

KONEPAJAKONSERNIN MITTAVÄLINEHALLINNAN
UUDISTAMINEN

Lumppio Ari

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2015

Kone- ja tuotantotekniikankoulutusohjelma

Tuotekehitys- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotekehityksen ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

LUMPPIO, ARI: Konepajakonsernin mittavälinehallinnan uudistaminen

Opinnäytetyö 74 sivua, joista liitteitä 35 sivua.

Huhtikuu 2015

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Tampereen Konepajat Oy. Työn aiheena oli mittavälineiden hallintajärjestelmän uudistaminen, jossa tavoitteena oli saada konsernin mittavälineet hallintaan. Tarkoituksena oli luoda kattava ja helposti hallittava hallinta kokonaisuus kaikille laatujärjestelmän vaatimille mittalaitteille. Tavoitteena oli myös osaltaan auttaa konsernia saavuttamaan ISO 9001- sertifikaatti toiminnan tueksi.

Opinnäytetyössä havainnoitiin mittavälineistön alkutilannetta ja kehitystyön tarvetta. Olemassa olevaa mittaväline kantaa tutkimalla päästiin keskitettyyn ratkaisuun niin mittavälineiden hallinnoinnin kuin hankinnankin osalta, jolla mahdollistetaan mittaustulosten oikeellisuus sekä mittavälinekustannusten tarpeellisuus ja kohdennus.

Mittavälinehallintaan tarvittava ohjelmiston saatavuus osoittautui haasteelliseksi. Soveltuvaa mittavälinehallinta ohjelmistoa ei kotimaisilta valmistajilta löytynyt ja ohjelmistojen hintakirjo sekä sisältö olivat laajat. Mittavälinehallintaan mietittiin omavalmisteista hallintajärjestelmää, mutta se osoittautui haavoittuvaiseksi ja ylläpidoltaan työteliääksi.

Avainsanat: Mittavälineet, Kalibrointi

ABSTRACT

TAMK University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

Research & Development and Automation Technology

LUMPPIO ARI: Developing the Control System of Measuring Equipment Management System for Engineering Group

Bachelor's Thesis, 74 pages, appendices 35 pages.

April 2015

This thesis was commissioned by Tampereen Konepajat Oy. The purpose of this thesis was to update the control system of measuring equipment and also update measuring equipment. The purpose was to create an easily manageable and extensive system for all measuring equipment that has a valid purpose in quality control. The purpose was also to reach the requirements of ISO 9001 certificate including the demand of traceability of measuring equipment.

The thesis observed the starting situation as well as the development needs. The measuring equipment used were listed and keyed in one control system so that the costs of purchasing and calibrating were rationalized.

The purchase of the control system was a little challenging. No domestic software developer was found in Finland. The software available was very expensive and the content was variable. First the company had a plan to create a control system of their own, but it turned out to be vulnerable and difficult to maintain.

Keywords: Measuring equipment, Calibration

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| TERMINOLOGIA..... | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 MITTAVÄLINEHALLINTA..... | 8 |
| 2.1. ISO 10012..... | 9 |
| 2.2. ISO 9001..... | 9 |
| 2.3. ISO 17025..... | 10 |
| 3 MITTAVÄLINEHALLINNAN TILA | 11 |
| 3.1. Nisamo Oy..... | 11 |
| 3.2. Lehti Group Oy | 12 |
| 3.2.1 Ferlamec..... | 12 |
| 3.3. Riikonen Group Oy..... | 13 |
| 3.3.1 Kihniö | 13 |
| 3.3.2 Ylöjärvi | 13 |
| 3.4. Peatmax | 13 |
| 4 MITTAVÄLINEHALLINNAN TAVOITE..... | 14 |
| 5 MITTAVÄLINEISTÖN KARTOITUS | 15 |
| 5.1. Tiedon keräyksen toteutus..... | 15 |
| 5.2. Mittavälineistön kartoituksen tulokset | 16 |
| 5.2.1 Nisamo Oy..... | 16 |
| 5.2.2 Lehti Group | 17 |
| 5.2.3 Riikonen Group | 18 |
| 5.2.3.1. Kihniö | 18 |
| 5.2.3.2. Ylöjärvi | 19 |
| 6 MITTAVÄLINEHALLINNAN OHJELMISTO | 20 |
| 6.1. Calibration Control..... | 20 |
| 6.1.1 Mittalaittekortti..... | 22 |
| 6.1.1.1. Perustiedot..... | 22 |
| 6.1.1.2. Tarkastustiedot | 23 |
| 6.1.2 Kalibrointi- ja aikataulut..... | 24 |
| 7 MITTAVÄLINEKALIBROINNIT | 26 |

| | |
|--|----|
| 7.1. Mittavälineiden kalibrointijärjestelmä | 26 |
| 7.2. Nisamo Oy:n kalibrointitila | 28 |
| 7.3. Nisamo Oy:n kalibrointivalmiudet..... | 29 |
| 7.4. Ulkopuoliset kalibroinnit | 29 |
| 7.5. Mittausepävarmuus | 29 |
| 7.6. Kalibrointiohjeet | 31 |
| 8 TULEVAISUUS | 32 |
| 9 YHTEENVETO | 35 |
| LÄHTEET..... | 36 |
| LIITTEET..... | 37 |
| Liite 1 TA 7.6.100 INDEKSI NUMEROT..... | 38 |
| Liite 2. TO 7.6.30 KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ | 41 |
| Liite 3. TO 7.6.10 MITTAVÄLINEIDEN KÄYTTÖ JA SÄILYTYS..... | 47 |
| Liite 4. TO 7.6.20 HYVÄKSYMISRAJAT | 50 |
| Liite 5. TY 7.6.30.20 Työntömitat | 53 |
| Liite 6. TY 7.6.30.40 Mittakellot | 57 |
| Liite 7. TY 7.6.30.60 3Pistemikrometrit | 61 |
| Liite 8. TY 7.6.30.70 2Pistemikrometrit | 64 |
| Liite 9. TY 7.6.30.80 Kaarimikrometrit | 68 |
| Liite 10. TY 7.6.30.170 Asetusrenkaat, Mittapalat..... | 72 |

TERMINOLOGIA

Akreditoitlaboratorio

Laboratorio, joka on todettu muodollisesti päteväksi suorittamaan mittavälineiden kalibrointeja ja huoltoja.

CC

Calibration Control.

Jäljitettävyys

Mittatulosten yhteys ilmoitettuihin referensseihin, joita ovat muun muassa kansalliset ja kansainväliset mittanormaalit.

Jäljitettävyysketju

Mittausepävarmuudellinen vertailuketju kansainvälisiin mittanormaaleihin, joka on aukoton.

Kalibrointi

Mittavälineelle tehtävä toimenpide, jolla varmistetaan näyttämän todentamukaisuus mittanormaaleihin.

Käytönormaali

Mittanormaali, jota käytetään päivittäisten tarkastusten referenssinä.

Mittanormaali

Kiintomitta, vertailumitta tai mittausjärjestelmä, jolla säilytetään mittojen yksi tai useampi referenssiarvo.

Mittausepävarmuus

Mittaustulosten vaihtelu.

Mittaväline

Mittaväline on laite, jolla varmistetaan vaadittu spesifikaatio.

Referenssinormaali

Mittanormaali, jota säilytetään optimi olosuhteissa organisaation sisällä. Tähän normaaliin perustuvat organisaation muut mittaukset.

TREKON

Tampereen Koneistus Oy

TKP

Tampereen Konepajat Oy

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena ovat mittavälineiden hallintajärjestelmän päivittäminen ja laajentaminen kattamaan koko Tampereen Konepajat Oy-konsernin mittavälineet.

Tampereen Konepajat Oy on 2011 perustettu konserni, johon kuuluu omina yksiköinään toimivia konepajoja ja koneenrakennukseen erikoistuneita toimipisteitä.

Lehti Group on pyörähdyskappaleisiin erikoistunut yksikkö, jolla on toimipiste Pirkkälässä. Lehti Groupin yhteydessä toimii Ferlamec, jonka on myös erikoistunut pyörähdyskappaleisiin.

Riikonen Groupilla on toimipisteitä Ylöjärvellä ja Kihniössä. Ylöjärven toimipiste on erikoistunut kokoonpanotuotantoon. Kihniön toimipisteen toimialueena ovat levytyöt, kuten hitsaus ja muu aihiovalmistelu sekä koneistaminen.

Nisamo Oy on erikoistunut suurten ja keskisuurten kotelomaisten kappaleiden koneistamiseen, jonka toimipiste sijaitsee Lempäälässä.

Uusimpana yksikkö hankintana konserniin on liittynyt Peatmax, joka on erikoistunut turvetuotannossa tarvittavien keräys laitteiden valmistukseen.

Työ tehdään Tampereen Konepajat Oy konsernin toimipisteissä hyödyntäen toimipisteiden vastuuhenkilöitä ja heidän resurssejaan.

Nisamo Oy:ssä on olemassa toimiva mittavälineiden hallinta järjestelmä. Nisamo Oy:n laatujärjestelmä on sertifioitu ISO9001/2008:n mukaisesti. Muiden yksiköiden toiminta on tarkoitus sertifioida tulevaisuudessa.

Työn tavoitteena on mahdollistaa osaltaan sertifiointi koko konserniin.

Työn toteuttamisen aikana ovat olosuhteet muuttuneet siten, että Nisamo Oy:n toiminta on lopetettu.

Nisamo Oy:n hallinnoimat mittavälineet on siirretty toimintaa jatkavalle uudelle yritykselle.

Uusi toimintaa jatkava yritys on Tampereen Koneistus Oy, jolla on Nisamo Oy:n toimintilojen lisäksi toimipiste Tampereen Hervannassa.

Aikaisemmin käytössämme olleet kalibrointi ja 3D-mittauslaitteistot ovat Tampereen Koneistus Oy:n omaisuutta. Laitteistoille omaamme käyttöoikeuden sillä perusteella, että mittavälinehallinta järjestelmämme sisältää myös heidän mittavälineensä ja niiden tarkastustoiminnan.

2 MITTAVÄLINEHALLINTA

Mitä on mittavälinehallinta?

Mittavälinehallinta on kansantajuisesti kerrottuna tietämystä ja varmuutta mittatulosten paikkansa pitävyydestä eli jäljitettävyydestä.

Jäljitettävyyden toteuttamiseksi on tiedettävä mittalaitteen tarkkuus ja mittausepävarmuus.

Mittausepävarmuuden selvittämiseksi ovat mittalaitteet kalibroitava säännöllisesti.

Kalibrointi suoritetaan sellaiseen mittanormaaliin, jolla on oma jäljitettävyyshetju kansallisen mittanormalin kautta kansainväliseen perusmittayksikköön.

Kalibrointi laitteistot ovat monesti yksittäisen mittalaitemallin tarkastuslaitteita, joiden hinnat ovat monelle pienemmälle mittalaitteita käyttävälle yritykselle hintavia. Tämä usein miten tarkoittaa, että on ulkoistettava mittalaitteiden kalibrointitoiminta.

Kalibrointien hallitsemiseksi niin kustannuksellisesti kuin ajanjaksollisestikin on tiedettävä mitä mittalaitteita omistamme.

Mittavälinehallintajärjestelmällä siis ylläpidämme kustannustehokasta mittaustulosten jäljitettävyyttä.

Saman asian voimme tarkastella standardien näkökulmasta.

2.1. ISO 10012

Mittavälineiden hallintajärjestelmä liittyy ISO10012- standardiin, jossa mittausprosessien hallitsemiseksi on varmistettava mittavälineiden soveltuvuus haluttuun mittausprosessiin. Mittaustulokset varmennetaan metrologisella varmistamisella; joka on sarja toimenpiteitä, joilla varmistetaan että mittauslaitteisto täyttää sen aiottua käyttöä koskevat vaatimukset (ISO10012/2003 3.5).

Standardi määrittelee myös, että mittauslaitteistot ovat tunnistettavissa ja saatavilla määritettyjen metrologisten vaatimusten täyttämiseksi. Lisäksi kalibrointi tulee olla voimassa, ennen kuin mittavälinettä käytetään varmentamiseen (ISO10012/2003 6.3.1).

