja saadaan vietyä samalla tavalla myös muihin ohjelmiin kuten notepad, word ja niin edelleen.

Exceliin viety mittausraportti näyttää esimerkiksi tältä(Kuvio 21).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Statistics									
2		SBG #	1							
3		Obs Count	3							
4		MIN	9,960000							
5		MAX	12,330000							
6		Defect Ratio	33,33%							
7		Target	10,000000							
8										
9										
10										
11										
12	Subgroup	Date Time	Obs 1	Obs 2	Obs 3					
13	1	05.05.2010 12:39	12,330000	9,960000	10,030000					
14										
15										
16										
17										
18										
19										

Kuvio 21:

Käytännössä siitä löytyy täsmälleen samat tiedot kuin Measurlinkin raportistakin, riippuen siitä mitä tietoja exceliin haluttiin tuoda.

6.3 Mittausrutiinien luonti toiselle mitattavalle kappaleelle

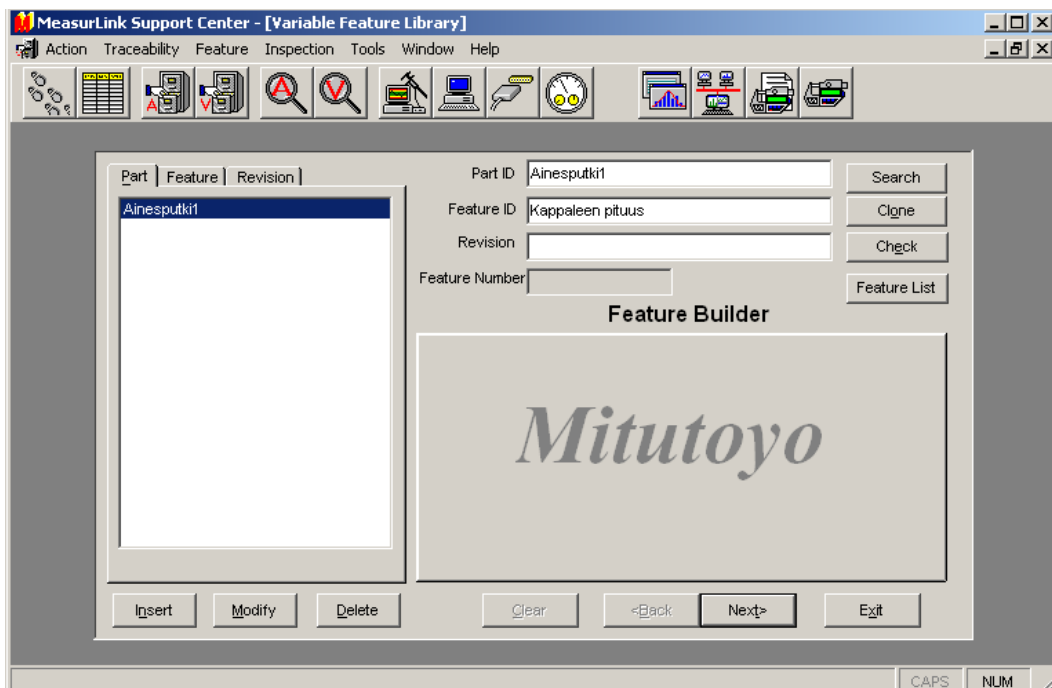
Tässä esimerkissä käydään läpi mittausohjelman teko käyttäen esimerkkinä hieman monimutkaisempaa kappaletta, jossa on paljon enemmän mitattavia kohteita ja käytetään enemmän kuin yhtä mittalaitetta. Measurlink support centerissä kerrotaan taas järjestelmälle tarvittavat tiedot kuten, missä porteissa laitteet sijaitsevat ja mitä halutaan mitata. Näistä ei ole kuvia, koska ne on käyty läpi edellisessä esimerkissä. Annetaan mittaukselle jälleen nimi (feature ID) ja koko dokumentille myös (part ID).

Aloitetaan jälleen Workstation centeristä ja kerrotaan järjestelmälle, mille COM-portille mikäkin laite on tarkoitettu. Valitaan COM-portiksi COM3 ja alhaalta U-Wave ja painetaan add nappia. Nyt järjestelmä tietää, miltä COM portilta vastaanottaa dataa.

Nyt kerrotaan järjestelmälle, mitä laitteita kanaviin on yhdistetty ja valitaan channel kohtaan kanavaksi arvo 0 ja alhaalta haluttu mittalaite, joka voi olla vaikka työntömitta eli valitse caliper. Seuraavaksi valitaan channel kohtaan kanavaksi arvo 1 ja alhaalta haluttu mittalaite, joka voi

