

# Kalibrointipohjien luonti

Panu Isomäki

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2012

Automaatiotekniikka  
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| Tekijä(t)<br>ISOMÄKI, Panu  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö   | Päivämäärä<br>26.03.2012                |
|   | Sivumäärä<br>27+26               | Julkaisun kieli<br>suomi                |
|   | Luottamuksellisuus<br>( ) saakka | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty<br>( X ) |
| Työn nimi<br>Kalibrintipohjien luonti   |                                  |   |
| Koulutusohjelma<br>Automaatiotekniikka  |                                  |   |
| Työn ohjaaja(t)<br>HÄKKINEN, Veli-Matti   |                                  |   |
| Toimeksiantaja(t)<br>Neste Oil<br>KALLIOJÄRVI, Risto  |                                  |   |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa opinnäytetyön tekohetkellä Neste Oililla käytössä olevat kalibrintilaitteistot ja -järjestelmät, kuten Beamex QM6, sekä luoda tarvittavat kuvaukset, ohjeet ja työkalut tulevaan Beamex CMX-kalibrointijärjestelmään. Työssä luotiin Neste Oililla käytössä oleville kenttä- ja mittalaitteistoille tarvittavat kalibrintipohjat kalibrointitapahtuman mahdollistamiseksi ja helpottamiseksi. Työ sisälsi myös järjestelmässä olevien laitteiden tehdashierarkian parantelua, koulutuksen ja kalibrintipohjien esittelyn Neste Oilin omalle henkilökunnalle sekä ohjeistuksen luonnin ulkopuolisen urakoitsijan työn ohjeistamiseksi.</p> <p>Mittauksilta vaaditaan lähes aina hyvää tarkkuutta, jotta prosessit olisivat laadullisesti luotettavia. Työn tulokset lisäävät kalibroinnin luotettavuutta ja vertailtavuutta jalostamon eri positioiden välillä. Uudet kalibrintipohjat parantavat tuotannon luotettavuutta ja näin ollen tuovat säästöjä katkeamattoman ja laadukkaan tuotannon myötä. Tärkeimpiä syitä kalibroinnille laadun takaamisen lisäksi ovat kapasiteetin lisäys, turvallisuus ja ympäristöpäästöjen vähentäminen. Työ tehtiin, jotta Neste Oilin Porvoon jalostamolla saataisiin yhtenäistettyä kalibrointitavat ja -pohjat.</p> <p>Uusi CMX-ohjelmisto auttaa myös tulevaisuudessa kalibrointien suunnittelua etukäteen. CMX-ohjelmiston voi myös linkittää tietokoneistettuihin kunnossapidon hallintajärjestelmiin, jolloin tehdashierarkiat ja mittalaitteisiin kohdistuvat työt voidaan hallita kyseisten järjestelmien kautta. Näin tehtävä työ jää vähäisemmäksi, koska muutokset ja merkinnät voidaan tehdä yhden ohjelman kautta. Neste Oilin Porvoon jalostamolla on käytössä M+ -työhallintajärjestelmä, johon CMX-ohjelmisto olisi mahdollista linkittää.</p> |                                  |   |
| Avainsanat (asiasanat)<br>Neste Oil Oyj, automaatio, kalibrointi, mittausvirhe  |                                  |   |
| Muut tiedot<br>Liitteenä luodut kalibrintipohjat sekä niiden kenttien selitykset.   |                                  |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| Author(s)<br>ISOMÄKI, Panu   | Type of publication<br>Bachelor's Thesis | Date<br>26.03.2012                      |
|  | Pages<br>27+26                           | Language<br>Finnish                     |
|  | Confidential<br>( ) Until                | Permission for web publication<br>( X ) |
| Title<br>CREATING CALIBRATION TEMPLATES  |  |   |
| Degree Programme<br>Automation engineering   |  |   |
| Tutor(s)<br>HÄKKINEN, Veli-Matti   |  |   |
| Assigned by<br>Neste Oil<br>KALLIOJÄRVI, Risto   |  |   |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to explore the calibration equipment and calibration systems used in Neste Oil, such as the Beamex QM6, and to create the necessary descriptions, instructions and tools for the future calibration system Beamex CMX. In this thesis, the necessary calibration templates were created to facilitate and enable the actual calibration in Neste Oil's field and measuring equipment. The work also included improving the factory hierarchy of devices, training and demonstrating the new calibration templates to Neste Oil's personnel as well as creating instructions for external personnel.</p> <p>Great accuracy is required almost always in measurements in order for processes to be qualitatively reliable. The results of the thesis increase the reliability and comparability of calibrations between different positions in Porvoo oil refinery. The new calibration templates increase the reliability of production and, thus, bring savings because of continuous and qualitative production. The main reasons to calibrate are to guarantee quality, to increase capacity and safety and to decrease environmental emissions. The thesis project was made in order to standardize the calibration habits and templates in Porvoo oil refinery.</p> <p>The new CMX-program will help to plan calibrations ahead in the future. The CMX-program can also be linked to computerized maintenance management systems. This makes it possible to control factory hierarchies and work included in the measurement equipment. In this way, the amount of actual work decreases, because all changes and markings can be done by one software solution. Porvoo oil refinery is using M+ -work control software and CMX-program could be linked in that system.</p> |  |   |
| <p>Keywords</p> <p>Neste Oil Oyj, automation, calibration, measuring error</p>   |  |   |
| <p>Miscellaneous</p> <p>Calibration templates and field descriptions are included as attachment.</p>   |  |   |