Mittauslaitteiden valinta on suunniteltava ja toteutettava metrologisen varmennuksen mukaisesti ja siihen liittyy oleellisesti mittauslaitteiston kalibrointi ja – todennus. Mittauslaitteiston ominaisuuksien tulee olla tarkoituksen mukaiset valittuun mittausprosessiin (ISO 10012/2003 7.1.1).

Näillä ominaisuuksilla on vaikutus mittaustulosten mittausepävarmuuteen. Mittausepävarmuuden arviointi tulee tehdä ennen mittausprosessia. Epävarmuus saadaan selvitettyä määrittämällä kaikki mittaustuloksiin vaikuttavat ominaisuudet. Näistä ominaisuuksista kalibroinnista seuraa jäljitettävyyshetketju kansainväliseen mittayksikköjärjestelmään (ISO10012/2003 7.3).

2.2. ISO 9001

Lisäksi mittavälinehallinnalla on merkitystä ISO9001- standardissa mainittuun; vaatimuksenmukaisuuden todistamiseen niin tuotteiden kuin laadunhallintajärjestelmänkin osalta.(ISO9001/2008 8.1)

Standardissa vaaditaan, että organisaation tulee määritellä suoritettavat seurannat ja mittaukset sekä tarvittavat seuranta- ja mittauslaitteistot, joiden avulla osoitetaan, että tuote täyttää määritellyt vaatimukset. Organisaation tulee luoda prosessit varmistaakseen, että seuranta ja mittaukset voidaan suorittaa ja että ne myös tehdään siten, että ne täyttävät seuranta- ja mittausvaatimukset. Jos kelvollisten tulosten varmistaminen sitä edellyttää, mittauslaitteet tulee:

- kalibroida tai todentaa tai sekä kalibroida että todentaa joko määrääjain tai ennen käyttöä verraten mittanormaaleihin, jotka ovat jäljitettävissä kansainvälisiin tai kansallisiin mittanormaaleihin; jos tällaisia mittanormaaleja ei ole, kalibroinnin tai todentamisen peruste tulee tallentaa.

- tarvittaessa virittää tai virittää uudelleen.
- merkitä siten, että niiden kalibroinnin tila voidaan määrittää.
- suojata sellaiselta virittämiseltä, joka mitätöisi mittaustulokset.
- suojata vahingoittumiselta ja turmeltumiselta käsittelyn, huollon ja varastoinnin aikana.

Lisäksi organisaation tulee arvioida ja tallentaa aikaisemmissa mittauksissa saatujen tulosten kelvollisuus, jos todetaan, ettei mittauslaite täytä vaatimuksia. Organisaation tulee suorittaa tarvittavat toimenpiteet mittauslaitteelle ja kaikille tuotteille, joihin sillä on ollut vaikutusta. (ISO9001/2008 7.6)

2.3. ISO 17025

Standardissa ISO 17025 kerrotaan kalibrointilaboratoriotoiminnan vaatimukset yleisellä tasolla. Miten toiminta pitäisi organisoida niin johtamisen kuin konkreettisen tarkastustoiminnankin osalta.

Tämä on rajattu tästä työstä tässä vaiheessa, koska tarkoitus ei ole rakentaa kalibrointilaboratoriota. Tarkastustoiminta perustuu käytännön kalibrointeihin ja konepajamaailman referenssien hyödyntämiseen.

3 MITTAVÄLINEHALLINNAN TILA

3.1. Nisamo Oy

Nisamo Oy:n mittavälinehallinta on toteutettu käyttäen WinCalib 3.1-ohjelmistoa. Ohjelmalla ylläpidetään mittavälinerekisteriä ja mittavälineille tehtyjä kalibrointeja ja tarkastuksia. Nisamo Oy:llä on noin 700 mittavälinettä, joista suunnilleen puolet kuuluu kalibroittavien piiriin.

Nisamo Oy:n mittavälineiden referensseinormaaleina käytetään Trimos- merkkisiä pituudenmittauslaitteita, jotka kalibroi ulkopuolinen instanssi vuosittain. Kalibroijana on käytetty Tampereen Yliopiston Metrologia osaston kenttäkalibrointitoimintaa.



Kuva 1 Pituudenmittauskone Trimos

Lisäksi referenssinormaaleina käytetään kahden 3D-mittauskoneen mittaustuloksia, jotka myös kalibroi vuosittain ulkopuolinen instanssi. Pääasiassa kalibroinnit 3D-mittakoneille on suorittanut laitteiden maahantuoja tai valmistaja.



Kuva 2 3D-mittauskone Mora

Nisamo Oy:n mittavälinehallintaa hoitaa vain yksi henkilö muiden laadunhallinnallisten tehtäviensä ohella.

Mittavälineiden vuosittaiset tarkastukset ovat myöhässä noin 3 kk:ta. Mittaustulokset ovat kuitenkin luotettavia, koska mittavälineiden päivittäinen tarkastus tehdään kalibroituihin mittanormaaleihin.

3.2. Lehti Group Oy

Lehti Groupiin mittavälinehallintaa ei ole järjestetty systemaattisesti. Mittavälineiden määristä ja kunnosta ei ole opinnäytetyön aloitusvaiheessa tietoa.

Lehti Groupin mittavälineiden mittanormaalina käytetään mittavälineiden mukana toimitettuja asetussauvoja, joiden tosimita on tarkastettu vuosittain Nisamo Oy:ssä.

Lehti Groupin mittavälinehallintaan ei ole nimetty ketään yksittäistä henkilöä, vaan asiaa hoitaa työnjohtajat.

3.2.1 Ferlamec

Ferlamec toimii samoissa tiloissa Lehti Groupin kanssa, mutta kuitenkin toimii omana yksikkönään ja osin alihankkijana Lehti Groupille. Heidän mittavälineistönsä on hallinnoitu vastaavalla tavalla kuin Lehti Groupissa.

3.3. Riikonen Group Oy

Riikonen Groupin toiminta jakautuu kahteen toimipisteeseen. Kihniön toimipisteessä toiminta on pääsääntöisesti hitsausta ja muuta alkutuotantoa.

Ylöjärven toiminta on pääasiassa kokoonpanotuotantoa.

3.3.1 Kihniö

Kihniön toimipisteen mittavälineistön tilanne on myös epäselvä niin kunnan, määrän kuin mittanormaaleidenkin osalta.

Mittavälineiden hallinnasta vastaa heillä nimetty työnjohtaja, jolta saadun tiedon perusteella hallinta on nimellistä tarpeenmukaista ostotoimintaa.

3.3.2 Ylöjärvi

Ylöjärven toimipisteiden mittavälineistön tilanne on samoin epäselvä. Mittavälineiden hallintaa hoitaa niin työnjohto kuin asiakasvastaavatkin.

3.4. Peatmax

Peatmax on toiminut VAPO- konsernin alaisuudessa, joten tässä opinnäytetyössä lähdetään olettamuksesta, että heidän mittavälineistö on aikaisemman omistajan määrittelyn mukaisesti kunnossa.

4 MITTAVÄLINEHALLINNAN TAVOITE

Mittavälinehallinnan tavoitteeksi on alkuvaiheessa määritettävä standardien minimivaatimukset.

Minimivaatimukseen sisältyy kaikkien mittalaitteiden hallinta. Mittalaitteet, joilla todennetaan tuotteiden spesifikaatioita, tulee kalibroida säännöllisesti mittaustulosten todennukaisuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi.

Mittavälinehallinta toteutetaan keskitetysti yhdellä järjestelmällä, jota voidaan muokata jokaisesta toimipisteestä käsin. Mittavälineiden hallinnan vastuuhenkilölle on yksinkertaista seurata yhtä järjestelmää sekä suunnitella sen pohjalta kalibrointiaikataulut. Mittavälineiden lainaus on mahdollista yhden järjestelmän kautta, koska mittavälineiden saatavuus on näkyvässä kaikissa toimipisteissä.

Aikataulu työn toteuttamiselle oli alustavasti vuoden 2013 loppuun mennessä tai viimeistään siihen mennessä, kun konsernin toimipisteiden auditointi on suoritettu.

Mittavälinehallinta on kuitenkin jatkuvaa toimintaa, jossa varmennetaan tilannetta. Tarkennuksena aikataulu järjestelmän rakentamiselle on rajattu, mutta toiminnalle ei ole aikataulua.

5.2. Mittavälineistön kartoituksen tulokset

5.2.1 Nisamo Oy

Nisamo Oy:n mittavälineistöä löytyi 863 kpl:ta, joista kalibroinnin piiriin kuuluu 315 mittavälinettä.

Mittavälineistö koostuu pääasiassa mittakelloista ja niiden apuvälineistä eli sisämittalaitteista. Lisäksi mittavälineistö sisältää muita tyypillisiä konepajamittavälineitä kuten kaari-, kolmipiste-, sekä kaksipiste mikrometreistä.



Kuva 4 Mittakello

5.2.2 Lehti Group

Lehti Groupin mittavälineistöä löytyi 277 kpl:ta, joista kalibroinnin piiriin kuuluu 200 mittavälinettä.

Heidän mittavälineistö on myös tyypillistä sorvaamo mittavälineistöä, joka koostuu käärimikrometreistä ja niiden johdannaisista sekä työntömitoista.



Kuva 5 Kolmipistemikrometri

5.2.3 Riikonen Group

5.2.3.1. Kihniö

Kihniön toimipisteen mittavälineistöä löytyi 286 kpl:ta, joista kalibroinnin piiriin kuuluu 194 mittavälinettä.

Kihniön toimipisteen mittavälineistö koostuu hitsaamon työntömitoista, koneistajien vastaavista mitoista kuin Nisamolla sekä maalaamon erikoisempiin maalikalvon paksuusmittareihin.



Kuva 6 Kalvonpaksuusmittari

5.2.3.2. Ylöjärvi

Ylöjärven toimipisteiden mittavälineistöä löytyi 45 kpl:ta, joista kalibroinnin piiriin kuuluu 40 (17.1.2014) mittavälinettä.

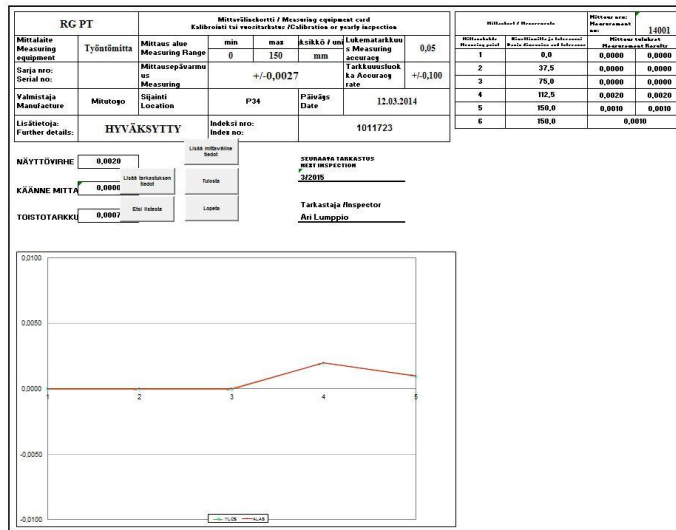
Mittavälineistö koostuu työntömitoista. Työntömittoja käytetään vain asennustarkastuksiin ja toleroimattomien mittojen tarkastuksiin. Lisäksi heidän pääasiallisin kalibroitava työväline on momenttiavain.



Kuva 7 Momenttiavain

6 MITTAVÄLINEHALLINNAN OHJELMISTO

Mittavälinejärjestelmän hallintaan käytetään ensimmäisessä vaiheessa Excel-pohjaista pivot-taulukkoa. Excel-pohjainen järjestelmä sisältää lisäksi erilliset mittavälinekortti-tiedostot jokaiselle kalibroivalle mittalaitteelle.



Kuva 8 Mittaväline kortti

Järjestelmän haavoittuvuus on suuri, koska hallintaa ei voi suorittaa keskitetysti ja reaaliaikaisesti. Lisäksi jokaiselle mittalaitteelle luotavat mittavälinekortit ovat erillisiä tiedostoja, joiden hallinta on raskasta.