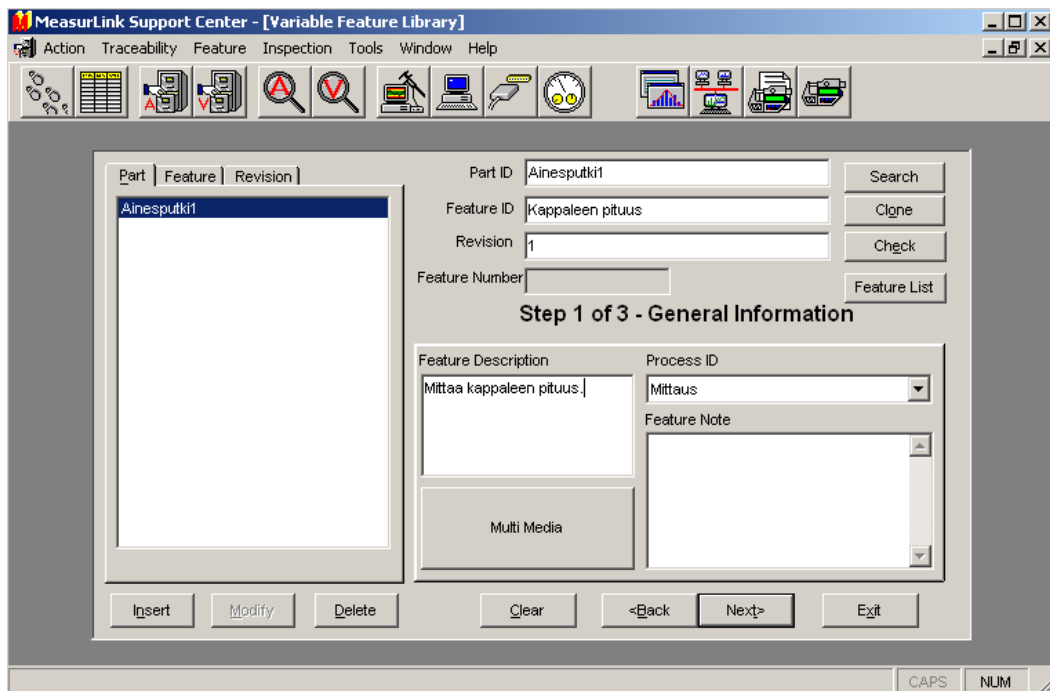
olla esimerkiksi mikrometri. Nyt tiedot ovat automaattisesti tallentuneet ja voimme sulkea workstation centerin painamalla exit.

Seuraavaksi mennään takaisin support centerin perusnäkömään ja valitaan sieltä Variable feature library. Tässä osiossa tapahtuu taas mitattavien kappaleiden luonti ja täällä kerrotaan järjestelmälle tiedot kaikista mitattavista osista ja osien mitattavista kohteista. Annetaan siis toleranssi tiedoista lähtien kaikki tarvittava informaatio mitattavista kohteista. Nyt on havainnollistamisen vuoksi hyvä ottaa mukaan myös muutama kuva, niin saadaan selkeämmin esille, miten usean eri mitattavan kohteen luonti tapahtuu.



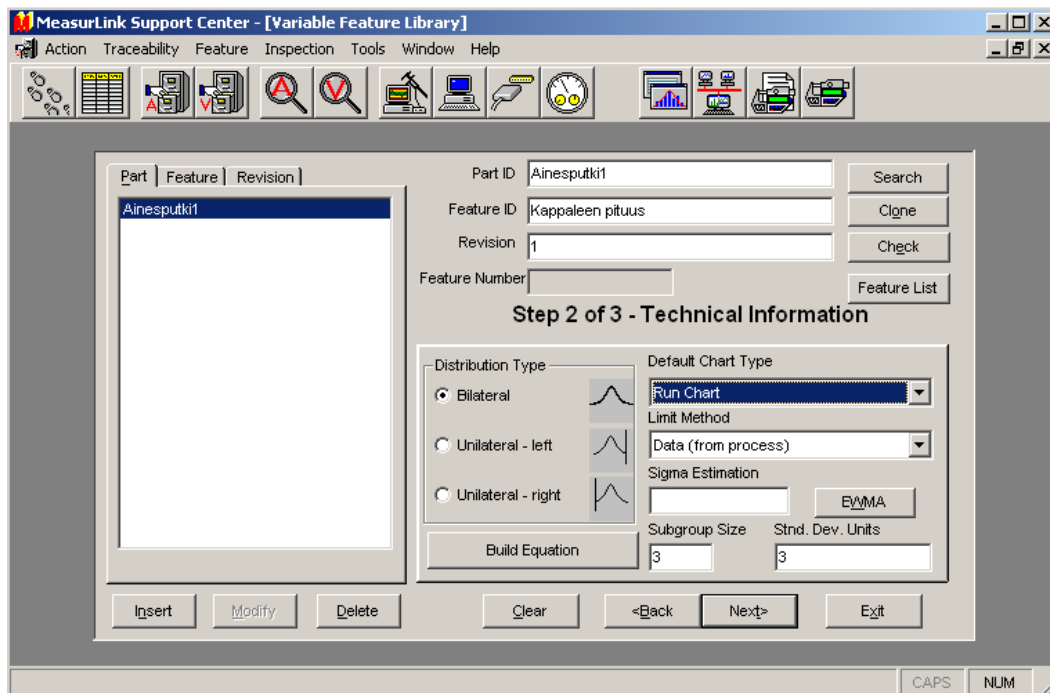
Kuvio 22: Variable feature library

Kuvassa (Kuvio 22) Variable feature libraryssa annetaan yksi kerrallaan järjestelmälle tiedot mitattavista kohteista. Part välilehdellä näkyy nyt ainesputki1 niminen part id. Feature id kohtaan tulee jälleen mitattava piirre, joka voi olla tässä esimerkiksi kappaleen pituus. Painetaan next nappia ja siirrytään seuraavaan vaiheeseen.



