



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juho Koski-Lammi

---

## Mittalaitteiden hallinta- ja kalibrointiprosessi

Opinnäytetyö

Kevät 2024

Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Juho Koski-Lammi

Työn nimi: Mittalaitteiden hallinta- ja kalibrointiprosessi

Ohjaaja: Juho Yli-Suomu

Vuosi: 2024

Sivumäärä: 29

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Tämän opinnäytetyön toimeksiantoyrityksenä on Seinäjoella toimiva Finn-Power Oy. Yrityksen valmistamat levytyökeskukset tunnetaan Prima Power tuotemerkistä. Työn tavoitteena oli perehtyä ja tutustua käytössä olevaan mittalaiterekisteriin sekä selvittää nykyinen mittalaitteiden kalibrointiprosessi ja tutkia sen mahdollista kehittämistä. Lisäksi pohditaan mittalaitteiden kalibroinnin jaksotusta käyttömäärän ja käytön perusteella. Nykyisellään käytössä oli hieman vanhemman luokan tietojärjestelmä, jonka päivittäminen tai vähintäänkin kokonaisvaltainen läpikäyminen voisi tehostaa työskentelyä. Viimeisenä tavoitteena oli suorittaa kustannusvertailu joko omin resurssien tehdystä tai ulkoisessa yrityksessä teetetystä mittalaitteiden kalibroinnista.

Toimeksiantoyrityksen yksi pääarvoista on kehittyminen, joten jatkuva kehittäminen myös laatu puolella on arkipäivää. Työtä lähestyttiin tutustumalla perinpohjaisesti käytössä olevaan mittalaiterekisteriin sekä luomalla erilaista dataa rekisteristä selkeämpään muotoon. Lisäksi työn aiheesta käytiin keskusteluja sekä tehtiin haastatteluja antamaan tarkempaa kokonaiskuvaa nykytilanteesta.

Sisäisen ja ulkoisen kalibroinnin kustannusten vertailussa kysyttiin tarjousta kolmesta eri kalibrointeja suorittavasta yrityksestä. Kustannusten vertailussa päädyttiin siihen, että jos omassa yrityksessä on henkilöresurssien puolesta mahdollista, niin sisäinen kalibrointi tulee edullisemmaksi. Tämä pätee erityisesti Finn-Powerin kohdalla, koska kaikki valmiudet ja laitteet kalibroimiseen ovat jo olemassa. Ero sisäisen ja ulkoisen kalibroinnin kustannusten välillä ei ole kuitenkaan suuri. Lopputulemana suositeltavaa olisi suorittaa mittalaiterekisterin päivittäminen uudempaan järjestelmään.

<sup>1</sup> Asiasanat: mittauslaitteet, kalibrointi, konepajateollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Product Engineering

Author: Juho Koski-Lammi

Title of thesis: Management and calibration process of measuring instruments

Supervisor: Juho Yli-Suomu

Year: 2024

Number of pages: 29

Number of appendices: 1

---

The thesis was commissioned by Seinäjoki-based Finn-Power Oy. The company operates in sheet metal working technologies under the Prima Power brand. The purpose of the thesis was to investigate the current measuring device register and to study the process of measuring device calibration currently at the company. After the evaluation of the tasks, new possibilities for renewing or updating processes were developed. Another mission was to evaluate the calibration interval of the instrument based on usage. Currently the measuring device register is well-functioning but slightly outdated. Going through and updating the register could make working more effective. The last objective was to implement a cost comparison of the calibration of measuring instruments, either in-house or commissioned by an external company.

One of the main values at Finn-Power is progress and therefore constant development also within the quality compartment is crucial. The work began with thorough readthrough of the measuring device register. Next, some of the information was clarified to interpret. Additionally, some discussions and interviews were conducted to give clearer overall view about the processes.

A quote for the external measuring instrument calibration was requested from three different companies. The comparison of the costs between internal and external calibration was made, and the conclusion of this was that the internal calibration was more cost effective. Especially as Finn-Power already has everything required to proper calibration. However, the difference between internal and external calibration is quite small in terms of cost. At the end it would be recommended to update the measuring instrument register to a newer system.

<sup>1</sup> Keywords: measuring instruments, calibration, mechanical engineering industry

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoite.....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely .....	9
2 MITTALAITTEIDEN KALIBROINTI.....	10
2.1 Kalibrointi .....	10
2.2 Kalibroinnin vaatimukset .....	11
2.3 Jäljitettävyys ja mittanormaali.....	11
2.4 Mittausvirheet.....	12
2.5 Mittausepävarmuus .....	13
2.6 Mittausepävarmuuden laskenta.....	13
3 NYKYTILA.....	15
3.1 Mittalaiterekisteri .....	15
3.2 Uuden mittalaitteen kalibrointiprosessi .....	16
3.3 Käytössä olevan mittalaitteen kalibrointiprosessi .....	17
3.4 Kalibrointivälit .....	20
4 KEHITTÄMISKOHTEET JA -EHDOTUKSET .....	21
4.1 Sisäinen kalibrointi .....	21
4.2 Ulkoinen kalibrointi .....	21
4.3 Ulkoisen- ja sisäisen kalibroinnin vertailu .....	22
4.4 Uusi mittalaiterekisteri .....	24
5 SUOSITELTAVAT MUUTOKSET .....	26
6 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	27

LÄHTEET .....	28
LIITTEET .....	29

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Ote nykyisestä mittalaiterekisteristä.....	16
Kuva 2. Kalibroitarran esimerkki .....	17
Kuva 3. Mittakellojen kalibrintilaite .....	18
Kuva 4. Vipumittakello kiinnitettynä kalibrintilaitteessa .....	19
Kuva 5. Sisäinen kalibroinnin kustannusarvio.....	22
Kuva 6. Ulkoisen kalibroinnin kustannusarvio yritys A .....	23
Kuva 7. Ulkoisen kalibroinnin kustannusarvio yritys B .....	24
Kuva 8. Havainnekuva Jiran mittalaitteiden hallintapaneelista.....	25
Kuvio 1. Kalibroinnin jäljitettävyyshetju .....	12
Taulukko 1. Esimerkkiote vipumittakellon mittauspöytäkirjasta.....	19

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Jira</b>	Tehtävähallintaohjelmisto, johon pystytään luomaan useita erilaisia ominaisuuksia.
<b>Mittalaite</b>	Mittalaitteella voidaan mitata jotain tiettyä fyysistä suuretta. Mittalaitteita ovat esimerkiksi työntömitat, mittanauhat, mikrometrit ja momenttiavaimet.
<b>Mittausepävarmuus</b>	Kuvaa mittaustuloksessa mittaussuureen arvojen oletettua vaihtelua.
<b>WinCalib</b>	Tietojärjestelmä mm. mittalaiterekisterin ylläpitämiseen.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työn aiheena on mittalaitteiden hallinta- ja kalibrointiprosessi. Työn taustalla on toimeksiantajan tarve saada selvyyttä käytössä olevista mittalaitteista sekä niiden kalibrointiprosessista. Käytössä oleva mittalaitteiden rekisteri on hyvin asiansa ajava, mutta se on jäänyt hieman päivitysaskelissa jälkeen. Tarkoituksena on perehtyä siihen ja selvittää rekisterin päivittämistä uuteen, jo muuten yrityksen käytössä olevaan tehtävähallintajärjestelmään. Nykyaikainen mittalaiterekisteri selkeyttää ja antaa läpinäkyvyyttä laitteistosta niin työntekijöille kuin esimiehillekin.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on tutustua toimeksiantoyrityksen mittalaiterekisteriin sekä tutkia ja koota erilaisia vaihtoehtoja kalibroinnin suorittamiseen. Laitteiden kalibrointivälejä tarkastellaan ja harvennetaan mahdollisuuksien mukaan. Käydä läpi mittalaiterekisteri ja selvitetään, miten paljon erilaisia mittalaitteita on käytössä ja mikä niiden käyttöaste on. Tavoitteena on siis antaa yritykselle tutkimustietoa, jonka pohjalta se pystyy kehittämään toimintaansa.