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO.....   | 6  |
| 2 NESTE OIL OYJ.....                                    | 7  |
| 2.1 Yrityksenä .....                                    | 7  |
| 2.2 Tuotantolaitokset .....                             | 7  |
| 3 ÖLJYNJALOSTUS.....                                    | 8  |
| 3.1 Öljynjalostuksen perusteet .....                    | 8  |
| 3.2 Öljynjalostuksen vaiheet .....                      | 9  |
| 4 KALIBROINTI .....                                     | 11 |
| 4.1 Teoria.....   | 11 |
| 4.2 Kalibrointi tapahtumana .....                       | 12 |
| 4.3 Standardi ISO9001 .....                             | 13 |
| 4.4 Kalibrointijärjestelmä Neste Oil Oyj:ssä .....      | 13 |
| 5 MITTAUSVIRHEET JA VIRHERAJAT .....                    | 16 |
| 5.1 Yleistä .....                                       | 16 |
| 5.2 Mittausvirhe ja matematiikka .....                  | 17 |
| 5.3 Virherajojen määrittäminen kalibrointipohjiin ..... | 19 |
| 6 KALIBROINTIPOHJIEN LUONTI .....                       | 20 |
| 6.1 Kalibrointipohjien valinta .....                    | 20 |
| 6.2 Sallitut virherajat .....                           | 21 |
| 7 PROJEKTIN TOTEUTUS.....                               | 23 |
| 7.1 Suunnittelu .....                                   | 23 |
| 7.2 Toteutus .....                                      | 23 |
| 8 LOPPUPÄÄTELMÄT .....                                  | 24 |

|   |    |
|---|----|
| LÄHTEET.....  | 26 |
| LIITTEET .....  | 28 |
| Liite 1. Lämpötilalähettimen Toiminto-ikkuna.....                         | 28 |
| Liite 2. Lämpötilalähettimen Menetelmä-ikkuna.....                        | 29 |
| Liite 3. Pintalähettimen Toiminto-ikkuna.....                             | 30 |
| Liite 4. Pintalähettimen Menetelmä-ikkuna .....                           | 31 |
| Liite 5. Painelähettimen Toiminto-ikkuna (< 10 kPa) .....                 | 32 |
| Liite 6. Painelähettimen Menetelmä-ikkuna (< 10 kPa).....                 | 33 |
| Liite 7. Painelähettimen Toiminto-ikkuna ( $\geq 10$ ja < 100 kPa) .....  | 34 |
| Liite 8. Painelähettimen Menetelmä-ikkuna ( $\geq 10$ ja < 100 kPa) ..... | 35 |
| Liite 9. Painelähettimen Toiminto-ikkuna ( $\geq 100$ kPa) .....          | 36 |
| Liite 10. Painelähettimen Menetelmä-ikkuna ( $\geq 100$ kPa).....         | 37 |
| Liite 11. Virtauslähettimen Toiminto-ikkuna .....                         | 38 |
| Liite 12. Virtauslähettimen Menetelmä-ikkuna .....                        | 39 |
| Liite 13. Lämpötilakytkimen Toiminto-ikkuna.....                          | 40 |
| Liite 14. Lämpötilakytkimen Menetelmä-ikkuna .....                        | 41 |
| Liite 15. Painekeytkimen Toiminto-ikkuna.....                             | 42 |
| Liite 16. Painekeytkimen Menetelmä-ikkuna.....                            | 43 |
| Liite 17. Sähköisenkeytkimen Toiminto-ikkuna .....                        | 44 |
| Liite 18. Sähköisenkeytkimen Menetelmä-ikkuna .....                       | 45 |
| Liite 19. Sähkömuuntimen Toiminto-ikkuna .....                            | 46 |
| Liite 20. Sähkömuuntimen Menetelmä-ikkuna.....                            | 47 |
| Liite 21. Toiminto-ikkunan kenttien kuvaukset.....                        | 48 |
| Liite 22. Menetelmä-ikkunan kenttien kuvaukset .....                      | 51 |