Ensimmäisessä vaiheessa käytettävän järjestelmän haavoittuvuudesta ja käytön raskaudesta johtuen on järkevää etsiä tilalle korvaavaa järjestelmää. Nisamo Oy:ssä käytössä oleva WinCalib järjestelmä olisi toimiva, mutta ohjelmiston toimittaja on lopettanut tuotensa päivittämisen. Ohjelmisto ei sovellu uudempiin Windows-käyttöjärjestelmiin.

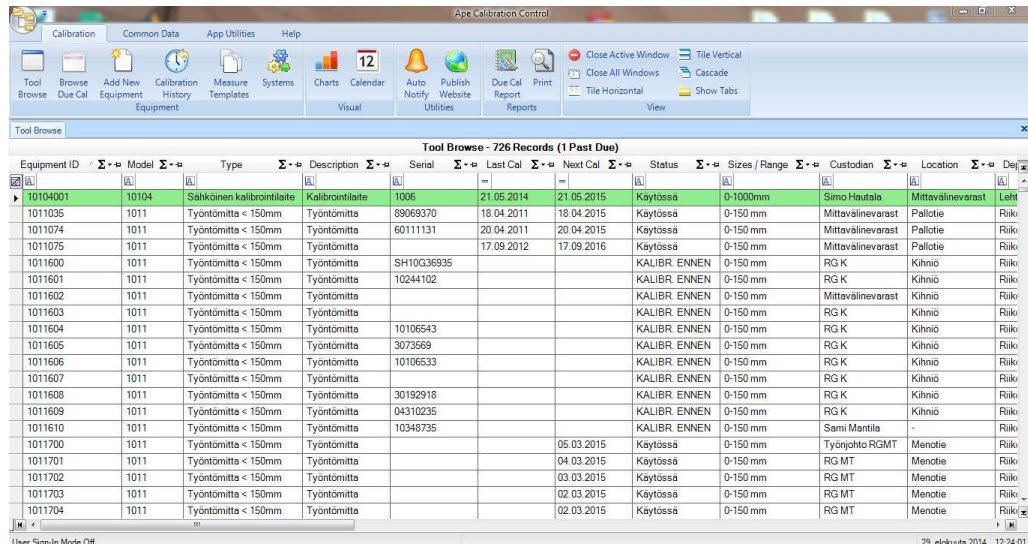
Mittavälineidenhallintajärjestelmiä markkinoilla ei ole juuri tarjolla, koska yleisesti ottaen mittavälineiden kalibrointi ja hallinta eivät ole tärkeysjärjestyksessä kärkipäässä. Toisin sanoen se ei ole tuottavaa toimintaa. Mittavälineiden hallinta on tyypillisesti toteutettu juuri jollain omalla taulukkojärjestelmällä tai ostopalveluna kalibrointipalveluja tuottavista yrityksistä. Ohjelmistot yleistyisivät ja halpenisivät, jos yritysten johtajat asennoituisivat asiaan suopeammin.

6.1. Calibration Control

Opinnäytetyön aikana on kuitenkin asiaa selvitelty ja päädytty testaamaan Calibration Control (CC) ohjelmistoa, joka ei ole kustannuksiltaan kovin hintava, mutta kuitenkin erittäin monipuolinen ominaisuuksiltaan.

Calibration Control-ohjelmiston ominaisuudet ovat vastaavat, kuin Nisamo Oy:ssä käytössä olevassa WinCalib ohjelmistossa.

Ohjelmistolla ylläpidetään mittavälinerekisteriä ja mittavälineisiin kohdentuneiden tarkastusten tuloksia sekä itse kalibrointitapahtumia.



The screenshot shows the 'Ape Calibration Control' software interface. The main window displays a table titled 'Tool Browse - 726 Records (1 Past Due)'. The table has columns for Equipment ID, Model, Type, Description, Serial, Last Cal, Next Cal, Status, Sizes / Range, Custodian, Location, and Dept. The first row is highlighted in green, indicating a record that is past due.

| Equipment ID | Model | Type | Description | Serial | Last Cal | Next Cal | Status | Sizes / Range | Custodian | Location | Dept |
|--------------|-------|-----------------------------|-------------------|------------|------------|------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|------|
| 10104001 | 10104 | Sähköinen kalibrointilaitte | Kalibrointilaitte | 1006 | 21.05.2014 | 21.05.2015 | Käytössä | 0-1000mm | Simo Hautala | Mittavälinevarast | Leht |
| 1011035 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 890693370 | 18.04.2011 | 18.04.2015 | Käytössä | 0-150 mm | Mittavälinevarast | Pallotie | Riik |
| 1011074 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 601111131 | 20.04.2011 | 20.04.2015 | Käytössä | 0-150 mm | Mittavälinevarast | Pallotie | Riik |
| 1011075 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | 17.09.2012 | 17.09.2016 | Käytössä | 0-150 mm | Mittavälinevarast | Pallotie | Riik |
| 1011600 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | SH10G36935 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011601 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 10244102 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011602 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | Mittavälinevarast | Kihniö | Riik |
| 1011603 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011604 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 10106543 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011605 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 3073569 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011606 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 10106533 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011607 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011608 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 30192918 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011609 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 04310235 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | RG K | Kihniö | Riik |
| 1011610 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | 10348735 | | | KALIBR ENNEN | 0-150 mm | Sami Mantila | - | Riik |
| 1011700 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | 05.03.2015 | Käytössä | 0-150 mm | Työnjohto RGMT | Menotie | Riik |
| 1011701 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | 04.03.2015 | Käytössä | 0-150 mm | RG MT | Menotie | Riik |
| 1011702 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | 03.03.2015 | Käytössä | 0-150 mm | RG MT | Menotie | Riik |
| 1011703 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | 02.03.2015 | Käytössä | 0-150 mm | RG MT | Menotie | Riik |
| 1011704 | 1011 | Työntömitta < 150mm | Työntömitta | | | 02.03.2015 | Käytössä | 0-150 mm | RG MT | Menotie | Riik |

Kuva 9 Calibration Control

6.1.1 Mittalaitekortti

6.1.1.1.Perustiedot

Kuva 10 Mittalaitekortti

Mittalaitekorttiin(kuva 10) syötetään mittalaitteen tunnistamisen kannalta oleelliset tiedot.

- Laitteen indeksinumero (Equipment ID), jossa alkutunniste määrittelee mittalaitteen tyyppin ja loppuosa järjestysnumeron. Vastaava numero merkitään mittalaitteeseen sähkökynällä tunnistettavaan paikkaan.
- Sarjanumero (Serial Num.), joka on mittalaitteen valmistajan laitteen sarjanumero. Numeron puuttuessa (vanhat mittalaitteet) jätetään kohta tyhjäksi.
- Malli (Model), joka on ennalta määritetty parametri kyseiselle mittalaitetyypille.
- Mittausalue (Size/Range) kohdasta valitaan mittalaitteen mittausalue.
- Kuvaus (Description) kohtaan mallinumeron mukaan tulee mittalaitteen mallia kuvaava teksti.
- Mittalaitetyyppi (Equip Type) on alakategoria, jolla voidaan jaotella mittalaitteita muun muassa resoluution tai mittausalueen mukaan.
- Ohjelmisto mahdollistaa eri yritysten mittavälinehallinnan. Tässä tapauksessa siihen on myös tarvetta. Kohta Site mahdollistaa eri yritysten mittavälinekannan kategorioimisen.
- Sijainnin ilmaisevat tiedot (Where/Who) on jaettu kolmeen osaan.
- Department kohdassa käytetään konsernin yksikön tunnusta.
- Location kohdalla tarkennetaan millä osastolla kyseinen mittalaite on.

- Custodian tarkoittaa kenen vastuulla tai kuka mittavälinettä hallinnoi.
- Mittalaitteen käytön tila on kohdassa Status. Tässä kohdassa käytetään jaottelua käytössä, kalibroitava ennen käyttöä ja ei käytössä.

6.1.1.2. Tarkastustiedot

Mittavälinekortin toisella välilehdellä Calibrations hallinnoidaan mittalaitteelle tehtyjä tarkastuksia.

| Cal Date | As Found | Status | Technician | Cal Company | Remarks | Attached |
|------------|--------------|--------|-------------|-------------|-----------|----------|
| 18.07.2014 | In Tolerance | Pass | Ari Lumppio | | Katso pdf | 1 |

Kuva 11 Tarkastukset

Kuvassa 11 on aukeama tarkastusvälilehdestä, josta selviää yhdellä silmäyksellä mitä ja milloin sekä millä tuloksilla laite on tarkastettu.

Välilehdeiltä ilmenee myös koska laite on seuraavan kerran tarkastettava sekä mikä on tarkastusten jaksotus ja kuka tarkastaa laitteen.

Niiden mittalaitteiden jotka tarkastutetaan ulkopuolisella tarkastajalla; tarkastustulokset liitetään pdf-muodossa erillisen välilehden kautta (Attachements).

Oman toiminnan puitteissa tarkastettaville mittalaitteille luodaan tarkastusproseduuri tämän välilehden kautta.

Tietoihin tai tarkastustoimintaan on vain tarkastusoikeudet omaavilla henkilöillä pääsyoikeudet.

Tässä kohdassa aikaisemmin mainitulla mittalaitteen mallilla ja alakategorialla on merkitystä. Kategorioiden mukaan voidaan liittää tarkastusproseduurit eri mittalaitteekategoriaille ja mittaalueille.

| Seq | Nominal | Upper | Lower | Found | Error | Result | Left | Error | Result |
|-----|---------|--------|---------|-------|--------|--------------|------|--------|--------------|
| 0 | 0.0000 | 0.0080 | -0.0080 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 0.5000 | 0.5080 | 0.4920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 1.0000 | 1.0080 | 0.9920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 1.5000 | 1.5080 | 1.4920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 2.0000 | 2.0080 | 1.9920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 2.5000 | 2.5080 | 2.4920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |
| 0 | 3.0000 | 3.0080 | 2.9920 | | 0.0000 | In Tolerance | | 0.0000 | In Tolerance |

Kuva 12 Mittakellon tarkastuspöytäkirja

Kuvassa 12 näkyy ainoastaan mittalaitteelle suoritettavan proseduurin ensimmäinen osio. Tarkemmin asia on kuvattuna kyseisen mittalaitteen tarkastuksen työohjeessa (Liite 6. TY 7.6.30.40 Mittakellot)

Näkymästä selviää mittalaitteen tarkastukselle ominaisia kohtia.

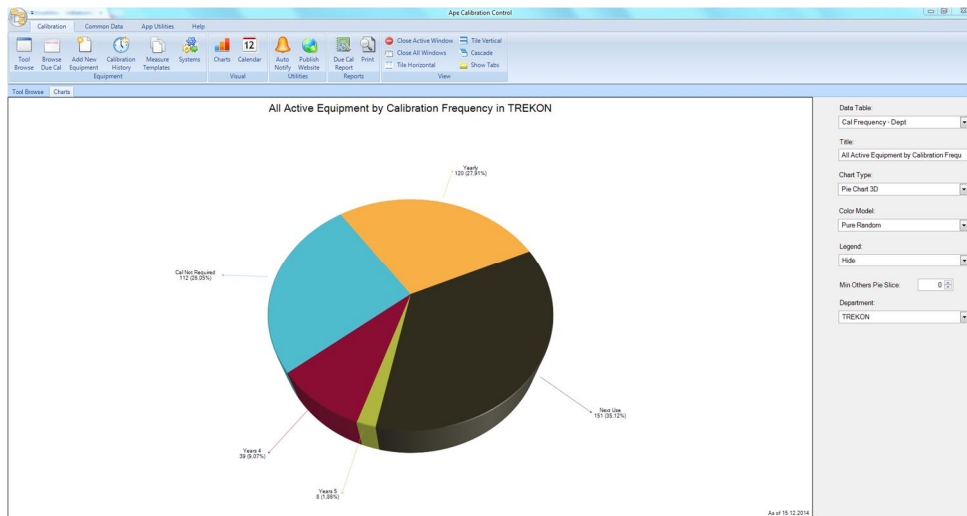
- Tarkastuksen suorittaja
- Tarkastuksen päivämäärä
- Tarkastuksen proseduri
- Tarkastuksen olosuhteet:
 - Lämpötila
 - Kosteusprosentti.