Kalibrointiin liittyen on selvitettävä, millaisilla kustannuksilla mittalaitteita voisi ulkoisesti kalibroida verrattuna siihen, että käytettäisiin yrityksen sisäistä resurssia kalibrointitöihin. Mittalaitteita on niin paljon, että myös jonkinlainen porrastus kalibrointiajankohtiin olisi hyödyllinen, jotta tiettyjen ajankohtien suurelta kuormitukselta vältyttäisiin. Ryhmittäin ja käyttökohteittain selvitetään, voisiko joidenkin mittalaitteiden kalibrointiväliä pidentää.

## 1.3 Työn rakenne

Työn rakenne koostuu johdannon ja yrityseseittelyn jälkeen teoriasta, nykytilan määrittämisestä, kehittämiskohteista, suositeltavista muutoksista sekä yhteenvedosta ja pohdinnasta. Teoriaosassa käsitellään aiheeseen tärkeänä osana liittyvät asiat, kalibrointi, kalibroinnin vaatimukset, jäljitettävyyys ja mittanormaali, mittausvirheet sekä mittausepävarmuus ja sen laskeminen. Nykytilan määrittelyssä pureudutaan mittalaiterekisteriin, mittalaitteiden kalibrointiprosesseihin sekä kalibrointiväleihin.



Kehittämiskohteissa ja -ehdotuksissa keskitytään kalibroinnin kehittämiseen sisäisen ja ulkoisen kalibroinnin näkökulmista, ja lisäksi tutkitaan uuden mittalaiterekisterin hyötyjä ja ominaisuuksia. Suositeltavissa muutoksissa ja yhteenvedossa sekä pohdinnassa kootaan yhteen saadut tulokset ja pohditaan, minkälaisia muutoksia voisi tehdä sekä miten työn suoritus on onnistunut.

#### 1.4 Yritysesittely

Toimeksiantajana on Finn-Power Oy, joka on osa Prima Industrie Groupia. (Laurinen, 2019, s. 115):

Finn-Power Oy on Prima Industrien työstökonedivisioonan osaamiskeskus lävistystekniikassa, materiaalinkäsittelyssä, joustavissa soluissa ja valmistusjärjestelmissä sekä merkittävässä osassa konsernin ohjelmistotuotteita.

Toiminta käynnistyi Lillbackan nimellä vuonna 1969. Aluksi yritys valmisti pääasiassa letkuliitinpuristimia, ja saavuttikin alalla markkinajohtajuuden 1970-luvun loppupuolella (Prima Power, 2023). Finn-Power tuotemerkki syntyi 1973, ja kymmenen vuotta myöhemmin valmistui ensimmäinen levytyökeskus. 1990-luvulla Finn-Power teki useita suuria kehitysharppauksia joustavien valmistusjärjestelmien kanssa. 2000-luvun alussa, vuonna 2002, Jorma Lillbacka myi Finn-Power Oy:n tytäryhtiöineen pääomasijoittajalle EQT:lle. Vuonna 2008 Finn-Power tuli osaksi Prima Industrie SpA:ta. 2011 luotiin Prima Power -tunnus. Suuri muutos tapahtui vuonna 2018, kun Finn-Powerin toiminta siirtyi Kauhavalta Seinäjoelle juuri valmistuneelle tehtaalle. Nykyisellään Seinäjoen tehtaalla työskentelee 400 henkilöä. Finn-Power Oy kuuluu Prima Industrie Groupin Prima Power -nimikkeeseen alaisuuteen.

Koko Prima Industrie Groupin alla työskentelee 1900 henkilöä, tehtaita ja tutkimus-/kehityskeskuksia on yhteensä 8, ja ne sijaitsevat Italiassa, Suomessa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa (Prima Power, i.a.-a). Liikevaihto on noin 500 milj. euroa (Prima Power, i.a.-b). Suuri muutos tapahtui maaliskuussa 2023, kun Prima Industrie Group siirtyi Alpha Private Equityn, Peninsulan ja muiden sijoittajakumppaneiden omistukseen.

## 2 MITTALAITTEIDEN KALIBROINTI

### 2.1 Kalibrointi

Suomen Standardoimisliiton (SFS) mukainen kalibroinnin määritelmä on ilmoitettu SFS:n op-  
paassa numero 99. (SFS, 2010 s. 37):

Kalibrointi on toimenpide, jonka avulla ensin määritellyissä olosuhteissa saadaan mitta-  
normaalien antamien suureiden arvojen ja niiden mittausepävarmuuksien sekä vastaa-  
vien mittauslaitteen näyttämien ja niihin liittyvien mittausepävarmuuksien välinen yhteys,  
minkä perusteella näyttämästä voidaan tämän jälkeen johtaa mittaustulos.

Kalibrointi suoritetaan määrävälein, sen tarkoituksena on varmistaa mittalaitteiden toiminta-  
kunto sekä tarkistaa, näyttääkö mittalaite tuloksen oikein (Finas-akkreditointipalvelu, 2023).  
Kalibrointi toimii tärkeänä osana tuloksen oikeellisuuden varmistamisessa. Huomioitavaa on,  
että kalibrointi ei tarkoita samaa kuin mittausjärjestelmän viritys.

Mittalaite viritetään yleensä kalibroinnin yhteydessä, mutta laitteessa oleva kalibrointitarra ei  
takaa mittalaitteen näyttämän oikeellisuutta (Hiltunen ym., 2011, s. 47). Mittalaitteen virityk-  
sen tiedot löydetään kalibrointitodistuksen tiedoista, ja siitä selviää, onko laite viritetty kalib-  
roinnin yhteydessä vai joudutaanko laitteella mitattaessa mittaustuloksille laskemaan korjaus.  
Kalibroinnin yhteydessä tapahtuvan virituksen mukana on mahdollista antaa kalibrointitulok-  
set ennen ja jälkeen virituksen. Usein toimitaan kuitenkin siten, että laite viritetään kalibroin-  
nin yhteydessä, ja näin tuloksena on vain yksi kalibrointitulokse.

Kalibrointia voidaan suorittaa mittauslaitteita käyttävässä yrityksessä itsessään (Vilén, 2003,  
s. 2). Tällöin vaaditaan käyttöön sopivat välineet ja tilat sekä osaava henkilökunta. Jos yrityk-  
sen omat resurssit eivät tähän riitä, on mahdollista ostaa ulkoisia kalibrointipalveluita. Kalib-  
rointipalveluita käytettäessä on syytä huomioida, että vain akkreditoitujen kalibrointilaboratori-  
oiden ja kansallisten mittanormaallilaboratorioiden suorittamia kalibrointeja pidetään esim.  
laatujärjestelmän sertifiointiauditoinneissa virallisina kalibrointeina.