Kuvio 23: Variable feature library

Nyt voidaan kirjoittaa feature description kohtaan ohje mittaajalle. Siirrytään eteenpäin jälleen painamalla next.



Kuvio 24: Variable feature library

Tässä kohdassa (kuvio 24) ei tarvitse muuttaa mitään, vaan voidaan siirtyä suoraan eteenpäin painamalla next.

MeasurLink Support Center - [Variable Feature Library]

Action Traceability Feature Inspection Tools Window Help

Part ID: Ainesputki1 Search

Feature ID: Kappaleen pituus Clone

Revision: 1 Check

Feature Number: Feature List

Step 3 of 3 - Chart and Control Data

	Low	Target	High
Tolerance			
Warning			
Outlier			
Control Limit (X)			
Control Limit (R)			

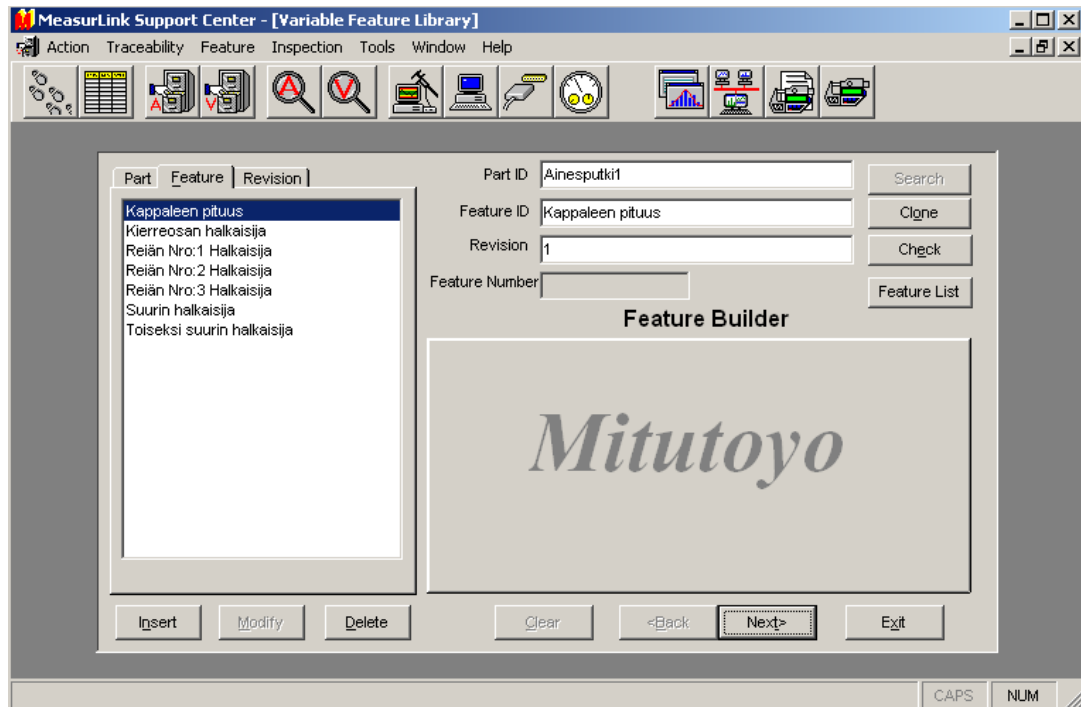
Tolerance Table Auto Fill

Insert Modify Delete Clear <Back Next> Exit