Itse tarkastuksessa käytettävät toleranssit ja mittauspisteet ja referenssit (Standards) ovat alemmassa osassa.

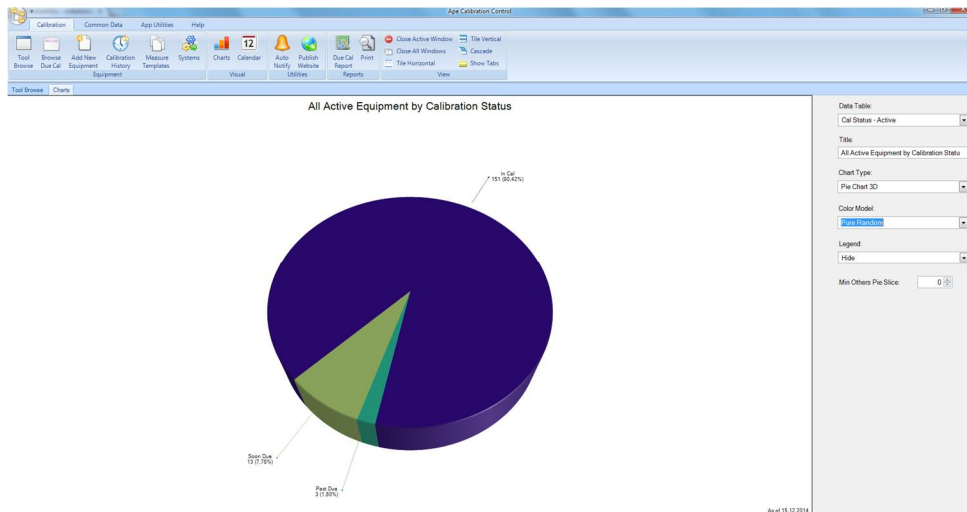
Tarkastuksen pöytäkirja saadaan näiden tarkastusten perusteella.

6.1.2 Kalibrointiaikataulut

Ohjelmiston Charts osiossa voidaan seurata visuaalisesti mittavälineiden kalibrointitilaa. Osioista käytetään visualisoinnissa kalibrointijaksojen määrille ja kalibrointien tilan esittämiseksi.



Kuva 13 Tarkastusten aikavälit



Kuva 14 Kalibrointien tila

7 MITTAVÄLINEKALIBROINNIT

7.1. Mittavälineiden kalibrointijärjestelmä

Mittavälineiden hallinnan osana, täytyy standardien mukaan mittavälineet kalibroida säännöllisesti mittalaitteiden mittausepävarmuuden selvittämiseksi sekä mittaustulosten todenmukaisuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Kalibroinnit tulee suorittaa säännöllisin väliajoin ja lisäksi niiden kuntoa on seurattava silmämääräisesti jokaisella käyttökerralla. Kalibroinnista on oltava todistus, josta selviää kalibroinnin suorittamisen olennaiset asiat:

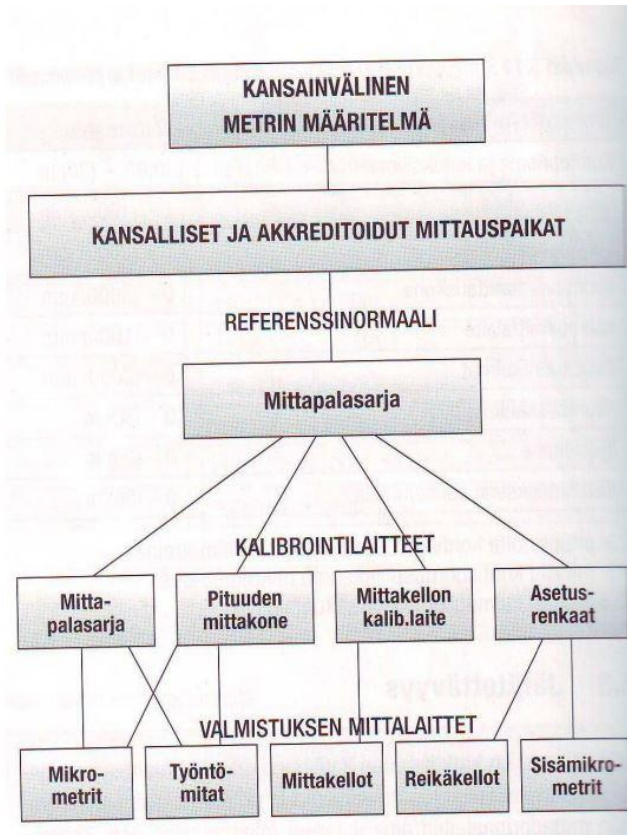
- Kalibrointipaikka
- Kalibrointiajankohta
- Mittaustulokset
- Mittausepävarmuudet
- Kalibrointimenetelmä
- Kalibrointilaitteet

Mikäli mittauslaite ei täytä sille asetettuja vaatimuksia kalibroinnissa, on laite poistettava käytöstä. (Andersson & Tikka 1997; Esala ym. 2003, 10, 23, 54, 55)

Mittauslaitteet luokitellaan jäljitettävyyden mukaan:

- Referenssinormaalit, joilla on oltava pienin kalibrointiepävarmuus; on kalibroitava neljän vuoden välein kansallisessa mittauslaboratoriossa.
- Kalibrointilaitteet, joilla tarkastetaan yrityksen mittauslaitteet; on kalibroitava säännöllisesti ulkopuolisessa mittauslaboratoriossa.
- Mittauslaitteet, joilla varmennetaan tuotespesifikaatioita.

Luokituksesta selviää laitteen paikka jäljitysketjussa, joka nojautuu referenssi- ja vertailunormaaleihin. (Esala ym. 2003, 8, 22, 42, 54)



Kuva 15 Kalibrointien jäljitettävyys

Suurten ja ympäristöön sidottujen mittauslaitteiden kalibrointi on suoritettava paikalla, jottei kuljetus ja olosuhteiden muutokset vaikuta tulosten oikeellisuuteen. Koordinaattimittauskone ja pituudenmittauslaite ovat yleisimmät ympäristöönsä sidotut suuret mittauslaitteet. (Esala ym. 2003, 8, 22, 54).

Mittavälineiden kalibrointijaksot määritetään yrityksessä ja siihen vaikuttaa mittauslaite ja mittauslaitteen käyttötapa ja säilytysolosuhteet. Pitkät kalibrointijaksot kasvattavat virheellisten tuotteiden ilmenemisen myötä valmistuskustannuksia, mutta toisaalta tiheä jakso kasvattaa kalibrointien kustannuksia. Tyypillisimmät kalibrointijaksot ovat neljästä(4) kuukaudesta neljään(4) vuoteen (Esala ym. 2003,54).

Mittavälineiden hallintaohjelmiston ominaisuuksiin kuuluu mittavälineiden kalibrointijaksot ja -tulokset, joten infrastruktuuri kalibrointien hallitsemiseksi on olemassa.

Nisamo Oy kalibroi itse mittavälineitä niiltä osin, kuin välineistö antaa siihen mahdollisuuden.

Tarkoituksena on toteuttaa muidenkin yksiköiden vastaavanlaisten mittavälineiden kalibrointi Nisamo Oy:ssä. Muiden mittalaitteiden kalibrointi on ulkoistettava.

Kalibrointien tuloksia ja ajankohtia hallitaan Calibration Control- ohjelmistolla.

Yleisesti Tampereen Konepajat Oy:n kalibrointijärjestelmä on kuvattuna Laatukäsikirjan kohdassa 7.6 Seuranta ja mittauslaitteiden ohjaus sekä siihen liittyvässä toimintaohjeessa 7.6.30 Kalibrointijärjestelmä (Liite 2). Laatukäsikirja antaa ohjeistuksen myös mittavälineiden valintaperusteille ja käytölle toimintaohjeessa 7.6.10 Mittavälineiden käyttö ja säilytys (Liite 3) sekä toimintaohjeen 7.6.20 Hyväksymisrajat (Liite 4), jossa määritetään kalibrointien hyväksymisrajat. Kalibroinneista on laadittuna erilliset työohjeet, joita säilytetään IMS-järjestelmässä. IMS-järjestelmä on toimintaympäristö, jossa toimintakäsikirjojen dokumentaatioita hallinnoidaan ISO-standardien mukaisesti.

7.2. Nisamo Oy:n kalibrointitila

Nisamo Oy:ssä on laadunvalvonnalla omat toimitilat, jossa sijaitsee myös mittavälinevarasto ja kalibrointitila.

Kalibrointitila on ilmastoitu mittahuone, jonka lämpötila ja kosteus ovat seurattavissa.



Kuva 16 Lämpötila ja kosteus seuranta

Valaistusolosuhteet ovat normaalit mittahuone olosuhteet, jossa valaistuksen asettelulla on minimoitu varjojen esiintyminen työskentelykohteessa.

Kalibrointeihin käytettävät laitteet on säännöllisen tarkastuksen piirissä. Tarkastukset suorittaa ulkopuolinen instanssi, jolla varmistetaan kalibrointitulosten jäljitettävyyden kansainväliseen mittanormaaliiin.

7.3. Nisamo Oy:n kalibrointivalmiudet

Nisamo Oy:ssä on mahdollista tällä hetkellä kalibroida käsimittausvälineistöä:

- Mittakellot
- Kaarimikrometrit $\leq 500\text{mm}$
- Kolmipistemikrometrit $\leq 200\text{mm}$
- 2-pistemikrometrit $\leq 500\text{mm}$
- Työntömitat $\leq 600\text{mm}$
- Asetusrenkaat

7.4. Ulkopuoliset kalibroinnit

Muiden mittavälineiden osalta kalibroinnit on toteutettava ulkopuolisella instanssilla. Ulkopuolinen instanssi on viimeisten tietojen mukaan selvittämättä, koska palvelun tarjoajia ei ole Pirkanmaan alueella riittävästi. Aikaisemmin on käytetty tiettyjen mittavälineiden osalta Tampereen yliopistoa (TUT) ja Pirkanmaan kalibrointipalvelua sekä Inspectaa.

7.5. Mittausepävarmuus

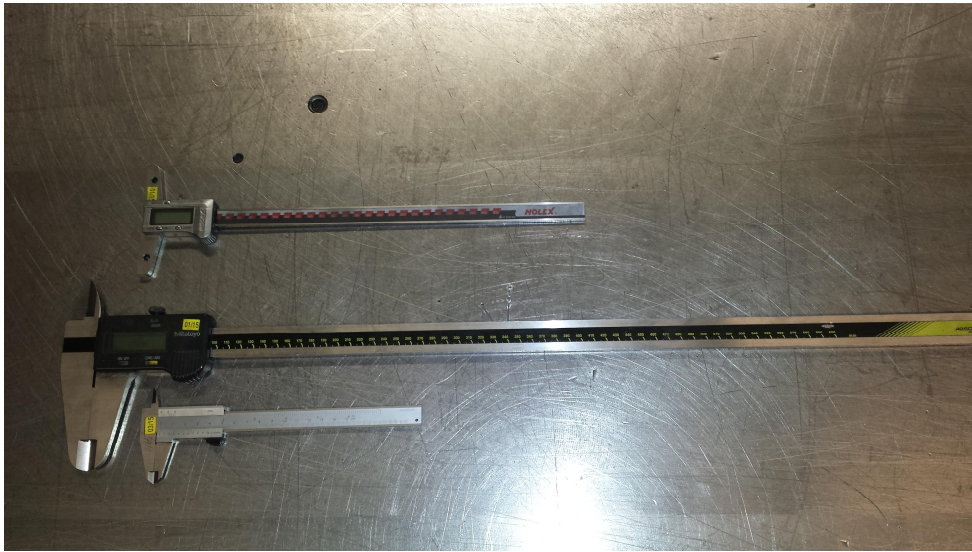
Mittavälineiden kalibroinnin toinen yhtä tärkeä ominaisuus kuin jäljitettävyys on mittausepävarmuus.