Kaikki kalibrointitulokset on kirjattava ja säilytettävä, jotta kalibrointien jäljitettävyys pystytään  
todentamaan sekä tarvittaessa suorittamaan uudelleen alkuperäistä vastaavissa olosuhteissa  
(Vilén, 2003, s. 3). Kalibrointitiedoissa tulee olla mm. kalibroidun mittalaitteen tunnistetiedot ja  
kuvaus, kalibrointipäivämäärä ja mahdolliset edeltävät kalibrointitulokset.

## 2.2 Kalibroinnin vaatimukset

Kalibroinnin vaatimuksista kerrotaan Suomen Standardisoimisliiton (SFS, 2003) *Mittausten hallintajärjestelmät. Vaatimukset mittausprosesseille ja mittauslaitteistoille metrologisina vaatimuksina* -standardissa seuraavasti (SFS, 2003, s. 14).

Määritetyt metrologiset vaatimukset on johdettu tuotevaatimuksista. Näitä vaatimuksia tarvitaan sekä mittauslaitteistoille että mittausprosesseille. Vaatimukset voidaan ilmaista suurimpana sallittuna virheenä, sallittuna epävarmuutena, mittausalueena, stabiiliutena, resoluutiona, ympäristöolosuhteina tai käyttäjän taitoina.

Eri mittalaitteiden kalibrointijaksoille voidaan määrittää ohjearvoja, mutta todelliseen kalibrointitarpeeseen vaikuttaa hyvin paljon laitteen käyttö ja käytön aktiivisuus (Esala ym., 2003, s. 54). Mittausten tarkkuusvaatimus määräytyy esimerkiksi tuotteesta, johon on luvattu tietyt ominaisuudet, tai prosessista, jonka ominaisuuksia seuraamalla varmistetaan valmistettavan asian laatu.

Ohessa muutamia ohjearvoja laitteiden kalibrointiväleistä:

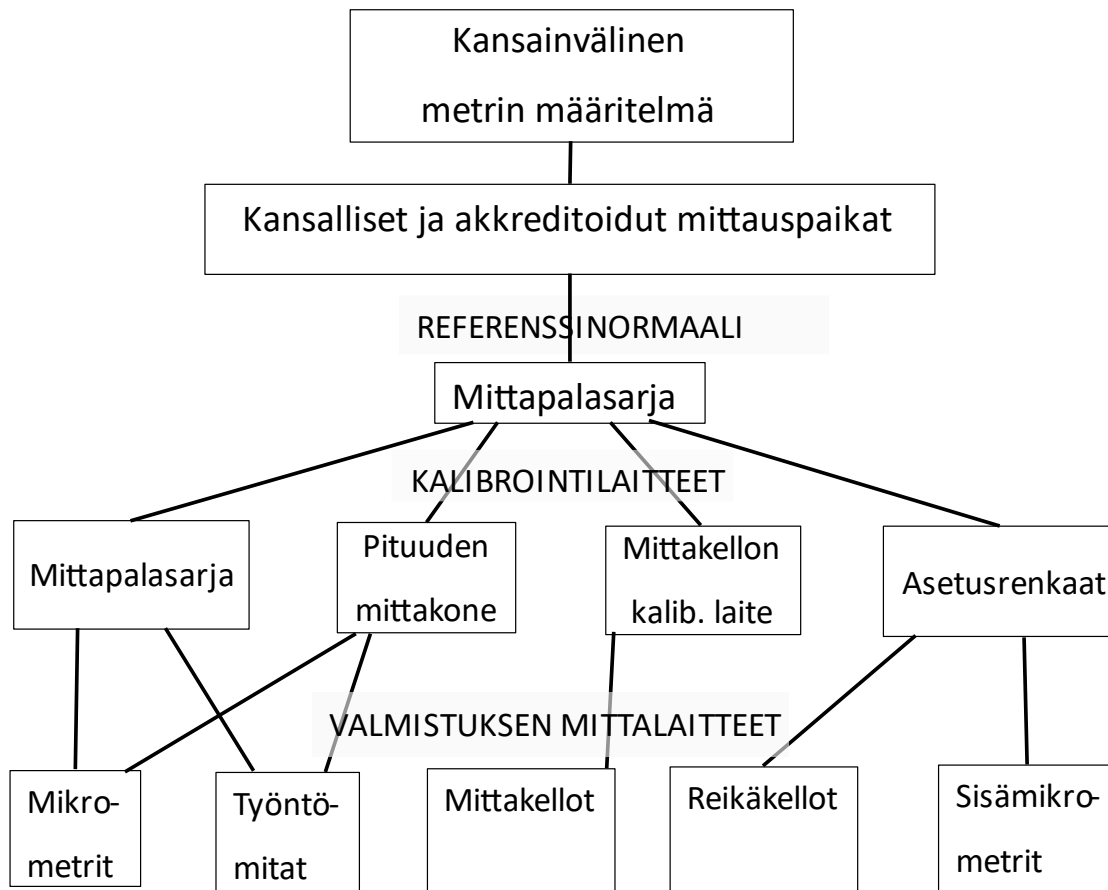
- työntömitat 6–48 kk
- mittakellot ja anturit 4–12 kk
- toleranssitulkit 4–24 kk
- rengastulkit 24 kk
- koordinaattimittauskone 12 kk (Esala ym., 2003, s. 54).

## 2.3 Jäljitettävyys ja mittanormaali

Kaikki mittaustulokset tulee olla jäljitettävissä kansainväliseen mittayksikköjärjestelmään (SI-järjestelmä) (SFS, 2003). Mittausten jäljitettävyys SI-yksiköihin tulee toteuttaa vertaamalla asianmukaiseen primäärinormaaliin tai viittaamalla luonnonvakioon, jonka arvo on tunnettu asianmukaisina SI-yksikköinä. Tavallisesti jäljitettävyys saavutetaan luotettavien kalibrointilaboratorioiden kautta, joilla on oma jäljitettävyys kansainvälisiin mittanormaaleihin.

Mittaus- ja kalibrointilaitteet voidaan jakaa jäljitettävyysketjussa referenssinormaaleihin, kalibrointi- ja mittalaitteisiin (Esala ym., 2003, s. 22). Tämän jaottelun yritys voi sisäisesti päättää. Jokainen mittalaitteen luokittelu annetaan käyttötarkoituksen ja mittausepävarmuuden mukaan, kuitenkin pienin epävarmuus on oltava yrityksen referenssinormaaleilla.

Mittausepävarmuus kasvaa jäljitettävyyden jokaisessa eri siirrossa, joten vaiheet referenssinormaalista valmistuksessa käytettäviin mittalaitteisiin tulisi pitää mahdollisimman vähäisinä. Jäljitettävyyttä on avattu kuviossa 1.



Kuvio 1. Kalibroinnin jäljitettävyydetju (soveltaen Esala, ym. 2003, s. 42)

Suomessa toimii kansallinen mittanormaalijärjestelmä (Teknologian tutkimuskeskus, VTT, i.a). Sen tehtävänä on toteuttaa kansainvälisen SI-mittayksikköjärjestelmän toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä kansallisia mittanormaaleja, sekä tarjota niihin liittyviä kalibrointipalveluita.