CAPS NUM

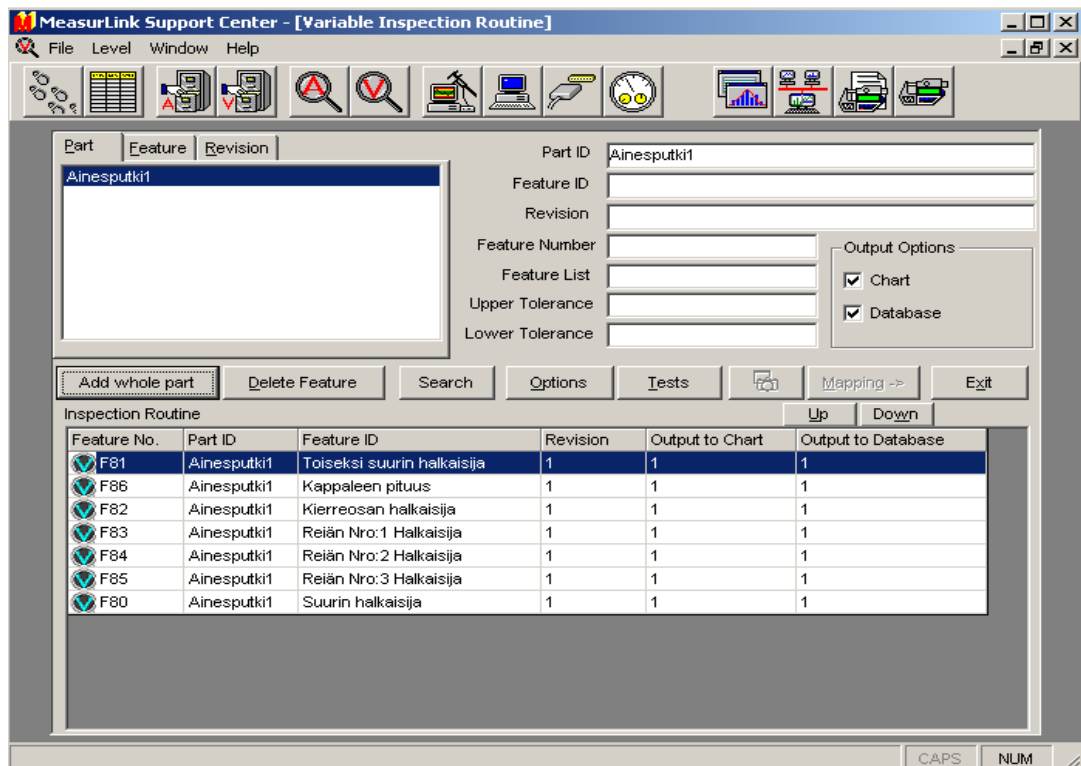
Kuvio 25: Variable feature library

Nyt annetaan target kohtaan mitattavan kohteen tavoiteltu mitta ja myös toleranssit eli ala- ja ylämitat kohtiin low ja high niin kuin aikaisemminkin. Kun mitat on annettu, painetaan autofill ja ohjelma täyttää muut arvot. Tallennetaan mitattava piirre painamalla insert. Muut mitattavien kohteiden piirteet annetaan yksi kerrallaan ja painetaan aina insert, niin tieto tallentuu ohjelmistoon.



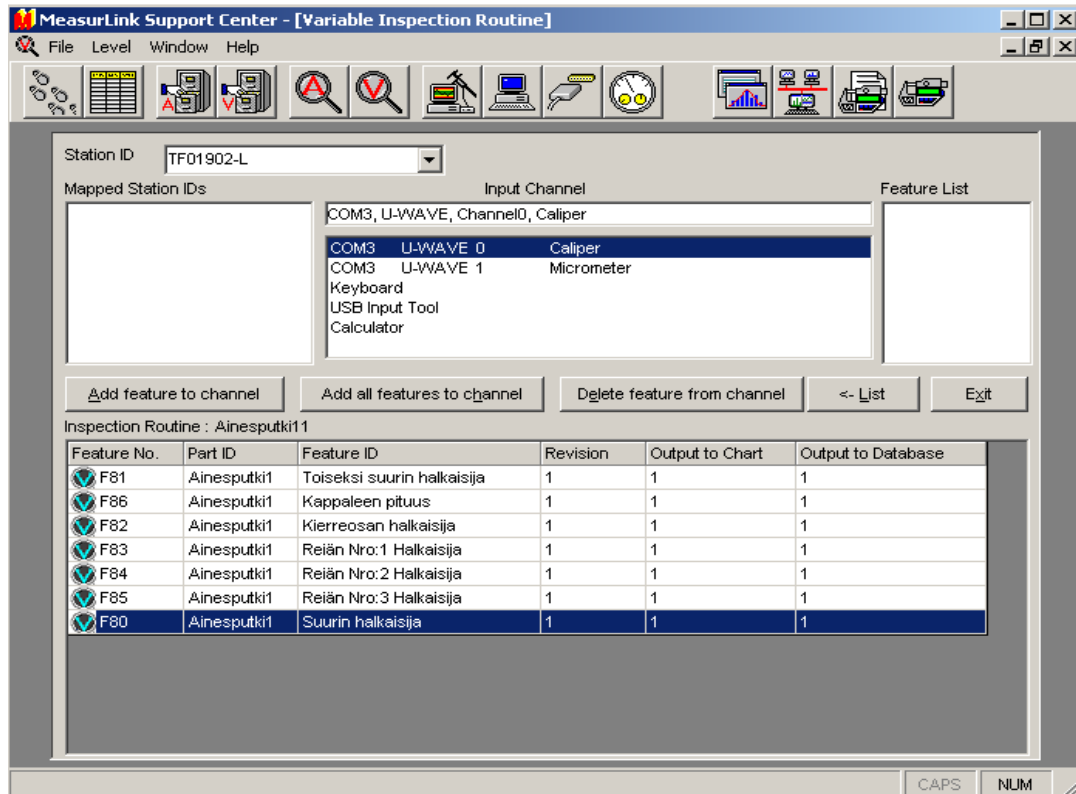
Kuvio 26: Variable feature library

Kuvassa (kuvio 26) feature välilehdellä näkyvät nyt kaikki halutut piirteet, joita halutaan mitata. Nyt siirrytään takaisin support centeriin, josta menemme kohtaan Variable inspection routine.