|  |    |
|--|----|
| KUVIO 1. Porvoon jalostamo .....                                 | 8  |
| KUVIO 2. Öljynjalostuksen yksinkertaistettu toimintakaavio ..... | 11 |
| KUVIO 3. Beamex QM6 kalibrointipohja, Toiminto-välilehti. ....   | 14 |
| KUVIO 4. Beamex QM6 kalibrointipohja, Rajat-välilehti.....       | 14 |
| KUVIO 5. Beamex QM6 kalibrointipohja, Laskennat-välilehti. ....  | 15 |
| KUVIO 6. Esimerkki ominaiskäyrästä.....                          | 17 |
| KUVIO 7. Esimerkki histogrammista.....                           | 18 |
|  |    |
| TAULUKKO 1. Laskentatulokset virherajoille .....                 | 22 |
| TAULUKKO 2. Valitut virherajat.....                              | 22 |

# 1 JOHDANTO

Tässä työssä käsitellään Neste Oil Oyj:n kalibrintijärjestelmän muutosta vanhasta Beamex QM6-järjestelmästä uudempaan Beamex CMX-järjestelmään. Työn tavoitteena on luoda aiempaa toimivammat, yhdenmukaisemmat ja helppokäyttöisemmät kalibrintipohjat etenkin yrityksen Porvoon jalostamon kunnossapidon henkilöstöä ja heidän työskentelynsä tehostamista ja helpottamista varten. Ennen kaikkea, työ tehtiin, jotta Neste Oilin Porvoon jalostamon kalibrintitavat ja -pohjat saataisiin yhtenäistettyä.

Henkilöstön jokapäiväisen työskentelyn helpottamisen ja tehostamisen lisäksi tällä työllä on myös monia muita, laaja-alaisempia etuja ja hyötyjä Neste Oil Oyj:lle. Esimerkiksi, mittauksilta vaaditaan lähes aina hyvää tarkkuutta, jotta erilaiset prosessit olisivat laadullisesti luotettavia. Kalibrintitapojen ja -pohjien päivittäminen ja yhdenmukaistaminen lisäävät kalibroinnin luotettavuutta ja vertailtavuutta jalostamon eri positioiden välillä. Lisäksi, koska uudet kalibrintipohjat parantavat tuotannon luotettavuutta, ne tuovat yritykselle huomattavia säästöjä katkeamattoman ja laadukkaan tuotannon myötä. Tuotannon korkean laadun ja luotettavuuden takaamisen lisäksi muita merkittäviä syitä kalibroinnille ovat kapasiteetin lisäys, turvallisuus ja ympäristöpäästöjen vähentäminen.

Tämä työ koostuu kaikkiaan kahdeksasta luvusta. Työn ensimmäisissä luvuissa esitellään toimeksiantajayrityksen, Neste Oilin, toimintaa, sekä työn kannalta keskeisiä käsitteitä ja teorioita, kuten öljynjalostuksen vaiheita, kalibroinnin perusteita sekä mittausvirheitä ja virherajoja. Työn loppuosan luvuissa esitellään puolestaan työn käytännön osuutta: projektin käytännön toteutusta sekä kalibrintipohjien luomista.