## 2.4 Mittausvirheet

Mittausvirhe tarkoittaa suureen mitatun arvon ja suureen vertailuarvon erotusta (SFS, 2010, s. 32). Mittausvirheitä on sekä systemaattisia että satunnaisia, myös karkeat virheet ovat yksi päävirheryhmistä. Lisäksi virheitä voidaan jaotella vielä mm. asento- ja suuntavirheisiin, lämpötilasta aiheutuviin virheisiin ja voimien aiheuttamiin virheisiin.

Systemaattinen mittausvirhe on mittausvirheen osa, joka mittausta toistettaessa pysyy vakiona tai vaihtelee ennustettavalla tavalla (SFS, 2010, s. 33). Satunnainen mittausvirhe vaihtelee ennustamattomalla tavalla mittausta toistettaessa.

Karkeat virheet ovat ryhmä toisistaan poikkeavia työn suorittajan huolimattomuuksista tai erehdyksistä johtuvia virheitä. Karkeiden virheiden suuruusluokat voivat olla moninkertaisia verrattuna systemaattisiin tai satunnaisiin virheisiin (Andersson & Tikka, 1997, s. 130). Käytännössä karkeita virheitä voivat olla esim. mittaustuloksen väärin lukeminen, väärän mittausmenetelmän käyttö, virhelähteiden huomiotta jättäminen sekä ongelmallisimpana virheryhmänä hallita, ajatusvirheet.

## **2.5 Mittausepävarmuus**

Mittausepävarmuus kuvaa mittaustuloksessa mittaussuureen arvojen oletettua vaihtelua. Mittausepävarmuus määritetään kohteen mukaan, ja sen suuruus vaikuttaa rajoihin, joissa tulos on vielä hyväksyttävä (Finas- akkreditointipalvelu, 2023). Epävarmuustekijöitä ovat mm. mittaustuloksen kohde, mittalaite, mittaaja, mittausmenetelmä ja vallitsevat ympäristöolosuhteet.

Mittauslaitetta käytettäessä on tärkeää muistaa, että yksittäisen mittauslaitteen tarkkuus ei ole pääasia, vaan se, mikä on koko mittaustapahtuman epävarmuus (Vilén, 2003, s. 3). Kun koko mittaustapahtuman epävarmuus pystytään arvioimaan, on yksittäisen mittauslaitteen tarkkuustarve, tarpeelliset kalibroinnit, niiden tarkkuus ja määrä helpompi arvioida.

## **2.6 Mittausepävarmuuden laskenta**

Kun eri tekijöitä lasketaan yhteen, käytetään geometristä yhteenlaskua, joka merkitsee, että laskenta tapahtuu variansseilla (Pusa, 2003, s. 4). Varianssi on keskihajonnan neliö, nämä summataan ja tästä summasta otetaan neliöjuuri.

Mittausepävarmuutta voidaan laskea keskihajonnan avulla kaavasta (1):

$$u = \sqrt{A + B + C} \quad (1)$$

missä

u on keskihajonta

A on varianssi

B on varianssi

C on varianssi

Tyypin A varianssitekijä on puhtaasti tilastollisin menetelmin saatu tekijä, joka perustuu mitaussarjoihin. Tyypin B ja C tekijät ovat tavalla tai toisella arvioituja. Ne on saatu esim. kirjallisuudesta tai teknisistä tiedoista.

Kokeellinen keskihajonta otoksessa esitetään kaavassa (Valtanen, 2019, s. 139). Saman mittasuureen n peräkkäisen mittauksen kokeellinen keskihajonta s kuvaa tulosten hajontaa, kaavan (2) mukaan:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

missä

$x_i$  on mittauksen i tulos

$\bar{x}$  on tulosten keskiarvo.

## 3 NYKYTILA

### 3.1 Mittalaiterekisteri

Yrityksen mittalaiterekisteri on nykytilassa hyvin asiansa ajava, mutta se on jäänyt hieman päivitysaskelissa jälkeen. Rekisteri on WinCalib-nimisessä ohjelmistossa, joka toimii vain Windowsin XP:ssä tai vanhemmissa käyttöliittymissä.

Jotta rekisteriin päästiin tutustumaan, jouduttiin asentamaan virtuaalinen Windows XP koneelle. Mittalaiterekisterin päivittäminen kalibrointeja tehtäessä voisi toimia paremmin, jos ohjelmisto olisi uudenaikaisempi. Tällöin voitaisiin kaikki tehty data saada suoraan ohjelmistoon, eikä tarvitsisi tehdä ensin Exceliin dataa, joka siirretään manuaalisesti mittalaiterekisteriin.

Tällä hetkellä mittalaiterekisterissä on 1074 eri nimikettä, ja tästä määrästä osa on sellaisia, jotka eivät ole enää käytössä. Rekisteriä pystyisi näin ollen myös tiivistämään ja karsimaan siten, että näkyvillä olisi vain käytössä olevat mittalaitteet. Liite 1 kuvaa tarkemmin mittalaiterekisterin nykytilaa.

Esimerkiksi työntömittoja rekisterissä on tällä hetkellä vajaa 150 kappaletta, ja näissä joissakin viimeisin kalibrointi on useamman vuoden takaa. Se kertoo, että nämä laitteet eivät ole enää käytössä. Muita suuria ryhmiä mitta-/tarkkuuslaitteissa ovat mittakellot, tuurnat ja momenttiavaimet, kaikkia näitä on yli 200 nimikettä omassa ryhmässään.

Kuvassa 1 on nähtävillä ote nykyisestä mittalaiterekisteristä. Ensisilmäyksellä nähtävillä on laitteesta

- nimike
- nimi
- kalibroinnin suorittaja
- mittalaittevastaava laitteelle
- osasto, jolla laitetta käytetään
- kalibrointiluokka
- ryhmä
- mittalaitetyyppi
- kalibrointivälineet ja -varusteet

- mittausepävarmuus
- lisäksi kuvan ulkopuolella mittayksikkö ja viimeisin kalibrointi.

Nimi	Nimi	Sijainti	Säätömenetelmä käytössä	Mittalaitetyyppi	Osasto	Kalibrointiyksikkö	Mittausyksikkö	Mittalaitetyyppi	Kalibrointipäivä	Varusteet	Mittausepävarmuus
01010001	Työntömitta		0	Käsitönnäpö				Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010002	Työntömitta		0	Huolto		Tavallinen		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010003	Työntömitta		0	Suomenhuolto				Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010004	Työntömitta		0	Käsitönnäpö		0-150		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010005	Työntömitta		0			0-150		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010007	Työntömitta		0	Suomenhuolto		0-150		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010008	Työntömitta		0			0-150		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010009	Työntömitta		0					Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010010	Työntömitta		0			0-150		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010011	Työntömitta		0	Huolto				Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01010012	Työntömitta		0	Huolto				Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020001	Työntömitta		0	Conter	Digitaalinen			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020002	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	Digitaalinen			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020003	Työntömitta		0	Kokoonpano	Digitaalinen	100-200		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020004	Työntömitta		0	Kokoonpano	Digitaalinen	100-200		Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020005	Työntömitta		0	Kokoonpano	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020006	Työntömitta		0	Viemäriputous	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020007	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020008	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020009	Työntömitta		0	Labra	0-300			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020010	Työntömitta		0		100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020011	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020012	Työntömitta		0		100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020013	Työntömitta		0	Kokoonpano	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020014	Työntömitta		0	Huolto	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020015	Työntömitta		0	Huolto	Digitaalinen			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020016	Työntömitta		0	Koulutus	0-300			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020017	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020018	Työntömitta		0	Käsitönnäpö	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020019	Työntömitta		0	PLD	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
0102002	Työntömitta		0	Suomenhuolto	100-200			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)
01020020	Työntömitta		0	Huolto	Digitaalinen			Työntömitta	Mittalaitte	(Memo)	(Memo)