Mittausepävarmuus kuvaa mittaustuloksen mahdollisuutta olla virheellinen. Tiedettäessä mittauksen epävarmuus voidaan luottaa tuloksen olevan tiedossa olevalla alueella. Valittaessa sellainen mittaväline, jonka tiedetty mittausepävarmuus on pienempi kuin vaadittu mittatuloksen toleranssi; voidaan luottaa tuloksen olevan toleranssin sisällä.

Mittalaitteilla on aina ominainen niin sanottu perusmittausepävarmuus, joka perustuu jo mitta-asteikon tarkkuuteen.

Esimerkkinä työntömitta, jonka lukema tarkkuus on 0,05 mm. Tällaisen mittavälineen perusmittausepävarmuus on 0,1mm.

Tyypillisimpiä työntömittoja ovat noonius-asteikolla varustettu perustyöntömitta (kuvassa 15 alimmainen) ja digitaalisella näytöllä varustettu uudempi työntömitta (kuvassa 15 keskellä), joita on eripituisia ja painoisia. Lisäksi yleisesti käytetään syvyystyöntömittaa (kuvassa 15 ylhäällä).



Kuva 17 Työntömittoja

Kaikille työntömitoille yhteistä on sama perusmittausepävarmuus, riippumatta resoluutiotarkkuudesta tai mekaanisesta noonius-asteikosta. Tästä syystä on suositeltavaa käyttää työntömittoja toleroimattomien etäisyyksien tai väljempien toleranssien mittaustulosten todentamiseen.

Mitattaessa työntömitalla mittaa, jonka toleranssi on $\pm 0,5\text{mm}$ ja mittatulos on $+0,35\text{mm}$. Liitetään epävarmuus mukaan saadaan tulokseksi $+0,35 (+0,25 - +0,45)\text{mm}$, jolloin tulos on toleranssissa. Mikäli tulos olisi ollut $+0,45\text{mm}$, niin ei voitaisi olla varmoja tuloksen olevan toleranssissa. Tulos olisi saattanut olla jopa $+0,55\text{mm}$.

Kalibroinnissa selvitetään mittalaitteen todellinen mittausepävarmuus, jolloin voidaan luotettavammin mitata toleranssin sisällä, kun tiedetään perusepävarmuuden lisäksi mittalaitteen todellinen epävarmuus. Epävarmuus voi olla suurempi tai pienempi kuin perusepävarmuus.

Mittaustapahtuman mittausepävarmuuteen vaikuttaa monia muitakin tekijöitä kuin mittalaitteen epävarmuus.

Mittausepävarmuuden osa-alueiden vaikutuksia pienennettäessä systemaattisten mittalaittevirheiden osuutta voidaan pienentää kalibrointi toiminnalla.

Usein miten ei systemaattiset virheet on vaikeammin hallittavissa.

Ei systemaattisia vaikutustekijöitä ovat mm. mittaajan ammattitaito ja kokemus. Mitattava kohde voi kasvattaa epävarmuutta. Mittausolosuhteet kuten lämpötilan huomioiminen vaikuttaa ehkä kokemukseräisesti suurimmassa määrin.

7.6. Kalibrointiohjeet

Mittavälineiden kalibrointiohjeet on laadittu niille mittavälineille, joiden kalibrointi suoritetaan Nisamo Oy:ssä. Muiden mittavälineiden osalta kalibrointiohjeet ovat palvelun tarjoajan vastuulla.

Kalibrointiohjeet kalibrointien toteuttamiseksi Nisamo Oy:ssä:

- TY 7.6.30.20 Työntömitat (Liite 5)
- TY 7.6.30.40 Mittakellot (Liite 6)
- TY 7.6.30.60 3Pistemikrometrit (Liite 7)
- TY 7.6.30.70 2Pistemikrometrit (Liite 8)
- TY 7.6.30.80 Kaarimikrometrit (Liite 9)
- TY 7.6.30.170 Asetusrenkaat, Mittapalat (Liite 10)

8 TULEVAISUUS

Mittavälinehallinnan tarpeellisuuden tietoisuuden lisääminen yritysten johtajille olisi ensisijaisen tärkeää. Toki nykypäivän toiminnassa usein miten vaaditaan yhteistyökumppanilta ISO9001 sertifikaattia, mutta tämä ei ole vielä tae järjestelmän toimivuudelle.

Mittavälinehallinnan toteuttaminen yhdellä kattavalla järjestelmällä helpottaa vastuullisen toimintaa, mutta itse jäljitettävyyden hallitseminen erinäisten kalibrointeja suorittavien toimijoiden kanssa osoittautuu hankalaksi.

Tämän hetkisen toiminnan perusteella TKP:ssä tapahtuvan mittavälinehallinnan tulevaisuus näyttää selkiytyvän. Mittavälineistön kalibroitukierrot on saatu jaksotettua ja käytössä olevien mittavälineiden kalibroinnit suoritettua.

Yhteistyökumppanit ulkopuolisille kalibroinneille on pääasiassa sovittuna.

Haasteena tulevaisuudessa on tuo järjestelmää käyttävien yksikkökohtaisten vastuuhenkilöiden opastamisen asianmukaiseen toimintaan. Edelleenkin nähdään toiminta ”tuottamattomana toimintana”, jolloin mietitään konsteja, jolla voidaan asioissa oikaista. Asennemuutokset ovat aina haasteellisia ja vaatii päättäväistä otetta asioihin ja kärsivällisyyttä. Pääasiassa järjestelmän ylläpito on konsernin vastuullisen käytössä. Konsernitasolla huolehditaan tarvittavista kalibroinneista. Konsernin mittavälinekalibroija huolehtii itse järjestelmän ilmoittamien kalibrointien toteutuksesta ja mittavälineiden toimittamisesta kalibroitavaksi yhteistyökumppaneille tai omaan kalibrointipaikkaan.

Yksikkökohtaisten vastuuhenkilöiden järjestelmän käytön kouluttaminen on jatkuvaa toimintaa. Järjestelmää ei tarvitse päivittää usein, joten käytön opettelu on hidasta. Käytännön tilanteena on uuden mittalaitteen syöttö järjestelmään tai mahdollisen lainaan tarvittavan mittavälineen etsiminen järjestelmästä. Tällaisissa tilanteissa tyypillisesti otetaan yhteys konsernitasolle.

Konsernin sisäisten yksiköiden saneerausjärjestelyjen yhteydessä vastaan tulleet ongelmat ovat aiheuttaneet kalibrointitilan puutteen. Tarkoituksena on siirtää kalibrointilaitteisto Pirkkalan toimipisteeseen.



Kuva 18 Mittakellon tarkastuslaite

Tilaa rakennettaessa on tavoitteena keskittää kaikki konsernin kalibrointitoiminta sinne ja tulevaisuudessa myös mahdollisesti myydä palvelua yhteistyökumppaneille. Työn aikana on toimintaa myyty irtautuneelle yksikölle ja samalla hallinnoidaan heidän mittavälineistöään.

Mietitäänpä hetki Pirkanmaan historiallista mainetta konepajateollisuuden kehtona Suomessa ja peilataan tätä ajattelua lähimmän Akkretoidun mittavälinelaboratorion sijaintiin. Lähin sijaitsee Jyväskylässä. Pirkanmaalla aiemmin toiminut laboratorio lopetti toimintansa kustannussäästöjen alla vaikkakin asiakaskuntaakin olisi ollut.

Näen tässä kehityksen suunnan menneen alamäkeä. Yritykset ovat alkaneet tinkimään kalibroinneista toteuttamalla sitä nimellisesti tai muutoin siitä mistä aita on matalin. Toki isommat yritykset ovat panostaneetkin tähän toimintaan ja luoneet omiin tarkoituksiin soveltuvat laboratoriot.

Mielestäni tässä olisi mahdollinen tutkimuksen paikka. Tutkimuksen kohteena olisivat Pirkanmaalaiset mittavälineitä käyttävät yritykset. Heille voisi suunnata kyselyn miten he toteuttavat mittavälinehallintansa ja muodostavat jäljitettävyyden. Tutkimustyö voisi olla, jopa jollekin opinnäytetyö. Työ voisi sisältää tuon tutkimuksen ja laboratorion investointisuunnitelman sekä toimintamallin.

Olisin itsekin kiinnostunut mahdollisuudesta perustaa Pirkanmaata palvelevan kalibrointilaboratorion, josta voisi tilata palvelun mittavälineiden kalibroimiseksi tai jopa hallinnoimiseksi.

9 YHTEENVETO

Työ osoittautui haasteelliseksi ja aikaa vieväksi projektiksi. Lähtötilanne antoi ymmärtää työn olevan käytännön luettelointia ja järjestelmän käyttöönottoa. Olihan jo Nisamolla olemassa järjestelmä, josta lähteä liikkeelle.

Tosiasiasa haasteellisen työstä teki toimipisteiden henkilökunnan tietämys mittavälineistä ja niiden huollon merkityksestä. Haasteelliseksi työ osoittautui myös siitä syystä, että hallinnan rajaaminen oli vaikeata niin alussa kuin kesken projektinkin.

Toimipisteiden irtautuminen konsernista ja uusien kokonaisuuksien ilmenemiset aiheuttivat keskitetyn ratkaisun hallitsemiseen harmaita hiuksia.

Toimipisteiden sijainti vaikuttaa yhteistyökumppaneiden valintaan merkittävästi, kun ajatellaan ulkopuolistenkalibrointien logistisia suuntaviivoja. Ei ole järkevää kuljettaa välineistöä ympäri Suomea, jos palvelut on saatavilla lähempääkin.

Pirkanmaalla yhteistyökumppaneiden saatavuus on yllättävän hankalaa. Yksittäisten mittavälineiden osalta saatavuus on hyvä, mutta keskitetyn laboratorion saatavuutta ei ole.

Projekti onneksi ei ole kertaluontoinen projekti vaan viikoittaista seuranta ja ylläpitoa. Toisissa yksiköissä asiaan on omistauduttu, koska asiakaskunta osaa asiaa vaatia. Toisissa yksiköissä asiaan vaaditaan vielä kouluttamista ja tarkempaa seuranta.

Konsernin sertifiointi suoritettiin kesäkuussa 2014, johon mennessä mittavälinejärjestelmä oli luotuna ja mittavälineiden kalibrointisuunnitelmat laadittuna. Sertifioinnissa kuitenkin tästä osa-alueesta saatiin poikkeamia, koska käytössä olevia mittavälineitä ei ollut vielä kaikkia kalibroitu. Kesän aikana kuitenkin nämä puuttuvat kalibroinnit saatiin suoritettua ja lopullinen sertifikaatti ripustettiin yksiköiden seinille syyskuussa 2014. Tämä ei tietenkään takaa asioiden olevan kunnossa aina, kuten saatetaan todeta asiakkaiden auditointikäyntien yhteydessä. Projektiluonteisella mittavälinekartoituksella ei aina löydy kaikkia mittavälineitä, joita saattaa putkahdella esiin myöhemmin. Tässä asiassa yksiköiden vastuuhenkilöillä on merkittävä rooli ylläpitää järjestelmää.

Järjestelmän tarkoituksena on, että konsernitasolla asiaa valvotaan ja ylläpidetään kalibrointien aikatauluja ja kalibrointien toteuttamista niin konsernin sisällä kuin ulkopuolellakin. Yksiköiden vastuuhenkilöille jää käytännön järjestelmän ylläpito, jossa järjestelmään lisätään ja poistetaan mittavälineitä. Samalla mahdollistetaan reaaliaikainen mittavälineiden saatavuus eripuolilla konsernia.