Kuvio 27: Variable inspection routine

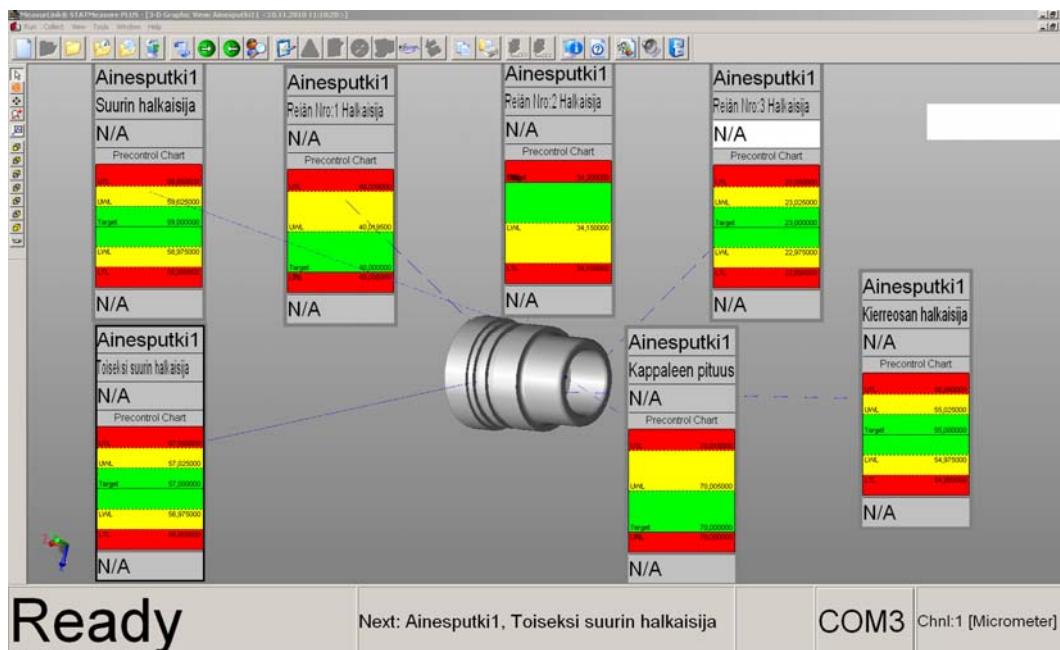
Kuvassa (kuvio 27) valitaan part välilehdeltä aikaisemmin luotu part id ainesputki1 ja painetaan add whole part nappia. Tämän jälkeen pitää käydä tallentamassa mittausohjelma file välilehdellä. Seuraavaksi painetaan jälleen mapping kohdasta, jolloin päästään tällaiseen näkymään.



Kuvio 28: Variable inspection routine

Nyt valitaan jokainen aikaisemmin tehty mittauspiirre ja haluttu mittalaite ja painetaan add feature to channel (kuvio 28). Nyt kaikki tarvittavat alkuasetukset on tehty ja exit napilla päästään takaisin support centeriin, josta voidaan painaa data collection kuvaketta, jolla päästään jälleen measurlinkin realtime osioon.

Avataan Real time plus ja valitaan run välilehdeltä new run, niin kuin aikasemmassakin esimerkissä. Valitaan kappaleen nimi ja painetaan ok. Valitaan callout id ja painetaan all ja sitten ok. Nyt tuodaan jälleen CAD ohjelmalla suunniteltu mittauskohteen kuva ohjelmistoon. Valitaan view välilehdeltä 3-D graphic view ja haetaan tallennettu kuva ja painetaan ok. Kun kuva on auennut, painetaan hiiren oikeaa nappia kuvan päällä ja valitaan aukeavasta valikosta callout manager. Maalataan mitattava piirre ja viedään hiiri siihen kohtaan kappaleesta, mistä mittaus-tulos halutaan ottaa. Nyt ollaan seuraavanlaisessa näkymässä.



Kuvio 29: 3-D graphic view

Nyt ollaan jälleen siinä vaiheessa, että voidaan alkaa ottaa mittaustuloksia vastaan ohjelmistoon. Mitataan kappaleesta kaikki tarvittavat mitat halutulla mittalaitteella, kuten työntömitalla tai mikrometrillä.

Sitten, kun mitat on otettu, voidaan jälleen ryhtyä tutkimaan saatuja tuloksia.

3-D Graphic view tilassa painetaan F2-nappia, jolloin aukeaa Measurlinkin raporointi toiminto. Sieltä saadaan aikaisemman esimerkin mukaisesti erilaisia kuvaajia ja статистиikkaa mittaustuloksista.

7 Päätelmät ja opetusmateriaalin kehitys

Opetusmateriaalissa läpi käytyjä asioita ja esimerkeissä esiteltiin vasta murto-osa Measurlinkin tarjoamista mahdollisuuksista helpottaa kappaleiden mittausta ja niistä saatujen tulosten käsittelyä. Ongelmia työn eri vaiheissa ilmeni monia, esimerkiksi lisensseihin liittyvät ongelmat. Kaikkiin Measurlinkin tarjoamiin osioihin ei koululla ollut lisenssiä, joten niiden tarkastelemiseen materiaalissa ei ollut mahdollisuuksia. Tarkoituksena oli myös käyttää neljää eri tietokonetta, joilla kaikilla piti tehdä pienimuotoinen esimerkkiedosto. Vain yhdessä tietokoneessa (TF01902-L) saatiin Measurlink ohjelmisto toimimaan edes niiltä osin, joita esimerkeissäni käsitelen.