Kuva 1. Ote nykyisestä mittalaiterekisteristä

Kun rekisteristä avaa yksittäisen mittalaitteen, selviää lisätietoja. Nähtävillä on esimerkiksi laitteen sarjanumero, sijainti, varastopaikka, haltija, toimittaja, valmistaja, tarkkuusluokka, ym. Lisäksi laitteen lisätiedoista päästään tutustumaan kalibrointihistoriaan, josta nähdään edellisten kalibrointien raportit.

Mittalaitteet ovat pääasiassa jokaisen haltijan henkilökohtaisesti käyttämiä. Asentajilla, varustelijoilla, huoltomiehillä sekä käyntiin ajajilla on pääsääntöisesti henkilökohtaisesti käytössään mittalaitteista mittakello, vipumittakello, työntömitta ja momenttiavain/avaimet. Kokoonpanopisteillä ja käyntiinajossa on yhteiskäytössä olevia mittalaitteita, mm. isot momenttiavaimet, tuurnat, värähtelymittarit ja työkalupesien kompensointilaitteet ym.

### 3.2 Uuden mittalaitteen kalibrointiprosessi

Nykyisellään laitteiden kalibrointiprosessi alkaa vastaanottotarkastuksella uuden mittalaitteen saavuttua Finn-Powerin mittahuoneelle. Mittalaitteiden vastaanottotarkastuksessa uusille laitteille tehdään visuaalinen tarkastelu, sekä normaali kalibrointi.

Vastaanottotarkastuksen yhteydessä mittalaitteille luodaan oma 8-numeroinen nimikenumero, joka etsataan tai merkitään tarralla laitteeseen. Nimikenumeron kahdesta ensimmäisestä numerosta selviää laitteen tyyppi, esimerkiksi työntömittalla tämä numero on 01. ja mittakellolla 08. Nimikenumeron avulla pystytään jäljittämään mittalaitteen kalibrointi ym. historia, mahdolliset korjaukset jne.



Vastaanottotarkastuksen yhteydessä (laitteen läpäistessä kalibroinnin) laite merkitään kalibroititarralla. Tarroja on kuutta eri väriä ja väri vaihtuu kalibroitavuosittain. Punaista 0-tarraa käytetään tapauksissa, jossa mittalaite joutuu normaalia kovemmalle käytölle tai olosuhteet ovat sellaiset, että mittalaite altistuu epäpuhtauksille. Tällöin mittalaite merkitään punaisella 0-tarralla, joka tarkoittaa, että mittalaite on kalibroitava aina ennen käyttöönottamista. Normaalisissa vuosittaisen kalibroinnin piirissä olevien mittalaitteiden kalibroitajankohta merkitään eri väreillä olevalla tarralla. Tarran väri vaihtuu vuosittain ja tarrasta korostetaan viimeisen kalibroitikuukausi.

Esimerkiksi tänä vuonna tammikuussa kalibrointiin tulevissa mittalaitteissa on sininen tarra ja tarrassa numero 1. Kun mittalaite on läpäissyt kalibroinnin, mittalaitteeseen liimataan keltainen tarra, jossa on numero 1. Jos mittalaitteen kalibroititarra on hävinnyt, laite on toimitettava kalibroitavaksi, eikä sitä saa käyttää ennen uutta kalibrointia. Alla olevassa kuvassa esimerkki tarran mallista.

Kalibroitava ennen käyttöönottamista	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0											
TKP QUALITY CONTROL	TAMMI	HELMI	MAALIS	HUHTI	TOUKO	KESÄ	HEINÄ	ELO	SYYS	LOKA	MARRAS	JOULU
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2024	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2025	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Kuva 2. Kalibroititarran esimerkki

### 3.3 Käytössä olevan mittalaitteen kalibrointiprosessi

Jo käytössä olevien laitteiden kalibrointiprosessi alkaa kalibroitavan laitteen noutamisella mittalaitteen haltijalta. Kalibroinnin kestossa on huomioitavia seikkoja mm. lämpötilojen tasaantuminen käyttötilan ja kalibrointitilan välillä. Mittahuoneen lämpötila on tarkasti määritelty ja hallittu, arvoksi on määritetty  $20^{\circ}\text{C} \pm 1$  astetta. Tuotantotilan lämpötila saattaa vaihdella  $+20$ :n ja  $-4^{\circ}\text{C}$ :n välillä, riippuen vuodenajasta. Mittalaitteiden on annettava tasaantua 1–2 h ennen

kalibrointia kalibrintitilan lämpötilaan. Tällä pyritään minimoimaan lämpötilan muutoksesta johtuva virhe kalibroinnissa. Kalibrointiprosessi kestää kokonaisuudessaan (mittalaitteen nou-  
taminen, lämpötilan tasaantuminen, kalibrointi, mittaustulosten rekisteriin kirjaaminen ja tar-  
roittaminen, mittalaitteen palauttaminen haltijalle) 1,5–3 h/ mittalaite sisältäen edellä mainitut  
toimet. Haastavaa on toteuttaa koti- ja ulkomailta työskentelevien huoltomiesten mittalaittei-  
den vuosikalibrointi, sillä nämä mittalaitteet eivät käy käytännössä ollenkaan tehtaalla. Näi-  
den laitteiden kalibroinnit tapahtuvat yleensä vuoden lopulla kootusti, mutta tämä taas aiheut-  
taa suuren työkuorman kalibroijalle yhteen ajankohtaan.