LÄHTEET

ISO10012/2003

ISO9001/2008

ISO17025/2005

Mittaus- ja laatutekniikat, Andersson & Tikka 1997

Konepajatekniset mittaukset ja kalibroinnit, Esala ym. 2003

LITTEET

Liite 1 TA 7.6.100 INDEKSINUMEROT

| Ryhmä | Indeksi |
|--|---------|
| Työntömitat<150 | 1011 |
| Työntömitat>150 | 1012 |
| Työntömitat(digi:)<300 | 2021 |
| Työntömitat(digi:)>300 | 2022 |
| Syvyystyöntömitat | 3031 |
| Syvyystyöntömitat(digi:) | 3032 |
| Mittakellot(0,01) | 4041 |
| Mittakellot(0,002) | 4042 |
| Mittakellot(0,001) | 4043 |
| Vipumittakellot | 4044 |
| Lieriötappitulkit | 5051 |
| Rengastulkit | 5052 |
| Kierretappitulkit | 5053 |
| Kierrereengastulkit | 5054 |
| Hakatulkit | 5055 |
| Kartiotulkit | 5056 |
| Rakotulkit | 5057 |
| Kierremallinteet | 5058 |
| Muut tulkit | 5059 |
| Kaarimikrometri<150 | 6061 |
| Kaarimikrometri>150 | 6062 |
| Sisämikrometri | 6063 |
| Kolmipistemikrometri | 6064 |
| Lautasmikrometri | 6065 |
| Kierremikrometri | 6066 |
| Urakaarimikrometri | 6067 |
| Syvyysmikrometri | 6068 |
| Yleismittauskoneet | 7071 |
| Koordinaattimittauskoneet | 7072 |
| Ympyrämäisyyden mittauskoneet | 7073 |
| Hammasyörien mittauskoneet | 7074 |
| Muut mittauskoneet | 7075 |
| NDE-laitteet | 8081 |
| Ainetta rikkovan tarkastuksen laitteet | 8082 |
| Muut tarkastus- ja koestuslaitteet | 8083 |
| Radiografian laitteet | 8811 |
| Ultraäänilaitteet | 8812 |
| Magneettipulverilaitteet | 8813 |
| Tunkeumaväri-laitteet | 8814 |
| Muut NDE-laitteet | 8815 |
| Mittakellon jalat | 9091 |
| Suuntaispalat | 9092 |
| Loviparallelit | 9093 |
| Kärkipylkät | 9094 |
| Piirtojalat | 9095 |
| Kulmatasot | 9096 |
| Suurennuslasit | 9097 |
| Valaisimet, peilit, kuituoptiikka | 9098 |
| Muut mittausapuvälineet | 9099 |

| | |
|--|--------|
| Kiinteät kalibrointilaitteet | 10101 |
| Mekaaniset kalibrointilaitteet | 10102 |
| Optiset kalibrointilaitteet | 10103 |
| Sähköiset kalibrointilaitteet | 10104 |
| Muut kalibrointilaitteet | 10105 |
| Sisämittalaite | 11101 |
| Yleismittalaite | 11102 |
| Tarkkuusindikaattorit | 11103 |
| Askeltavat, osoittavat mittausvälineet | 11104 |
| Vesivaa'at | 11105 |
| Yleiskulmamitat | 11106 |
| Profiiliprojektorit | 12121 |
| Luupit, mikroskoopit | 12122 |
| Optiset pituusmittauslaitteet | 12123 |
| Optiset kulmamittauslaitteet | 12124 |
| Tähtäyskaukoputket | 12125 |
| Muut optiset mittausvälineet | 12129 |
| Sähköisten suureiden mittauslaitteet | 13131 |
| Mekaanisten suureiden mittauslaitteet | 13132 |
| Lämpötilan mittauslaitteet | 13133 |
| Pituuden mittauslaitteet | 13134 |
| Ajan mittauslaitteet | 13135 |
| Pinnan karheuden mittauslaitteet | 13136 |
| Muut sähköiset mittauslaitteet | 13137 |
| Pinnan karheuden mittauslaitteet | 14141 |
| Pinnan kovuuden mittauslaitteet | 14142 |
| Pinnoitteen paksuuden mittauslaitteet | 14143 |
| Voiman ja raskon mittauslaitteet | 14144 |
| Painemittarit | 14145 |
| Lämpömittarit | 14147 |
| Virtausmittarit | 14148 |
| Ajan mittauslaitteet | 14149 |
| Pyörintänopeuden mittauslaitteet | 14156 |
| Hitsauspuikkosäiliöt | 16161 |
| Kemiallisten suureiden mittauslaitteet | 141410 |
| Muita suureita mittaavat mittauslaitteet | 141411 |
| Monipiste mittauslaitteet | 141412 |
| Tasot | 151501 |
| Viivaimet | 151502 |
| Asteikolla varustetut mittausvälineet | 151503 |
| Perusmitat | 151504 |
| Suorakulmat | 151505 |
| Muut kiinteät mittauslaitteet | 151506 |
| Mittapalat ja niiden välinesarjat | 151507 |
| Asetusrenkaat | 151508 |
| Tarkistusmittasauvat | 151509 |
| Peruspylväät, tarkkuussuorakulmat | 151510 |
| Kulmamittapalat | 151511 |
| Muut perusmitat | 151512 |

Liite 2. TO 7.6.30 KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ

KOHDE:
**SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS**

KOODI:
TO 7.6.30

REVISIO
1

LAATIIJA:
ALu

OTSIKKO
KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ

HYVÄKSYNTÄ
18.2.2014
JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Meidän on valvottava, käsiteltävä, säilytettävä, kalibroitava ja huollettava omistamamme, lainaamamme tai asiakkaan toimittamat tarkastus-, mittaus- ja testausvälineet, joita käytetään osoittamaan tuote spesifioitujen vaatimusten mukaiseksi niin, että vaadittava mittatarkkuus on turvattu.

2 VASTUU

Vastuut kalibroinnin valvonnasta ja suorittamisesta on kuvattuna prosessikaavioissa.

3 KUVAUS

3.1 YLEISET TOIMENPITEET

Tarkastus-, mittaus- ja testausvälineiden ja laitteiden (jatkossa käytetään näistä nimikettä mittaväline) käyttäjille annetaan riittävä käyttäjäkoulutus.

Kalibrointi tehdään säännöllisesti ja siitä on tarvittavat kalibrointi ohjeet, jotka perustuvat soveltuvin osin kansallisiin tai kansainvälisiin standardeihin. Käytetyt normaalit tulee olla standardien mukaisesti todennettuja. Mittanormaalien puuttuessa on kalibrointien perusteet dokumentoitava.

- Mittausvälineille ja laitteille suoritetaan:
- Vastaanottotarkastus
- Määräaikainen kalibrointi
- Käyttäjän suorittamat tarkastukset

Kalibrointivälineet ovat identifioitu yksilönumerolla = yksilöllinen tunnus(esim. Kaarimikro N62)

Mittavälineryhmään kuuluvat samantapaiset mittavälineet. Eri mittavälineryhmille on omat kalibrointiohjeet.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Kalibrintiväli käytössä oleville mittavälineille on 1 vuosi, mikäli toisin ei ole mainittu. Kalibrintiväli määritellään välineen luonteen, mittaustiheyden ja todetun kulumisen mukaan.

Mikäli joissakin mittavälineissä havaitaan normaalia enemmän kulumista tai mittavälineen mittaustiheys on suuri verrattuna muihin saman ryhmän mittavälineisiin, lyhennetään kyseisen mittavälineen kalibrintiväliä. Jos mittavälinettä käytetään erittäin harvoin, voidaan kyseisen mittavälineen kalibrintiväliä pidentää.

Pyritään kuitenkin pitämään yhtenäisyyden vuoksi saman mittavälineryhmän mittavälineillä samaa kalibrintiväliä.

3.2 KALIBROINNIN VALVONTA

Kalibrintijärjestelmää ylläpidetään ja valvotaan keskitetysti ATK-pohjaisella Mittavälinehallinta-ohjelmalla.

Ohjelmaan syötetään kaikki kalibroittavat mittavälineet ja niihin liittyvät tiedot.

Ohjelmassa käytämme seuraavia kohtia:

- Mittavälinekortti, josta selviää laitteen nimi, tunnus, valmistaja, mitta-alue, sijoituspaikka sekä toimittaja, kun se tiedetään.
- Mittavälineen kalibrintikortti, josta selviää kalibrintiajankohta, kalibrintijakso, suorittajan tunnus, kalibroinnissa käytetyt välineet sekä mahdollinen huomautus.
- Lista kalibroinnin piiriin kuuluvista mittavälineistä, joka saadaan tunnuksen, nimen, osaston yms. perusteella.
- "Kalibrintiin kutsu" -lista osastoittain.

Muita kohtia ohjelmistosta käytetään soveltuvin osin.

Kalibroinnin vastuhenkilö valvoo ohjelmiston avulla, että kaikki mittavälineet tulee kalibroitua.

3.3 KALIBROINNIN SUORITUS

Kalibrintityön suorittaa tehtävään pätevytetty asiantuntija tai ulkopuolinen hyväksytty tarkastuselin. Pätevytysvaatimukset on määritetty koulutuskohdassa.

Mittausvälineiden kalibrintiväli on 1 vuosi, mikäli ei toisin mainita.

Mittavälinevastaavalle toimitetaan uudet mittavälineet vastaanottotarkastusta ja yksilöllisen tunnuksen saamiseksi.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Ostettaessa kalibrointipalvelua tulee ostoasiakirjasta ilmetä kalibrointimenettely sekä hyväksymiskriteerit.

Kalibroinnin yhteydessä tehdään jokaiselle kalibroitavalle mittavälineelle mittauspöytäkirja todennettuna.

Kalibroinnissa käytetyt mittavälineet löytyy kalibrointiohjelman tarkastuskortista, jotta jälkepäin tiedetään millä välineillä kalibrointi on suoritettu.

Kalibroinnin tulosta verrataan aiempaan kalibrointitulokseen, jotta nähdään tapahtuuko mittavälineessä muutoksia. Jos muutos on suuri (kuitenkin sallituissa rajoissa), kalibrointiväliä on tihennettävä puoleen edellisestä.

3.4 KALIBROINTIOHJEET

Jokaiselle mittavälineryhmälle tekee kalibroija ohjeen miten ja millä tavalla mittausvälineet kalibroidaan.

3.5 KALIBROINTITILAN OSOITTAMINEN

Kalibroitavat mittavälineet merkitään päiväystarralla, josta käy ilmi viimeinen voimassaoloaika. Mikäli tarraa ei voida kiinnittää mittavälineeseen kiinnitetään se mittavälineen koteloon, säilytyspaikkaan tai muuhun sopivaan näkyvissä olevaan paikkaan.

Päiväys voidaan tehdä seuraavasti:

- Kalibrointiteippi, jossa väri osoittaa kalibrointivuoden ja numero kuukauden. Värikartasta saadaan väriä vastaava vuosi (= Tarkkuustuonnin ohje kalibrointiin).
 - keltainen 2005
 - valkoinen 2006
 - vihreä 2007
 - oranssi 2008
 - sininen 2009
- Kuukausi ja vuosi merkitty. Esim. 03/05, jolloin kalibrointi on tehtävä viimeistään maaliskuussa 2005

Mikäli on todennäköistä, että mittavälinettä ei käytetä seuraavan vuoden aikana jatkuvasti, merkitään mittavälineeseen punainen 0-tarra. Tarra tarkoittaa, että väline kalibroidaan ennen käyttöönottoa.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Mikäli kalibroinnin tulokset eivät täytä vaatimuksia tai mittausvälineen havaitaan olevan puutteellinen tai vahingoittunut, kalibroija ryhtyy seuraaviin toimenpiteisiin.

- Harkitsee virheen vaikutuksia jo tehdyille tuotteille yhdessä laaduntarkastajien ja mittauslaitteen käyttäjän kanssa.
- Mikäli mittausväline on aiheuttanut tuotteiden toleranssien ylityksiä, laaduntarkastaja tai mittauslaitteen käyttäjä tarkastaa taaksepäin kaikki tuotteet niin kauan, kunnes ei enää löydy virheellisiä tuotteita.
- Mikäli virheellisiä tuotteita on jo lähtenyt asiakkaalle, mittavälinevastaava ilmoittaa asiasta Laatuinsinöörille, joka informoi asiakasta tarvittaessa.

Kalibroija päättää korjaustoimenpiteistä kyseiselle mittavälineelle.

Kalibroija kirjaa kaikki päätökset kyseisen mittausvälineen mittauspöytäkirjaan. Kirjaus tehdään myös poikkeaville poistetuille mittausvälineille.

Mikäli havaitaan, että tietyssä mittavälineessä esiintyy toistuvasti samankaltaisia vikoja, mitkä saattavat aiheuttaa tuotteen laadun heikkenemistä, pyrkii kalibroija poistamaan mahdolliset virhelähteet kyseisestä mittavälineestä. Mikäli vikoja ei pystytä täysin poistamaan, vaihdetaan mittaväline uuteen tai toiseen mittavälineeseen.