Lopulta ongelmaa yritettiin ratkoa vielä kerran ja Helmikuussa 2011 paikalle tuli Mitutoycon edustaja Ruotsista ja ongelma saatiin ratkaistua. Koulun serverille, missä ohjelmiston asennus sijaitsee, asennettiin eräänlainen lisenssi tiedosto, jonka seurauksena ohjelmiston muut osiot saatiin toimimaan. Lisäksi jokaiselle järjestelmään kuuluvalla tietokoneella päivitettiin ohjelmiston uusin versio. Järjestelmä saatiin siis lopulta toimimaan melkein täydellisesti ja ainoastaan kämmentietokoneessa Measurlink ei suostunut käynnistymään kunnolla. Sen toimimattomuus jäi tällä kertaa hieman mysteeriksi. Ongelma ilmeisesti liittyi jotenkin koulun verkkoyhteyteen.

Opetusmateriaalin luominen oli kaikin puolin kiinnostava kokemus ja koen, että se myös onnistui kohtuullisen hyvin. Materiaalista on varmasti hyötyä tuleville vuosikursseille heidän opiskeluisaan mittaustekniikan parissa.

Opetusmateriaalin kehittämiseen on hyvin paljon mahdollisuuksia ja mielestäni materiaali pitäisikin kehittää jatkossa hieman laajemmaksi, jotta saadaan myös muita ohjelmiston sisältämiä osioita käsiteltyä tarkemmin.

Esimerkiksi laadunhallintaan ja tilastolliseen prosessinohjaukseen (SPC) liittyvät työt olisivat ainakin mahdollisia jatkoaiheita. Tietysti tekniikka kehittyy jatkuvasti ja tämäkin materiaali vanhenee varmasti jo muutamassa vuodessa, joten päivitykset tulevat ajankohtaiseksi muutamien vuosien kuluttua.

Lähteet

Painetut lähteet

- 1 Mitutoyo Messgeräte GmbH , Mittauslattelutelo 2008, 458 s.

Painamattomat lähteet

- 2 Measurlink_Guide.pdf
- 3 U-WAVEPAK user's manual(English).pdf

Verkkolähteet

- 4 Measurlink. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www.measurlink.com/manuals.asp>

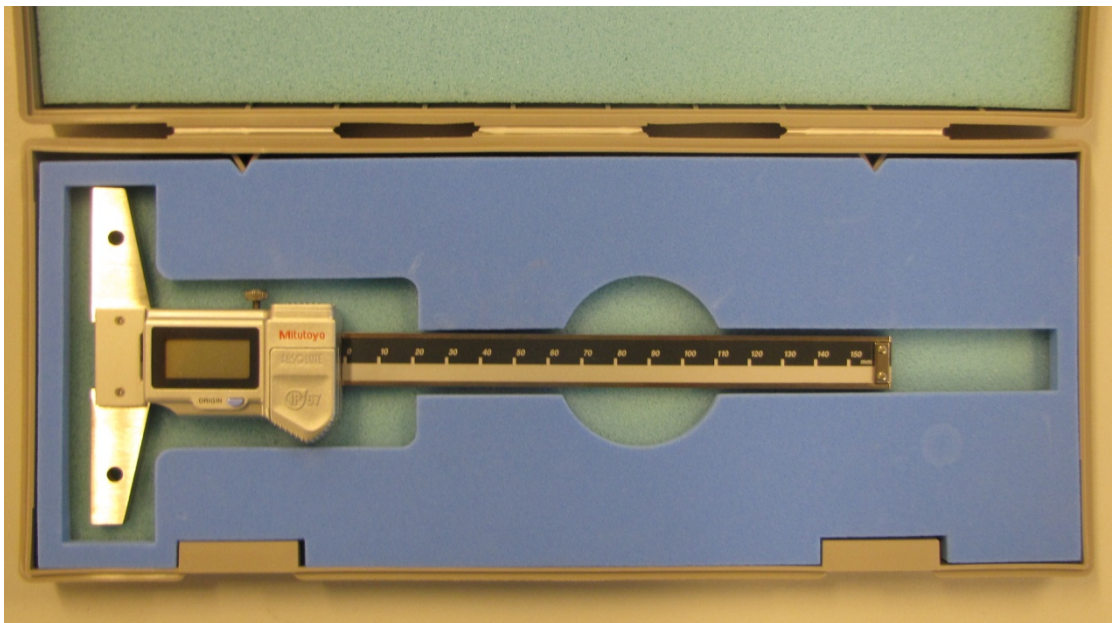
Liitteet

- 1 Mittauslaitteisto (kuvat)
- 2 Tiedonsiirtolaitteisto (kuvat)
- 3 Tiedon tarkastelu- ja tallennuslaitteisto (kuvat)
- 4 Kappaleiden piirustukset