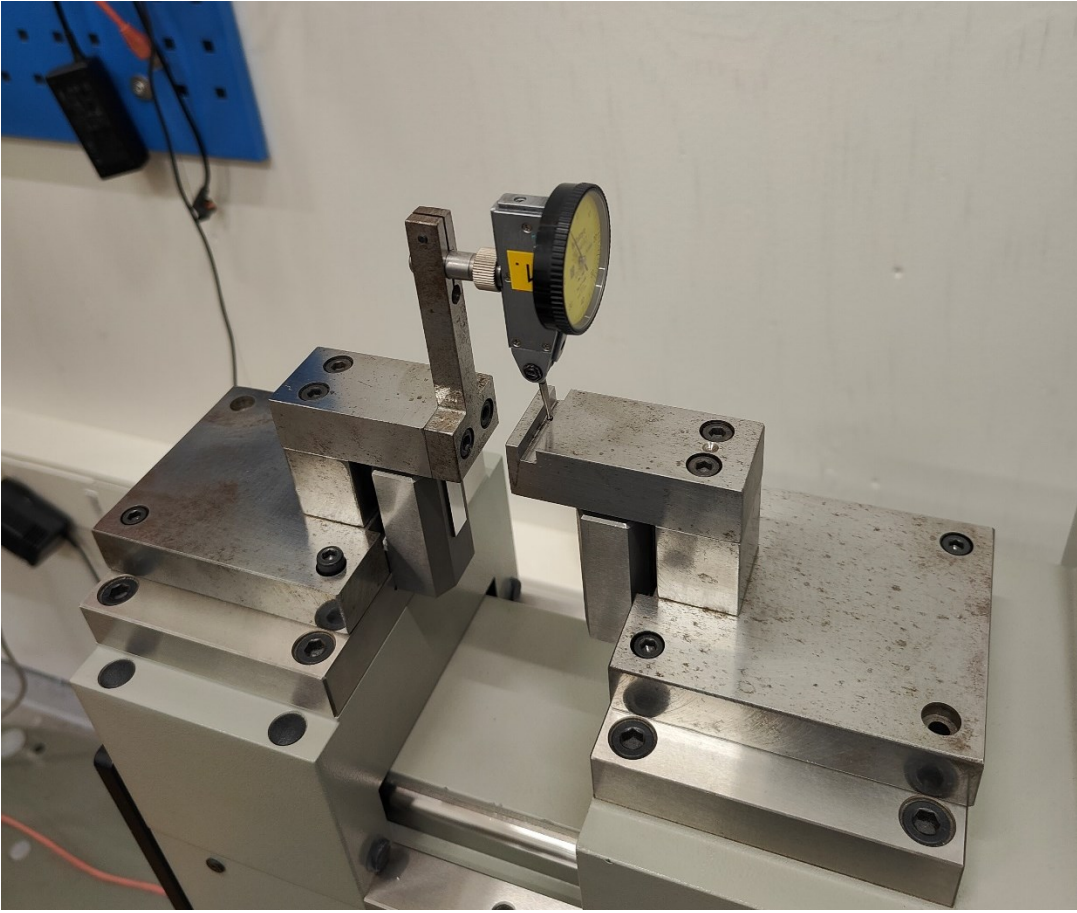
Esimerkkikalibrointina vipumittakellon kalibrointiprosessi. Kuvassa 3 on nähtävillä mittakello-  
jen kalibrointilaite.



Kuva 3. Mittakellojen kalibrointilaite

Mittakello asetetaan pidikkeeseensä ylhäältä päin, jos kyseessä on vipumittakello. Tämä kiin-  
nitys on nähtävissä kuvassa 4. Jos kyseessä on perinteinen mittakello, se asetetaan eri pidik-  
keeseen edestäpäin. Kalibrointilaite kytketään sarjakaapelilla tietokoneeseen. Kaapelin  
kautta mittausdata saadaan välitettyä suoraan mittauspöytäkirjaan. Itse kalibrointi suoritetaan  
sitien, että kalibrointilaitetta liikutetaan kelloa vasten ja tietyin välein otetaan lukema ylös, kun  
kello näyttää mittauspöytäkirjan taulukossa olevaa lukemaa. Tätä kellon näyttämää vasten  
siis kalibrointilaitteen tulkitsema arvo todellisesta mittalukemasta tulee mittauspöytäkirjaan.

Taulukossa 1 on nähtävillä ote vipumittakellon mittauspöytäkirjan merkintätiheydestä. Vipu-  
mittakellolla pystytään mittaamaan molempiin suuntiin, joten tämän vuoksi joudutaan myös  
kalibroinnin mittaukset tekemään vasemmalle ja oikealle.



Kuva 4. Vipumittakello kiinnitettynä kalibrointilaitteessa

Mittakellon kiinnitys kalibrointilaitteeseen tapahtuu jykevilla teräskiinnikkeillä, jotka on tarkasti koneistettu kohteeseen sopiviksi.

Taulukko 1. Esimerkkiote vipumittakellon mittauspöytäkirjasta (Finn-Power, sisäinen tietolähde, 28.2.2024)

Tark. piste	Vas. Kasv.	Ero vas. kasv.	Vas. Väh.	Ero vas. väh.	Oik. Kasv.	Ero oik. kasv.	Oik. Väh.	Ero oik.väh.
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
0,08	0,080	0,000	0,079	-0,001	0,081	0,001	0,082	0,002
0,16	0,160	0,000	0,159	-0,001	0,160	0,000	0,162	0,002
0,24	0,239	-0,001	0,237	-0,003	0,240	0,000	0,240	0,000
0,32	0,318	-0,002	0,317	-0,003	0,321	0,001	0,320	0,000
0,40	0,398	-0,002	0,398	-0,002	0,401	0,001	0,402	0,002
0,48	0,479	-0,001	0,477	-0,003	0,482	0,002	0,482	0,002
0,56	0,558	-0,002	0,558	-0,002	0,562	0,002	0,562	0,002
0,64	0,639	-0,001	0,637	-0,003	0,643	0,003	0,641	0,001
0,72	0,719	-0,001	0,718	-0,002	0,721	0,001	0,721	0,001
0,80	0,799	-0,001	0,798	-0,002	0,803	0,003	0,801	0,001

### 3.4 Kalibrointivälit

Tällä hetkellä kaikkien mittalaitteiden kalibrointiväli on yksi vuosi (12kk). Suurimpaan osaan mittalaitteista tämä on oikea ja tarpeellinen, mutta joidenkin mittalaitteiden käyttö on hyvin vähäistä, joten näille riittäisi esim. kahden vuoden tarkastusväli. Tämä myös jakaisi kalibrointityön kuormitusta, mutta eri lailla aikataulutettujen kalibrointien koordinointi niin, että kahden vuoden välein ei olisi kaikki yhtä aikaa työn alla, vaatii tarkan suunnittelun.

Esimerkiksi käyntiinajon ja kokoonpanon puolella mittakellot sekä työntömitat vaativat 12kk kalibrointivälin. Tämä johtuu osittain siitä, että laitteisiin saattaa näillä osastoilla tulla vaurioita, koska isoja komponentteja siirrellään ja asennetaan paikalleen. Näillä osastoilla mittalaitteiden käyttö on myös lähes jokapäiväistä, joten laitteisiin saattaa tulla kulumaa ja tästä syystä mittaheittoa.

## 4 KEHITTÄMISKOHTEET JA -EHDOTUKSET

### 4.1 Sisäinen kalibrointi

Kalibrointityötä tekevät henkilöt suorittavat myös muita mittaukseen liittyviä tehtäviä työku-  
vassaan, joten henkilöresurssit kalibrointiin ovat rajalliset.

Sisäisen kalibroinnin kehittämiseen tärkeä työkalu olisi päivittää mittalaiterekisteri. Päivittämi-  
sen jälkeen kalibrointien ajankohta olisi läpinäkyvämpi kaikille: esimiehille, asentajille ja  
muille laitteiden käyttäjille. Lisäksi uuden järjestelmän ansiosta pystyttäisiin lähettämään  
muistutusviestejä suoraan laitteen käyttäjälle, jolloin hän voisi itse määrittää, milloin mittalaite  
ehtii olemaan kalibroinnissa, ja kalibroijan ei tarvitsisi itse käyttää työaikaansa laitteiden ke-  
räämiseen. Tässä täytyy toki ottaa huomioon myös se, milloin kalibroija ehtii työn suoritta-  
maan.