3.7 KALIBROINTIHUONEEN LÄMPÖTILA JA SEN TARKASTUS

Mittahuoneessa on oltava yksi lämpömittari, jonka lukematarkkuus on vähintään 0,1 C

Kalibroija tallentaa kerran vuodessa mittahuoneen lämpötilan arvot. Lämpötilan on pysyttävä seuraavien rajojen sisäpuolella:

- 20 \pm 1,5 C

Ilman suhteellinen kosteusarvo(R4) pidetään alueella

- 35 - 60 %

3.8 MITTAVÄLINEIDEN KUNNOSSAPITO

3.8.1 PITUUSMITTAVÄLINEET

Pituusmittavälineiden kunnossapidosta vastaa kalibroija. Kalibroija huoltaa pituusmittavälineet määräaikaikalibroinnin yhteydessä. Mittausvälineiden yleiseen huoltoon kuuluu mittausvälineiden



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

KOHDE:
**SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS**

KOODI:
TO 7.6.30

REVISIO
1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ

HYVÄKSYNTÄ
18.2.2014

JLe

puhdistus ja mahdollinen voitelu/rasvaus tarvittaessa. Erikoishuoltoa vaativille mittausvälineille on huolto-ohje kalibrointiohjeiden yhteydessä.

Mikäli mittaväline joudutaan lähettämään huoltoon ulkopuolelle tai mittavälineeseen hankitaan uusia osia, vastaa tästä kyseisen osaston esimies yhdessä kalibroijan kanssa.

3.8.2 MUUT MITTAVÄLINEET

Muiden kuin pituusmittavälineiden kunnossapidosta vastaa osaston työnjohtaja.

3.9 UUDET MITTAVÄLINEET

Mittavälinevastaavalle on aina ilmoitettava uusista mittavälineistä tunnuksen saamiseksi rekisteröintiä varten. Samalla on ilmoitettava mittavälinekortin vaatimat tiedot. Pituuden mittavälineet on toimitettava kalibroijalle joka suorittaa niiden vastaanottotarkastuksen ja liittää ne kalibroinnin piiriin

3.10 ULKOA OSTETTAVAT KALIBROINTIPALVELUT

Mikäli mittausvälineille halutaan ulkopuolinen kalibrointi (esim. mittanormaalit yms.), se tilataan jäljitettävyyden omaavasta kalibrointilaboratoriosta.

Jokaisesta käytettävästä kalibrointilaboratoriosta on oltava kopio jäljitettävyydestä, jolla todistetaan, että kyseisen laboratorion luotettavuus. Kalibroija säilyttää todistukset, ja tarkistaa aina ennen tilausta, onko jäljitettävyyden vielä voimassa. Mikäli ei ole, tilaa uuden todistuksen kalibroinnin yhteydessä.

Tällä varmistetaan, että jäljitettävyyden kansainvälisiin normeihin on kunnossa.

4 DOKUMENTOINTI

Mittavälinevastaava säilyttää pituusmittalaitteiden mittauspöytäkirjat kansioissa.

5 LIITTEET, LOMAKKEET JA LIITTYVÄT LAATUJÄRJESTELMÄOHJEET



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Liite 3. TO 7.6.10 MITTAVÄLINEIDEN KÄYTTÖ JA SÄILYTYS

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määrittellä mittavälineen käyttö ja säilytys käyttökohteessa

2 VASTUU

Jokainen välineitä käyttävä on vastuussa kalibrointitilanteen tarkistamisesta ja oikeasta käytöstä. Kalibroija vastaa, että tarkastus-, mittaussäilytys-, ja testausvälineet on kalibroitu ja että niiden mittauserävarmuus on tiedossa ja vaaditun mittauskyvyn mukainen. Mittavälineiden käyttäjät vastaavat siitä, että välineitä säilytetään ja käytetään niin, ettei niiden tarkkuus huonone kalibrointi jakson aikana. Mittavälineitä käytetään vain ja ainoastaan kappaleiden mittaamiseen.

3 KUVAUS

3.1 SÄILYTYS

Tuotantopisteissä mittavälineitä säilytetään niille tarkoitetuissa säilytyspaikoissa (hyväksytään paikkakohtaisesti), pölyltä ja liialta suojattuna. Mittavälinevarastossa säilytetään mittavälineitä, jotka eivät ole käytössä.

3.2 VALINTA

Mittaussäilytysvälineet valitaan ensisijaisesti toleranssialueen mukaan. Valinnan suorittaa ensisijaisesti mittavälinevastaava tai työnjohtaja.

3.3 MITTAVÄLINE MERKINNÄT

3.3.1 TARRAN SISÄLTÖ KUUKAUSI/VUOSI

Mittavälineissä on tarra (vihreä 03/07). Mittavälineen kalibrointi on voimassa maaliskuun 2007 asti. Mittaväline on toimitettava kalibroitavaksi maaliskuun 2007 viimeiseen päivään mennessä. Tarran väri itsessään kertoo kalibrointi vuoden.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

KOHDE:
**SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS**

KOODI:
TO 7.6.10

REVISIO
1

LAATIIJA:
**ALu
3.3.2 TARRAN SISÄLTÖ 0**

OTSIKKO
MITTAVÄLINEIDEN KÄYTTÖ JA SÄILYTYS

HYVÄKSYNTÄ
**18.2.2014
JLe**

Mittavälineessä on tarra (punainen 0). Mittaväline on kalibroimaton. Mittaväline on kalibroitava **ennen** käyttöönottoa.

HUOM! Mikäli mittavälineessä ei ole tarraa; mittavälinettä ei saa käyttää; on se viipymättä toimitettava kalibroitavaksi.

4 DOKUMENTOINTI

Tämä ohje ei sisällä erikseen dokumentoitavia kohteita.

5 LIITTEET, LOMAKKEET JA LIITTYVÄT LAATUJÄRJESTELMÄOHJEET



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Liite 4. TO 7.6.20 HYVÄKSYMISRAJAT

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tällä ohjeella määritetään mittalaiteryhmittäin niiden kalibroinnin hyväksymisrajat.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa hyväksymisrajojen käytöstä kalibroinnissa. Mittalaitteen valitsija huomioi kalibroinnin hyväksymisrajan TO7.6.20 mukaisesti.

3 KUVAUS

Käytettäessä mittavälineitä on aina tiedostettava mittausepävarmuus johtuen mittaustavasta ja mittaolosuhteista. Tämän takia on yleisesti mittausepävarmuus 2 x kalibroinnin hyväksymisrajat alla luetellun mukaisesti, mikäli muuta ei ole ilmoitettu.

3.1 KALIBROINNIN HYVÄKSYMISRAJAT

3.1.1 TYÖNTÖMITTA

- Manuaalisen työntömitan näyttöpoikkeama $\mp(50 + 0,1 \times L)\mu m$
- Digitaalisen työntömitan näyttöpoikkeama
 - $\mp 30\mu m / \leq 300mm$
 - $\mp 50\mu m / < 300mm$
- Syvyystyöntömitan näyttöpoikkeama
 - Manuaalinen $\mp(50 + 0,1 \times L)\mu m$
 - Digitaalinen $\mp 30\mu m$

3.1.2 MIKROMETRI

- Kaarimikrometri $\mp(4 + 0,02 \times L)\mu m$
- 3-pistemikrometri $\mp(2 + 0,02 \times L)\mu m$
- 2-pistemikrometri $\mp(2 + 0,02 \times L)\mu m$



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

KOHDE:
**SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS**

KOODI:
TO 7.6.20

REVISIO
1

LAATIIJA:
ALu

OTSIKKO
HYVÄKSYMISRAJAT

HYVÄKSYNTÄ
18.2.2014
JLe

- Poikittaisuramikrometri $\mp(2 + 0,02 \times L)\mu m$

3.1.3 MITTAKELLO

- Analoginen ∓ 2 *asteikon osaa*
- Digitaalinen $\mp 2\mu m$

4 DOKUMENTOINTI

Tämä ohje ei sisällä erikseen dokumentoitavia kohteita

5 LIITTEET, LOMAKKEET JA LIITTYVÄT LAATUJÄRJESTELMÄ OHJEET



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Liite 5. TY 7.6.30.20 Työntömitat

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.20

REVISIO

1

LAATIJA:

ALu

OTSIKKO

TYÖNTÖMITAT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä työntömitan kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Mittauspintojen tasomaisuus
- Mittauspintojen yhdensuuntaisuus
- Nolla-aseman tarkastus
- Näytönpoikkeaman tarkastus
- Lukituksen vaikutus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; 0 –aseman ja yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.20

REVISIO

1

LAATIJA:

ALu

OTSIKKO

TYÖNTÖMITAT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

Työntömitat kalibroidaan tämän ohjeen mukaan siltä osin, kuin ne sopivat kyseiseen työntömittaan.

3.2.1 Näyttöpoikkeama ja yhdensuuntaisuus

Ulkopuoliseen mittaukseen tarkoitettut mittauspinnat mitataan asetusrenkaista muodostuvalla kartiolla; kolmesta kohdasta mittauspintoja; kärjestä, keskeltä ja juuresta. Näin saadaan myös yhdensuuntaisuus. Max. virhe yhdensuuntaisuudelle: 0,02 mm/ <50 mm, 0,04 mm/>50 mm. Näyttöpoikkeamalle manuaalisilla työntömitoilla $\pm (50 + 0,1 * L) \mu\text{m}$, missä L on kyseisen mittavälineen suurin mittaalue ja digitaalisilla sekä viisari näyttöisillä työntömitoilla $\pm 30 \mu\text{m} / \leq 300 \text{ mm}$, $\pm 50 \mu\text{m} / > 300 \text{ mm}$. Mittausepävarmuus käytössä on sama kuin sallittu raja kalibroinnissa.

Sisäpuoliseen mittaukseen tarkoitettut mittauspinnat mitataan käyttämällä asetusrengasta; jonka arvo tunnetaan; mittauspintojen kärjellä sekä juurella. Näin saadaan näyttöpoikkeama sekä yhdensuuntaisuus. Näyttöpoikkeaman ja yhdensuuntaisuuden virhe rajat ovat samat kuin ulkopuolisten kärkienmittauksessa mittaukseen.

3.2.2 Tasomaisuus

Tarkastetaan valorakomenetelmällä sekä suurennuslasilla. Max. virhe arvioidaan ja se on tasomaisuudelle 0,01 mm.

3.2.3 Syvyysmittausosa

Mitataan asetusrenkaista muodostuvan kartion askelmista useasta kohdasta mittauspintaa. Keskiarvo kirjataan. Maksimivirhe on sama kuin näyttöpoikkeamalla.

3.2.4 Olakkeenmittausosan kalibrointi

Mitataan mittapalaa tasolla olakkeenmittausmenetelmällä. Tulos kirjataan. Maksimivirhe on sama kuin näyttöpoikkeamalla.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.20

REVISIO

1

LAATIJA:

ALu

OTSIKKO

TYÖNTÖMITAT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

3.2.5 Halkaisijanmittaustyöntömitta

Mitataan kolme erikokoista lieriötappitulkin menupuolta ja verrataan työntömitan näyttämää lieriötappitulkkien kalibroinneissa saatuihin arvoihin. Yhdestä tulkista tehdään kolme mittausta. Sallittu virhe $\pm (50 + 0,1 * L)$ μm , missä L on kyseisen työntömitan suurin mitta-alue.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mittausepävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

Liite 6. TY 7.6.30.40 Mittakellot

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.40

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

MITTAKELLOT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä mittakellon kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Näyttövirheen (indikaattori) tarkastus
- Toistotarkkuus
- KäänneMITAN tarkastus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; 0 – aseman ja yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.40

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

MITTAKELLOT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

3.2.1 Näyttövirheen tarkastus

Asetetaan mittakello mittakellon tarkastuslaitteeseen. Annetaan mikrometriruuvilta mitta-arvoja kellolle ja luetaan vastaava lukema kellolta.

Näyttöpoikkeama = näyttölukema - oikea lukema.