Mittauslaitteisto



Kuva 1. Mitutoyo Absolut Colant Proof työntömitta



Kuva 2. Mitutoyo Syvyystyöntömitta



Kuva 3. Mitutoyo Dicimatic offset työntömitta



Kuva 4. Mitutoyo Kaarimikrometrisarja



Kuva 5. Mitutoyo Uramikrometri



Kuva 6. Mitutoyo Kolmipistesämikrometrisarja



Kuva 7. Mitutoyo syvyysmikrometri ja lisälaitteet



Kuva 8. Mitutoyo putkikaatimikrometri



Kuva 9. Mitutoyo Absolut Dicimatic ID-S -mittakello



Kuva 10. Mitutoyo Absolut Dicimatic ID-C -mittakello

Tiedonsiirtolaitteisto



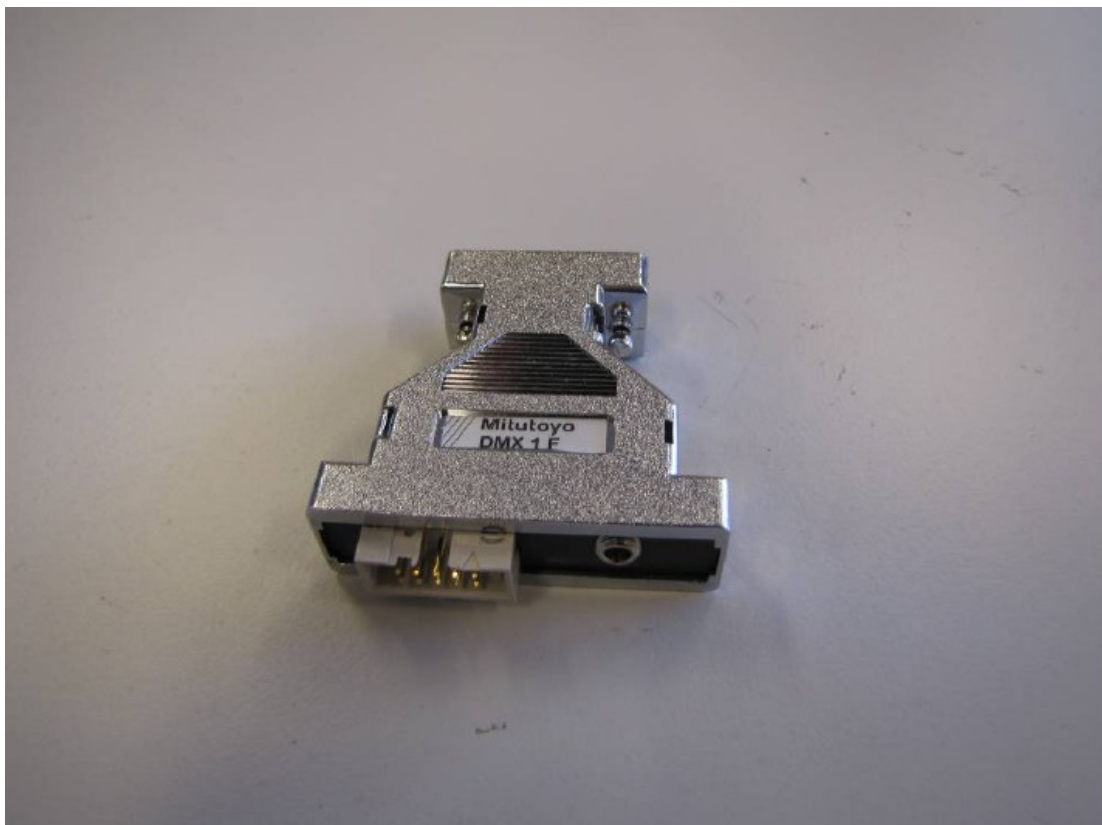
Kuva 1. U-WAVE-R -vastaanotin



Kuva 2. U-WAVE-T lähettimet. Ylempänä kuvassa oleva on neste suojattu.



Kuva 3. Digimatic-usb välimunnin



Kuva 4. DMX-1 välimuunnin



Kuva 5. Kaapelit, jotka tulevat mittalaitteen ja lähettimen välille. Ylempässä kaapelissa liittipää on suora ja alemmassa kaapelissa 90 asteen kulmassa.



Kuva 6. Työntömitta, jossa kiinnitettyinä kaapeli ja lähetin.