## 2 NESTE OIL OYJ

### 2.1 Yrityksenä

Neste Oil on saanut alkunsa vuonna 1948 perustetusta Neste Oy:stä. Neste Oy:n tehtäviin kuului alussa Suomen öljyhuollosta huolehtiminen, mutta öljynjalostamon rakentaminen Suomeen oli tullut esille jo kuitenkin samoihin aikoihin Neste Oy:n perustamisen kanssa. Suomen ensimmäinen öljynjalostamo käynnistyi heinäkuussa 1957 ja jo vuonna 1962 sen kapasiteetti kolminkertaistettiin 2,5 miljoonaan tonniin. Öljytuotteiden kulutus Suomessa kasvoi rajusti ja kovan kysynnän tarpeeseen Naantalin jalostamon rinnalle rakennettiin uusi jalostamo Porvoon Sköldvikiin, joka oli tuotannossa vuonna 1965. (Neste Oil Oyj, Historia.)

Porvoon jalostamon käynnistystä seuraavien vuosikymmenten aikana yhtiön liiketoiminta-alue laajeni muun muassa maakaasuun, sekä autoilijoille tulivat tutuksi ensimmäiset Kide-asemat. Helsingin pörssiin Neste Oy listautui vuonna 1995 ja joulukuussa 1997 yhdistyivät Imatran Voima Oy ja Neste Oyj, josta tuli uusi Fortum-yhtiö. Vuonna 2005 Fortumin öljytoimiala erkaantui Neste Oil oyj:nä. Tällä hetkellä yhtiössä työskentelee 5000 henkeä seitsemässä eri maassa ja sen liikevaihto oli vuonna 2011 15,4 miljardia euroa. Neste Oilin suurin omistaja on Suomen valtio 50,1 % osuudella. (Neste Oil Oyj, Historia.)

Neste Oilin missiosta on sanottu seuraavasti: ”Refining the future. Puhtaampien liikennepolttoaineiden valmistukseen tähtäävä strategiamme on mission toteuttamista, sekä Neste Oilin visio on olla halutuin kumppani puhtaamman liikenteen polttoaineratkaisuissa.” (Neste Oil Oyj, Missio ja visio.)

### 2.2 Tuotantolaitokset

Neste Oililla on tällä hetkellä seitsemän eri tuotantolaitosta. Kaksi näistä sijaitsee Suomessa, Naantalin ja Porvoon jalostamot. Uusimmat tuotantolaitokset ovat Rotterdamin ja Singaporen uusiutuvan dieselin jalostamot, joista Singaporen jalostamo käynnistyi marraskuussa 2010 ja Rotterdamin jalostamo lokakuussa 2011. Lisäksi



Neste Oilin muut tuotantolaitokset sijaitsevat Bahrainissa, Edmontonissa ja Nynäshamnissa. (Neste Oil Oyj, Tuotantolaitokset; Neste Oil Oyj, Singaporen jalostamo; Neste Oil Oyj, Rotterdamin jalostamo.)

Porvoon jalostamo, joka sijaitsee Porvoon kilpilahdessa, käynnistyi vuonna 1965. Tällä hetkellä jalostamolla on neljä tuotantolinjaa sekä yli 40 prosessiyksikköä. Uusimmat prosessiyksiköt Porvoon jalostamolla ovat dieselin tuotantolinja 4 sekä kaksi uusiutuvan dieselin tuotantolinjaa, NExBTL-yksiköt 1 ja 2. Porvoon jalostamolla on monipuolinen krakkauskapasiteetti, jonka vuoksi siellä on laaja tuotantorakenne, mikä taas nostaa tuotannon jalostusarvoa. Porvoon jalostamon tuotanto on noin 12,5 miljoonaa tonnia vuodessa, lisäksi jalostamon satama on tonnimääräisesti Suomen suurin, sillä sen kautta kulkee vuosittain noin 20 miljoonaa tonnia öljytuotteita. Porvoon jalostamolla työntekijöitä on kaiken kaikkiaan noin 1850 työntekijää. (Neste Oil Oyj, Porvoon jalostamo.)



KUVIO 1. Porvoon jalostamo. (Neste Oil Oyj, Porvoon jalostamo.)

## 3 ÖLJYNJALOSTUS

### 3.1 Öljynjalostuksen perusteet

Raakaöljy on hiilivety, eli se sisältää lähinnä hiiltä ja vetyä. Raakaöljyjen koostumus vaihtelee alueittain ja niiden sisältämän parafiinin, nafteenin ja aromaattisten hiilivetyjen suhteellinen osuus vaihtelee paljonkin, mikä vaikuttaa öljyn laatuun ja hintaan. (Neste Oil Oyj, Öljynjalostusprosessi.)