Yhtenä ajatuksena sisäisen kalibroinnin ja lähinnä mittalaitteiden kalibrointivälien pidentämi-  
sellä olisi sellaisten tarkastuspisteiden luominen, joissa tuotannon työntekijät voisivat itse  
käydä tarkistamassa oman mittalaitteensa kunnon. Tässä on kuitenkin huomioitava, että ky-  
seessä on vain tarkistus, jolla ei voida korvata kalibrointia. Tarkastuspisteiden ansiosta voitai-  
siin kuitenkin pidentää esim. harvemmin käytettävien mittalaitteiden kalibrointiväliä.

### 4.2 Ulkoinen kalibrointi

Yleisesti pohtien, kalibrointilaitteiden ja -tilojen hankkiminen sekä valmistaminen muodostaa  
suuren osan kalibroinnin kustannuksista. Koska nämä valmiudet Finn-Powerilla jo on, onkin  
mielenkiintoista selvittää, miten kustannukset työn suhteen muodostuvat.

Kun selvitettiin mittalaitteiden kalibroinnin suorittamista ulkoisissa yrityksissä, yhteyttä otettiin  
kolmeen alan palveluita tarjoavaan yritykseen. Näistä kaikki vastasivat, ensimmäinen pyysi  
lisätietoa, ja lopulta tästä yrityksestä ei luovutettu hinnastoa opinnäytetyötä varten. Kahdesta  
muusta yrityksestä vastaanotettiin hinnasto, jonka pohjalta pystyttiin suorittamaan kustannus-  
vertailua. Kyseisissä yrityksissä ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta kaikkien rekisterissä ole-  
vien mittalaitetyyppien kalibroinnille, joten hinta-arvio jäi hieman vajavaiseksi.



<u>Palveluita tarjoava yritys A</u>				
Kalibroinnin aloitusmaksu				47,00 €
Mittakellot 0-10mm				6 345,00 €
Mittakellot 0-30mm				616,00 €
Mittakellot isommat				231,00 €
Vipumittakello				3 525,00 €
Asetusrengas				988,00 €
Tuurna/tappitulkki -70mm				5 244,00 €
Tuurna/tappitulkki 71mm-				4 876,00 €
Työntömitta 0-150mm				5 130,00 €
Työntömitta 0-300mm				588,00 €
3-Pistemikrometri				580,00 €
Kaarimikrometri 0-50				552,00 €
Kaarimikrometri 50-100				330,00 €
Kaarimikrometri 100-200				320,00 €
Kaarimikrometri 200-500				392,00 €
Uramikrometri				76,00 €
Tikkumikrometri				57,00 €
				<u>Kustannus</u>
Mittalaitteet yht:	665			29 897,00 €

Kuva 6. Ulkoisen kalibroinnin kustannusarvio yritys A

Kuvassa 6 on laskettu kustannukset ulkoisen yrityksen kalibrointipalveluita käytettäessä. Jos verrataan kuvassa 5 esitettyyn sisäisen kalibroinnin kustannuksiin, huomataan, että hinta on hieman edullisempi, mutta ulkoisen yrityksen kustannusarviossa on huomioitava, että siitä puuttuu momenttiavainten kalibrointi kokonaan sekä lisäksi muutamien muiden laitteiden. Loppuhintaan on lisättävä vielä myös rahtikulut. Näin ollen ulkoisia yrityksen A kalibrointipalveluita käytettäessä hinta tulisi olemaan huomattavasti kalliimpi.

Yrityksen B kohdalla hintavertailu sisäisen ja ulkoisen kalibroinnin kohdalla tulee huomattavasti lähemmäksi toisiaan.

Palveluita tarjoava yritys B					
Mittakellot 0-10mm					3 525,00 €
Mittakellot 0-30mm					275,00 €
Mittakellot isommat					90,00 €
Vipumittakello					1 875,00 €
Momenttiavaimet					11 190,00 €
Työntömitta 0-150mm					3 375,00 €
Työntömitta 0-300mm					300,00 €
Kaarimikrometri 0-50					300,00 €
Kaarimikrometri 50-100					150,00 €
Kaarimikrometri 100-200					100,00 €
Kaarimikrometri 200-500					100,00 €
					<u>Kustannus</u>
Mittalaitteet yht:		776			21 280,00 €

Kuva 7. Ulkoisen kalibroinnin kustannusarvio yritys B

Kuvan 7 mukaisten kustannusten puolesta yrityksen B palveluiden käyttämisestä voitaisiin harkita, toki kaikkia laitetyyppejä ei pystytä siellä kalibroimaan, mutta myös osittainen kuormituksen jakaminen voisi tulla kyseeseen. Esimerkiksi yhtenä suurena ryhmänä momenttiavainten kalibroinnin ulkoistamista voisi harkita, sillä itse suoritettuna se sitoo suuren kappalemäärän vuoksi aikaresursseja runsaasti.

Ulkoisia palveluita käytettäessä on huomioitava kuluihin myös se, että jonkun täytyy kerätä laitteet, pakata ja lähettää ne kalibrointiin.

#### 4.4 Uusi mittalaiterekisteri

Finn-Powerilla on jo muualla toiminnoissaan käytössä Jira-tehtävienhallintaohjelmisto, johon myös mittalaiterekisteri olisi hyvä siirtää. Jiraan on jo tehty valmius mittalaitteille, ja lisäksi laitteiden kalibrointiin liittyen pystytään laittamaan automaattiset ilmoitukset päälle, kun ajankohta lähestyy.

Mittalaitteiden kalibrointien ja tilan seuraaminen yleisesti on helppoa ja selkeää uudessa järjestelmässä. Verrattuna vanhaan järjestelmään, Jira on läpinäkyvä kaikille ja esim. kuvan 5 mukaisesti kaikkien valittujen laitteiden tila pystytään ilmaisemaan yksinkertaisesti.

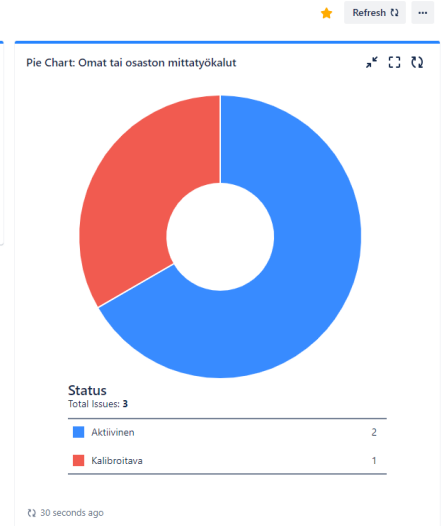


## Omat &amp; Osaston Mittaustyökalut

Filter Results: Omat tai osaston mittatyökalut

Status	Key	Mittalaitteen Varustopaikka	Summary	Assignee	Esimies	Kalibroitu	Seuraava kalibrointi
KALIBROITAVA	MEASURING-7	Omistajalla	Työntömitta			01-01-2023	01-01-2024
AKTIIVINEN	MEASURING-6	Omistajalla	Työntömitta			01-01-2024	01-01-2025
AKTIIVINEN	MEASURING-5	Omistajalla	Työntömitta			01-01-2024	01-01-2025

1-3 of 3  
30 seconds ago



Kuva 8. Havainnekuva Jiran mittalaitteiden hallintapaneelista

Mittalaiterekisterin siirtäminen uuteen järjestelmään vaatii oman resurssinsa, sillä eri laitteita on yli 1000 kappaletta, ja vanhasta järjestelmästä datan kerääminen helposti siirrettävään muotoon on hieman haastavaa.