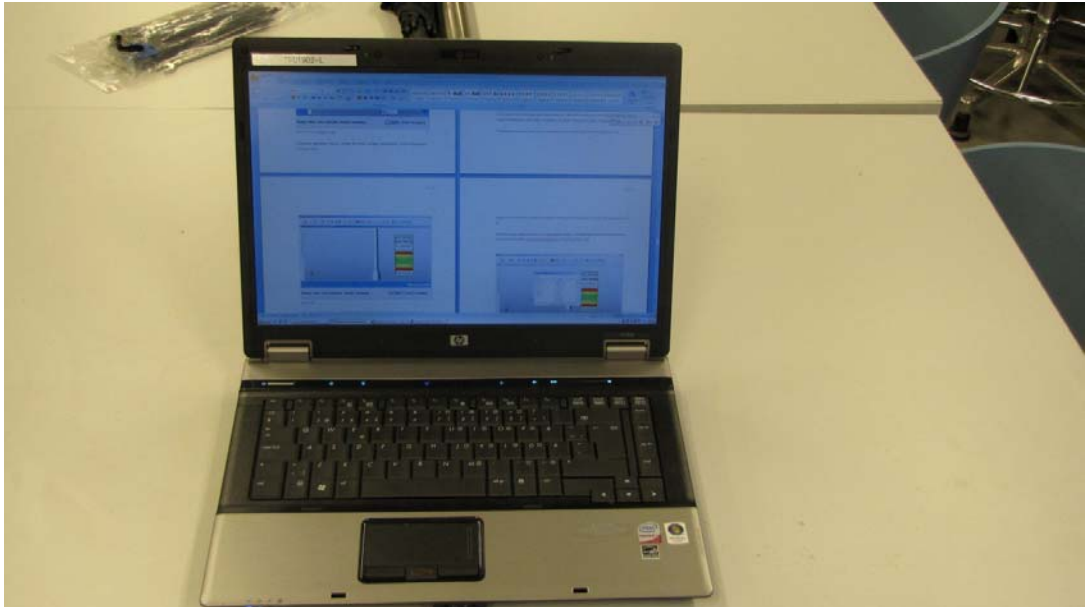


Kuva 7. IBR-rf1-usb vastaanotin



Kuva 8. Vasemmalla kuvassa IBR-rf-cab1 lähetin, jossa mitutoyon kaapeli ja liitin 90-asteen kulmassa. Keskellä IBR-rf-cab1 lähetin, jossa mitutoyon kaapeli ja suora pää. Oikealla IBR-rf1-mit1-lähetin, joka kiinnitetään suoraan mittalaitteeseen.

Tiedon tarkastelu- ja tallennuslaitteisto

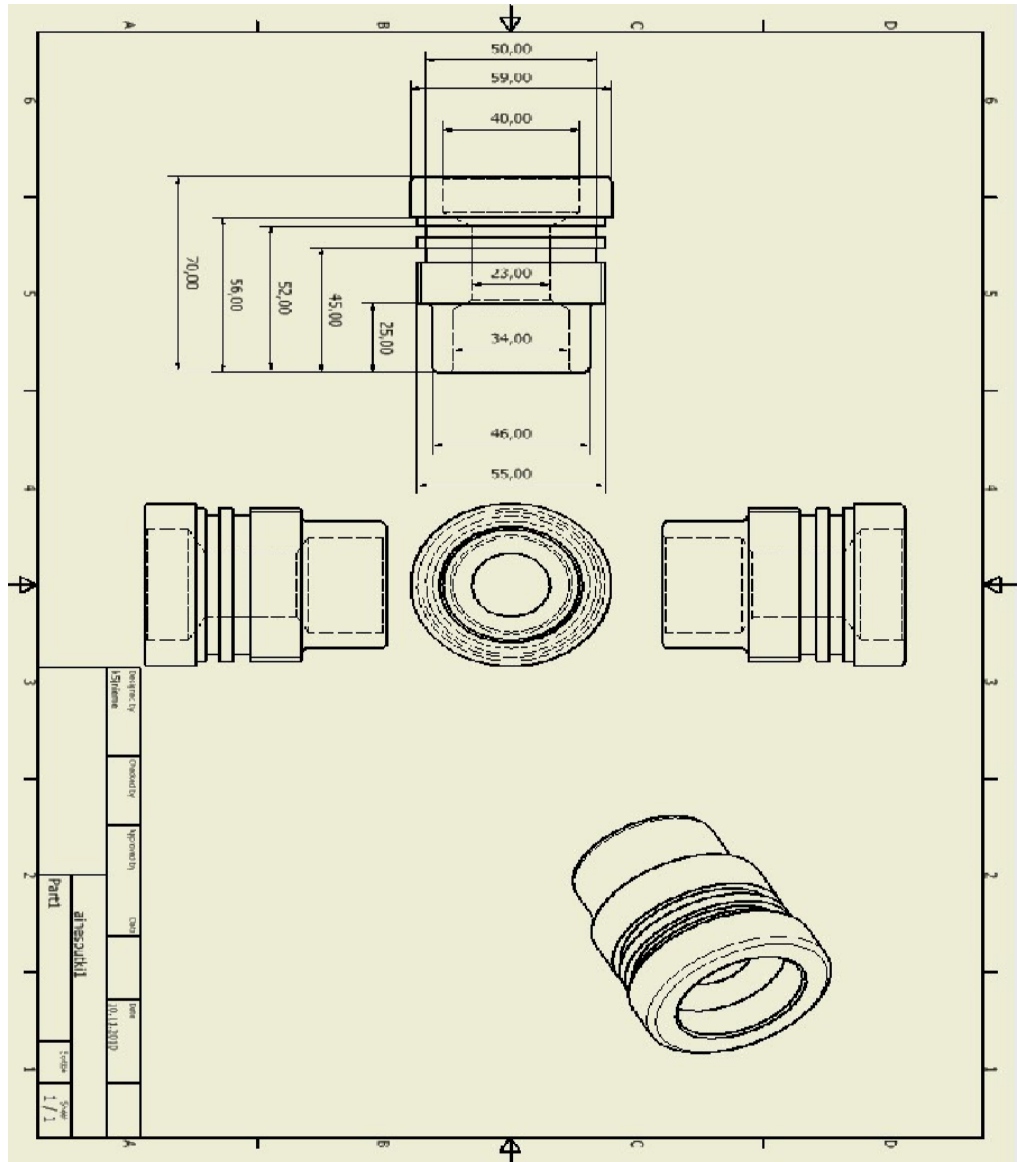


Kuva 1. Hewlett Packard –tietokone mittausdatan keruuta ja tutkimista varten



Kuva 2. Hewlett Packard iPAQ 214 Enterprise handheld –kämmentietokone mittausdatan tarkastelua varten.

Kappaleiden piirustukset



Kuva 1. Autodesk inventorilla tehty piirustus kappaleesta.