Öljynjalostuksen ensimmäinen vaihe on epäpuhtauksien poisto, jonka jälkeen raakaöljy saadaan jaettua jakeiksi tislaamalla. Jalostusarvon nostaminen tapahtuu jakeiden kemiallisia rakenteita muuttamalla jalostusprosessien avulla, joita ovat esimerkiksi rikinpoisto, reformointi ja krakkaus. Reformoinnilla pystytään nostamaan bensiinin oktaanilukua ja krakkauksella saadaan muutettua isot hiilivetymolekyylit pienemmiksi. (Neste Oil Oyj, Öljynjalostusprosessi.; Neste Oil Oyj, Sanasto.)

Öljynjalostuksessa syntyy paljon erilaisia öljytuotekomponentteja ja osaa niistä voidaan myydä sellaisenaan, kuten butaania ja propaania, mutta suurin osa kuluttajille päätyvistä tuotteista on seoksia. Kuluttajille myytävä bensiinikin on esimerkiksi seos, joka sisältää yli kymmentä eri komponenttia. (Neste Oil Oyj, Öljynjalostusprosessi.)

### **3.2 Öljynjalostuksen vaiheet**

Ensimmäinen vaihe öljynjalostuksessa on suolanpoisto. Suolanpoistossa raakaöljystä erotetaan suolat ja erilaiset kiinteät epäpuhtaudet suolanpoistimen korkeajännitteisessä sähkökentässä. Jalostuksen seuraava vaihe on tislaus, jonka avulla saadaan eroteltua raakaöljy erilaisiksi jakeiksi. Tislauskolonni on rakenteeltaan korkea, lieriön muotoinen torni, jossa voi olla kymmeniä välipohjia. Tislauksesta saatavat jakeet ovat kaasut, bensiinit, petrolit, kaasuöljyt ja pohjaöljyt. Tislauksessa syntyvät jakeet vaativat kuitenkin aina jälkikäsittelyä ennen kuin ne voivat päätyä kuluttajille. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

Raakaöljystä tislautumaton osuus jatkokäsittelään pohjaöljyn tyhjötislauksella. Tyhjökolonnin paine on tavallisesti 50 mbar, mikä saadaan aikaiseksi lauhduttimilla ja tyhjöimureilla. Tyhjötislauksen tuloksena pohjaöljystä saadaan jakeiksi ylimenoöljy ja kevyt sekä raskas tyhjökaasuöljy. Ylimenoöljy menee rikinpoistoon ja kevyt sekä raskas tyhjökaasuöljy menevät krakkaukseen. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

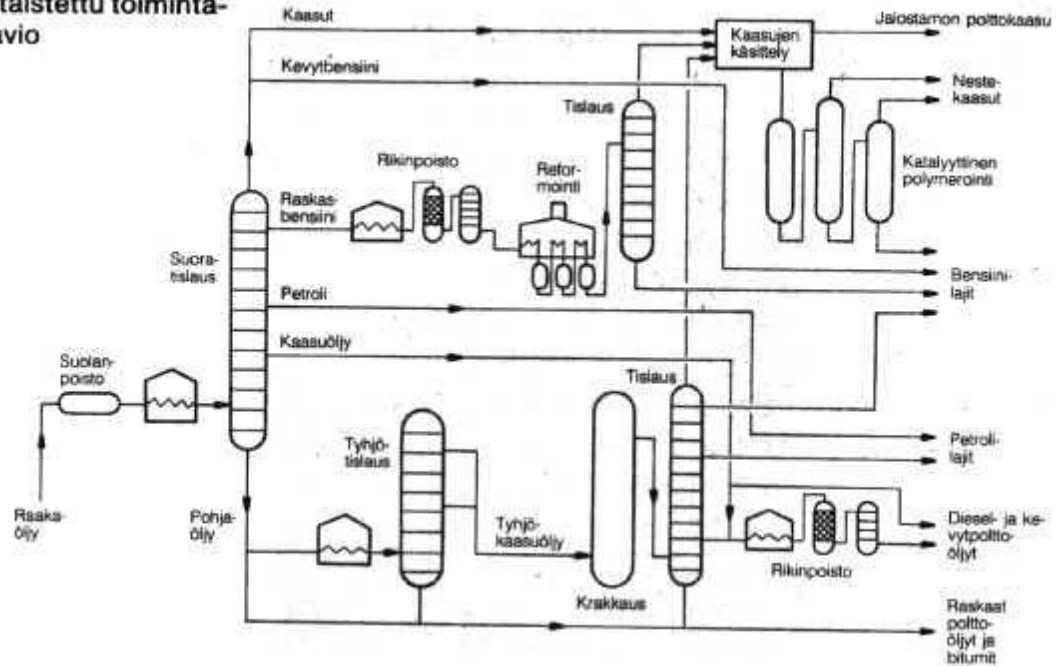
Krakkauksessa öljyn molekyylejä pilkotaan pienempiin osiin, jolloin sen viskositeetti pienenee ja sen ominaisuuksia saadaan muutettua. Krakkaus voidaan suorittaa läm-