## 5 SUOSITELTAVAT MUUTOKSET

Mittalaiterekisteri tulisi päivittää uuteen järjestelmään. Tämä auttaisi koko rekisterin läpinäkyvyydessä ja hallittavuudessa sekä kalibrointien toteuttamisessa. Samalla tulisi käytyä läpi kaikki mittalaitteet, ja näin ollen käytöstä poistuneet tai muuten ns. turhaan rekisterissä olevat laitteet saataisiin pois. Ajanpuutteen vuoksi uuden järjestelmän käyttöönottoa ei tämän työn puitteissa alettu suorittamaan.

Kalibroinnin suorittajia haastatellessa kävi ilmi, että vuosien mittaan monia erilaisia käytäntöjä oli jo kokeiltu tai vähintään hahmoteltu, esimerkiksi mittalaitteiden kokonaismäärän vähentämistä työpistekohtaisilla mittalaitteilla. Kuitenkin näiden kokeilujen yhteydessä on todettu, että jokaisen henkilökohtaiset mittalaitteet ovat toimivampi ratkaisu.

Mittalaitteiden kalibrointipöytäkirjojen toiminta on jo hyvin sulavaa, mutta itse kalibrointityötä voisi vielä tehostaa. Esimerkiksi vipumittakellon kalibroinnissa otetaan hyvin monta kalibrointipistettä, ja tämän laitteen kanssa joudutaan mittalukemaa katsomaan hieman epämiellyttävässä asennossa. Yhtenä vaihtoehtona vipumittakellon kalibrointityön kehittämiseen voisi olla jonkinlaisen automatiikan kehittäminen mittapisteiden väleissä siirtymiseen. Tällöin pystyttäisiin vain valvomaan, että kalibrointi tapahtuu oikein.

Ulkoisen kalibroinnin osittaista käyttöönottoa voitaisiin harkita. Kustannukset sisäisen työn kanssa ovat toisiaan vastaavat ja suurempana hyötynä mittalaittehenkilöiden resursseja vapautuisi myös muuhun työhön. Täysi mittalaitteiden kalibroinnin ulkoistaminen ei onnistu, koska Finn-Powerilla on käytössään runsaasti erityyppisiä laitteita ja ulkoisilla kalibroijilla ei ole näihin kaikkiin kalibrointilaitteita.

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli tutustua ja perehtyä toimeksiantoyrityksen mittalaiterekisterin päivittämiseen sekä tutkia ja koota erilaisia vaihtoehtoja kalibroinnin suorittamiseen. Työ lähti liikkeelle kartoittamalla työn rajaus ja hahmottelemalla työn kokonaisuuden läpivientiä. Tästä jatkettiin tutustumalla yrityksen mittalaitahuoneeseen/ kalibrointitiloihin. Seuraavaksi lähdettiin tutustumaan aiheeseen liittyvään teoriaan ja selvittämään kalibrointia suorittavilta henkilöiltä nykyistä kalibrointiprosessia.

Uuden mittalaiterekisterin käyttöönotto olisi suositeltavaa, mutta tämän työn aikana siihen ei ajallisesti ollut mahdollisuutta. Nykyaikainen mittalaiterekisteri selkeyttäisi koko mittalaitetilanteen hallintaa, ja antaisi läpinäkyvyyttä laitteistosta niin työntekijöille kuin esimiehillekin.

Sisäisen ja ulkoisen mittalaitetekalibroinnin suhteen saatiin hyvää vertailua, mahdollisesti näiden yhdistämisellä voitaisiin saavuttaa tehokkaampaa resurssien käyttöä. Nykyisellään sisäinen kalibrointiprosessi on jo aika hyvin optimoitu vuosien kokemuksen avulla. Kuitenkin myös kalibrointiprosessi voisi nopeutua uuden mittalaiterekisterin ansiosta, jos siihen rakennettaisiin ominaisuus, jolla kalibrointidata menisi suoraan rekisteriin. Näin välttyttäisiin ylimääräiseltä kirjaamisvaiheelta.

Yritys pystyy hyödyntämään nykyisestä mittalaiterekisteristä tehtyä dataa, jolla päästään hie- man tarkemmin ja laajemmin laitteiden tilanteen tasalle. Myös sisäisen ja ulkoisen kalibroinnin vertailutulokset auttavat mahdollisessa resurssien käytön kehittämisessä.

## LÄHTEET

- Andersson, P.-H., & Tikka, H. (1997). *Mittaus- ja laatutekniikat*. (Konepajan tuotantotekniikka). WSOY.
- Esala, V.-P., Lehto, H., & Tikka, H. (2003). *Konepajatekniset mittaukset ja kalibroinnit*. Teknologiainfo Teknova
- Finas-akkreditointipalvelu. (18.8.2023). *Kalibrointilaboratoriot*.  
<https://www.finas.fi/akkreditointi/Akkreditointialueet/Sivut/Kalibrointilaboratoriot.aspx>
- Hiltunen, E., Linko, L., Hemminki, S., Hägg, M., Järvenpää, E., Saarinen, P., Simonen, S., & Kärhä, P. (2011). *Laadukkaan mittaamisen perusteet*. (J4 2011). Metrologian neuvottelukunta ja Mittatekniikan keskus, MIKES.  
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J4.pdf>
- Prima Power. (i.a.-a) *Prima Power: Tietoa meistä*. <https://www.primapower.com/fi/tietoa-meista/tietoa-meista>
- Prima Power. (i.a.-b) *Prima Power: Prima Industrie Group*.  
<https://www.primapower.com/fi/tietoa-meista/tietoa-meista/prima-industrie-group>
- Prima Industrie Group. (2023). *Group Presentation* [PowerPoint-esitys]. Prima Power sisäinen tietopankki.
- Laurinen, T. (2019) *Finn-Power Oy | Vuodesta 1969*. Finn Power
- Pusa, A. (2003). *Mittausepävarmuus* [PowerPoint-esitys]. AEL
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2003). *Mittausten hallintajärjestelmät. Vaatimukset mittausprosesseille ja mittauslaitteistolle; Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment (SFS 10012:2003)*.
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2010). *Kansainvälinen Metrologian sanasto (VIM). Perus- ja yleiskäsitteet sekä niihin liittyvät termit (SFS-Opas 99)*.
- Teknologian tutkimuskeskus (VTT). (i.a). *SI-mittayksiköt Suomessa*.  
<https://www.vttresearch.com/fi/si-mittayksikot-suomessa>
- Valtanen, E. (2019). *Tekniikan taulukkokirja (22. p.)* Genesis-kirjat.
- Vilén, H. (2003). *Miksi mittauslaitteita pitäisi kalibroida?* [PowerPoint-esitys]. AEL

## LIITTEET

Liite 1. Nykyinen mittalaiterekisteri tarkennettuna (ei julkinen)

**Liite 1. Nykyinen mittalaiterekisteri tarkennettuna (ei julkinen)**