Valitaan seuraavat mittauspisteet puolen kierroksen välein isomman viisarin puolelta. Lisäksi valitaan näyttöalueen puolivälistä yksi näytön kierrosalue, joka jaetaan kymmeneen mittapisteeseen.

Maksimi virheet:

- Lukematarkkuus 0,01 mm ± 2 asteikonosaa
- Lukematarkkuus 0,001 mm ± 10 asteikonosa
- Digitaalinen mittakello $\pm 2 \mu\text{m}$
- Vipumittakello $\pm 1,5$ asteikonosaa

3.2.2 Toistotarkkuus

Nostetaan mittauskara tarkastuslaitteen mittauspinnalta ja lasketaan se sitten takaisin. Toistetaan vähintään viisi kertaa. Mitta-arvoina käytetään samoja kierroksen osia kuin näyttövirheen kalibroinnissa.

Maksimi virheet:

- Lukematarkkuus 0,01 mm $\pm 0,3$ asteikonosaa
- Lukematarkkuus 0,001 mm ± 1 asteikonosa
- Digitaalinen mittakello $\pm 2 \mu\text{m}$
- Vipumittakello $\pm 0,3$ asteikonosaa

3.2.3 Käännemitta

Suoritetaan samoilla mitta-arvoilla kuin edellä siten, että lähestytään kyseisiä mitta-arvoja karan liikkuessa sisäänpäin ja ulospäin. Mittapoikkeama sisäänpäin ja ulospäin mitattaessa on käännemitta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.40

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

MITTAKELLOT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

Suurin sallittu käännemitta on 2 asteikonosaa.

- Lukematarkkuus 0,01 mm ± 1 asteikonosa
- Lukematarkkuus 0,001 mm ± 2 asteikonosaa
- Digitaalinen mittakello $\pm 2 \mu\text{m}$
- Vipumittakello ± 1 asteikonosa

3.2.4 Vipumittakello

Kalibrointi suoritetaan mittakellon tarkastuslaitteessa. Vipumittakello asetetaan tarkastuslaitteeseen siten, että mittausvarren pituusakseli on yhdensuuntainen tarkastuslaitteen mittapinnan kanssa. Tarkastus suoritetaan muilta osin samoin kuin mittakello.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mittausepävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

Liite 7. TY 7.6.30.60 3Pistemikrometrit

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.60

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

3PISTEMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä 3-pistesämikrometrin kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Mittausvoiman tarkastus
- Nolla-aseman tarkastus
- Näytönpoikkeaman tarkastus
- Toistotarkkuus
- Mittauspintojen tarkastus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; 0 – aseman ja yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA

MITTAUSLAITTEIDEN

OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.60

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

3PISTEMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

3.2.1 Mittausvoiman tarkastus

Mittausvoima tarkistetaan arvioimalla. Kiristettäessä kitkaruuvista ruuvin tulee pyöriä melko kevyesti.

3.2.2 Nolla-aseman tarkastus

Mittapinnat puhdistetaan huolellisesti. Mittausvoiman säätäjää käyttäen kierretään mittapinnat vasten mitattavaa halkaisijaa, joka on tunnettu. Sallittu poikkeama on $\pm (2 + 0,02 * L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue.

Digitaalinen 3pistemikrometri nollataan aina ennen käyttöönottoa.

3.2.3 Näyttöpoikkeaman tarkastus

Näyttöpoikkeaman tarkastus suoritetaan asetusrenkaista muodostuvalla kartiolla, jonka halkaisijat vastaavat mittapöytäkirjassa mainittuja halkaisijoita. Näyttöpoikkeama on näyttölukema - oikea lukema. Tietyn mitta-alueen suurin sallittu poikkeama tavalliselle 3-pistesämikrometrille on $\pm (2 + 0,02 * L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue. Mittausepävarmuus on sama. Mikrometrin ruuvin suurin sallittu virhe on 3 μm .

3.2.4 Toistotarkkuus

Suurimman ja pienimmän arvon erotuksesta kussakin renkaassa lasketaan toistotarkkuus. Max. virhe toistotarkkuudelle: 5 μm .

3.2.5 Mittauspintojen tarkastus

Tarkastetaan kaikki mittauspinnat (myös vaihdettavat). Tutkitaan, onko kolhuja jne.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mitta-epävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

Liite 8. TY 7.6.30.70 2Pistemikrometrit

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.70

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

2PISTEMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä 2-pistesämikrometrin kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Mittausvoiman tarkastus
- Nolla-aseman tarkastus
- Näytönpoikkeaman tarkastus
- Toistotarkkuus
- Mittauspintojen tarkastus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; 0 – aseman ja yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.70

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

2PISTEMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

3.2.1 Mittausvoiman tarkastus

Mittausvoima tarkistetaan arvioimalla. Kiristettäessä kitkaruuvista ruuvin tulee pyöriä melko kevyesti.

3.2.2 Nolla-aseman tarkastus

Mittapinnat puhdistetaan huolellisesti. Mittausvoiman säätäjää käyttäen kierretään mittapinnat vasten mitattavaa halkaisijaa, joka on tunnettu. Sallittu poikkeama on $\pm (2 + 0,02 \cdot L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue.

Digitaalinen 3pistemikrometri nollataan aina ennen käyttöönottoa.

3.2.3 Näyttöpoikkeaman tarkastus

Näyttöpoikkeaman tarkastus suoritetaan asetusrenkaista muodostuvalla kartiolla, jonka halkaisijat vastaavat mittapöytäkirjassa mainittuja halkaisijoita. Näyttöpoikkeama on näyttölukema - oikea lukema. Tietyn mitta-alueen suurin sallittu poikkeama tavalliselle 2-pistesämikrometrille on $\pm (2 + 0,02 \cdot L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue. Mittausepävarmuus on sama. Mikrometrin ruuvin suurin sallittu virhe on 3 μm . Rakennettavissa 2-pistemikrometreissä sallittuun virheeseen vaikuttaa jatkopalojen määrä.

- ei jatkopalaa $\pm 3 \mu\text{m}$
- 1 jatkopala $\pm 6 \mu\text{m}$
- 2 jatkopalaa $\pm 8,5 \mu\text{m}$
- 3 jatkopalaa $\pm 10,5 \mu\text{m}$
- 4 jatkopalaa $\pm 12 \mu\text{m}$

3.2.4 Toistotarkkuus

Suurimman ja pienimmän arvon erotuksesta kussakin renkaassa lasketaan toistotarkkuus. Max. virhe toistotarkkuudelle: 5 μm .



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

SERANTA JA

MITTAUSLAITTEIDEN

OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.70

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

3.2.5

Mittauspintojen tarkastus

OTSIKKO

2PISTEMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

Tarkastetaan kaikki mittauspinnat. Tutkitaan, onko kolhuja jne.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mittausepävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

Liite 9. TY 7.6.30.80 Kaarimikrometrit

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.80

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

KAARIMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä kaarimikrometrin kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Mittausvoiman tarkastus
- Mittauspintojen tasomaisuus
- Nolla-aseman tarkastus
- Näytönpoikkeaman tarkastus
- Lukituksen vaikutus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; 0 – aseman ja yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

3.2.1 Mittausvoiman tarkastus

Mittausvoima tarkistetaan arvioimalla. Kiristettäessä kitkaruuvista ruuvin tulee pyöriä melko kevyesti.

3.2.2 Nolla-aseman tarkastus

Mittapinnat puhdistetaan huolellisesti. Mittausvoiman säätäjää käyttäen kierretään mittapinnat vastakkain, >25 mm alueella käytetään välissä mittapalaa tai asetusmittaa. Sallittu poikkeama on $\pm (2 + 0,02 * L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue.

Digitaalinen kaarimikro nollataan aina ennen käyttöönottoa.

3.2.3 Näyttöpoikkeaman tarkastus

Näyttöpoikkeaman tarkastus suoritetaan asetusrenkaista muodostuvalla kartiolla, jonka halkaisijat vastaavat mittapöytäkirjassa mainittuja halkaisijoita. Näyttöpoikkeama on näyttölukema - oikea lukema. Tietyn mitta-alueen suurin sallittu poikkeama tavalliselle kaarimikrolle on $\pm (4 + 0,02 * L)$ μm , missä L on kyseisen mittavälineen pienin mitta-alue. Mittausepävarmuus on sama. Mikrometrin ruuvin suurin sallittu virhe on 3 μm .

Digitaalisen kaarimikron sallittu virhe on:

- Alue 0 – 75 mm: $\pm 1 \mu\text{m}$
- Alue 75 – 100 mm: $\pm 2 \mu\text{m}$

Lukituksen toiminta

Tarkastetaan lukituksen toiminta. Lukitus ei saa muuttaa mittaa.

3.3 Lautasmikrometrit ja uramikrometrit

Kalibrointi tapahtuu samoin kuin normaaleilla kaarimikrometreillä lukuun ottamatta seuraavia poikkeuksia:

- Lautasmikrometrien mittauspintojen tasomaisuus tarkastetaan tasolaseilla tai valorakomenetelmällä esim. mittapalan avulla.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.80

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

KAARIMIKROMETRIT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

- Sallittu tasomaisuus- ja yhdensuuntaisuusvirhe on 5 µm.
- Sallitut rajat, joita ei ole mainittu tässä, ovat samat, kuin normaaleilla kaarimikrometreillä.

3.4 Syvyysmikrometrit

Tarkastetaan syvyysmittojen tarkastustulkilla ja mitataan usealla eri syvyysmikrometrin mittauspinnan osalla. Näin saadaan näyttöpoikkeama. Mitataan tasomaisuus liikkuvasta mittauspinnasta tasolasilla. Hyväksymisrajat ovat samat kuin tavallisella kaarimikrometrillä.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mittausepävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

Liite 10. TY 7.6.30.170 Asetusrenkaat, Mittapalat

KOHDE:

SERANTA JA
MITTAUSLAITTEIDEN
OHJAUS

KOODI:

TY 7.6.30.170

REVISIO

1

LAATIIJA:

ALu

OTSIKKO

ASETUSRENKAAT, MITTAPALAT

HYVÄKSYNTÄ

18.2.2014

JLe

1 TARKOITUS JA SOVELTAMISALA

Tämän ohjeen tarkoituksena on määritellä mittapalojen ja asetusrenkaiden kalibrointi.

2 VASTUU

Kalibroija vastaa vuosittaisesta kalibroinnista. Käyttäjä vastaa päivittäisestä tarkastuksesta.

3 KUVAUS

Mittapalojen ja tasolasien kalibrointi suoritetaan ulkopuolisella akkretoidulla mittauslaboratoriolla. Asetusrenkaiden ja asetusmittojen kalibrointi suoritetaan alla mainitulla tavalla.

3.1 KALIBROINNIN LAAJUUS

3.1.1 Vastaanottotarkastus

- Mittauspintojen tasomaisuus, ympyrämäisyys
- Tosimitan tarkastus

3.1.2 Vuosittainen kalibrointi

- Samoin kuin vastaanottotarkastus

3.1.3 Päivittäinen tarkastus

- Käyttäjä suorittaa; yleiskunnon tarkastus



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO

KOHDE:

KOODI:

REVISIO

SERANTA JA

TY 7.6.30.170

1

MITTAUSLAITTEIDEN

OHJAUS

HYVÄKSYNTÄ

LAATIIJA:

OTSIKKO

18.2.2014

ALu

ASETUSRENKAAT, MITTAPALAT

JLe

3.2 KALIBROINNIN SUORITUS

3.2.1 Mittauspintojen tasomaisuus, ympyrämäisyys

Mittauspintojen muotovirheet tarkistetaan tosimitan tarkastuksen yhteydessä 3D-mittakoneella.

3.2.2 Tosimitta

Tosimitta tarkistetaan 3D-mittakoneella.

4 DOKUMENTOINTI

Kalibroinnin mittapöytäkirja säilytetään CC-järjestelmässä. Mittapöytäkirjasta selviää mittalaitteen mittausepävarmuus ja seuraavan kalibroinnin ajankohta.



TAMPEREEN
KONEPAJAT OY

Lehti Group

RIIKONEN
GROUP

NISAMO