pökrakkauksena, katalyyttisenä krakkauksena, leijukrakkauksena tai vetykrakkauksena. Lämpökrakkauksessa pohjaöljy kuumennetaan noin 450 - 460 °C asteiseksi ja krakkaus tapahtuu termisesti. Katalyyttisessä krakkauksessa reaktiot tapahtuvat reaktorissa 510 - 530 °C asteessa 1,5 baarin paineessa katalyyttien vaikutuksen alaisena. Krakkautuneet öljyjakeet tislataan uudelleen tislauskolonnissa erilaisiksi tuotteiksi. Sekä lämpökrakkauksessa että katalyyttisessä krakkauksessa muodostuu olefiineja. Olefiinit ovat kaksoissidollisia hiilivetyjä ja epähaluttuja keskitisleissä. Olefiinien syntyminen voidaan välttää vetykrakkauksella. Vetykrakkaus tapahtuu 350 - 560 °C asteessa katalyyttien avustuksella. Lisäksi prosessissa on mukana vetyä, joka estää olefiinien syntymisen kyllästämällä ne. Lisäksi vetykrakkauksessa vety poistaa rikin tuotteista. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

Seuraavat vaiheet jalostuksessa ovat rikinpoisto ja reformointi. Bensiinin rikinpoistossa rikkiyhdisteet muuttuvat rikkivedyksi. Rikinpoisto tapahtuu 300 - 360 °C asteessa, 15 - 30 baarin vetypaineessa. Bensiinin reformoinnissa taas kasvatetaan bensiinin oktaanilukua eli puristuskestävyyttä. Reformoinnin reaktioita ovat rengasmuodostus, naftteenin ja parafiinien isomeroituminen sekä vetykrakkaus. Reformoinnin reaktiot tarvitsevat 480 - 540 °C asteen lämpötilan sekä 5 - 10 baarin paineen. Reformoinnissa syntyvät tuotteet ovat vety, nestekaasut ja korkeaoktaaninen bensiini. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

Öljynjalostuksen lopputuotteet tehdään sekoittamalla eri komponentteja ja lisäaineita reseptien mukaan. Yleensä tuotteet valmistetaan suoraan tuotesäiliöissä sekoittamalla aineet keskenään pumpaten niitä joko yhtäaikaaisesti tai erikseen säiliöön. Komponentit sekoitetaan tuotesäiliössä joko sekoittimilla, paineilmalla tai pumpulla kierrättämällä. Toinen, kehittyneempi valmistustapa on jatkuvatoiminen linjasekoitus. Siinä komponentteja ajetaan linjaan tietyllä suhteella, jolloin tuotesäiliöön tulee valmista tuotetta. Lisäaineita käytetään muun muassa parantamaan tuotteen laatua tai tekemään tuote tunnistettavaksi esimerkiksi hajustamalla sitä. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

**Öljynjalostamon yksinkertaistettu toimintakaavio**



KUVIO 2. Öljynjalostuksen yksinkertaistettu toimintakaavio. (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Öljynjalostus)

## 4 KALIBROINTI

### 4.1 Teoria

Kalibroinnissa mittalaitteen tarkkuutta verrataan toiseen tarkempaan laitteeseen, kuten kalibraattoriin. Mittalaitteen tarkkuuden mittaaminen on kuitenkin vain yksi osa kalibrointia. Myös jäljitettävyyden ja dokumentaatio ovat keskeinen osa kalibrointia. Kalibroinnin aikana kaikki tieto tulisi tallentaa esimerkiksi kalibrointitietokantaan, jotta jäljitettävyyden pysyisi katkeamattomana. Tallennettavista tiedoista pitäisi löytyä vähintään kalibrointitiedot, seuraavan kalibroinnin ajankohta sekä kalibrointipäivämäärä. Yleensä tietoja tallennetaan kuitenkin huomattavasti enemmän. Täydellinen ja kuvailtu dokumentointi onkin edellytyksenä mittauksen jäljitettävyydelle. Esimerkiksi, auditoinneissa eli valvontatarkastuksissa asiakas saattaa haluta nähdä todisteet tehdyistä kalibroinneista. Elektroninen tietokanta on hyväksyttävä tällaisena dokumentaationa. Elektronisen tietokannan hyötynä on myös tiedon etsinnän helppous verrattuna perinteiseen paperidokumentaatioon. (Beamex CMX käyttöohje, 10; Calibration: Philosophy in practice, 3-5 - 3-6; Calibration: Philosophy in practice, 6-11)

Jäljitettävyys onkin tärkeytensä puolesta verrattavissa mittalaitteen varmuuteen. Se on mittaustuloksen tai standardoidun arvon ominaisuus, jolla se voidaan yhdistää esimerkiksi kansalliseen tai kansainväliseen standardiin. Se on katkeamaton ketju kalibroitien määrätyistä epävarmuuksista. Mittauksen jäljitettävyydelle on niin lainopillisia kuin teknisiä syitä. Jos tulee tarpeen todistaa esimerkiksi mittalaitteen luotettavuus, on valmistajan pystyttävä demonstroimaan täysin dokumentoidulla laitteistolla, että valitut asianmukaiset mittaus- ja testilaitteet olivat täysin kunnossa ja niitä käytettiin oikein tuotteen säätöön. Jäljitettävyyden oleellisia elementtejä ovat esimerkiksi mittauksen epävarmuus, dokumentaatio, viittaukset SI-järjestelmään ja uudelleenkalibroinnit. Mittauksen epävarmuuden jokainen askel pitää laskea jäljitettävyyden ketjussa siten, että saadaan laskettua koko ketjun kokonaisepävarmuus. Lisäksi, jokainen askel ketjussa pitää olla dokumentoitu ja tuloksien pitää olla yhdenvertaisesti dokumentoitu. Tärkeää on myös, että vertailujen ketju päättyy aina johonkin SI-järjestelmän yksikköön. Myös kalibroitien menneet ja tulevat ajankohdat tulee olla dokumentoituna. (Ultimate Calibration, 28, 30 - 31.)

## 4.2 Kalibrointi tapahtumana

Kalibrointia joudutaan suorittamaan tietyin väliajoin, koska parhaimmatkin mittalaitteet ”ryömivät” ja ajan kuluessa lukema vääristyy todellisesta. Tärkeimpiä syitä kalibroinnin toteutukselle ovat tuotteen laadun säilyttäminen korkeana, kustannussäästöt, kapasiteetin lisääminen, turvallisuus ja ympäristöpäästöjen vähentäminen sekä standardien noudattaminen. Kalibroinnin pois jättäminen tai laiminlyönti saattaa aiheuttaa suuriakin tuotannollisia tappioita, kuten jonkin tuote-erän takaisin kutsun tai suunnittelemattomia tuotantoseisokkeja. Kalibrointiväli riippuu neljästä eri asiasta. Ensimmäisenä on laitteen tyyppi. Valmistajalta saa suosituksen laitteen kalibrointivälistä. Mittauksen tärkeys tuotannolle tai ympäristölle on usein käytetty tekijä kalibrointivälin valinnalle. Myös laatustandardit, kuten ISO9001, antavat tiettyjä määrittelyitä. Myös jokaisen laitteen oma kalibrointihistoria on erittäin hyvä tiedonlähde ja onkin useimmin käytetty kriteeri kalibrointivälin määrittämisessä. (Beamex Oy Ab, Miksi kalibroida.)

### 4.3 Standardi ISO9001

ISO9001-standardin mukaan mittalaite vaatii säännöllistä kalibrointia, jos se tekee määrällistä mittausta. Testauslaitteiden on oltava myös riittäviä seurantaan sekä mittaustarpeisiin ja -vaatimuksiin. Jotta mittaukset olisivat luotettavia, täytyy valvonta- ja mittausrakenteet kalibroida säännöllisin väliajoin, tämän tekee yleensä jokin ulkopuolinen taho, joka on Suomen kansallinen akkreditointielimen hyväksymä laboratorio. Tällainen on esimerkiksi Beamexin kalibrointilaboratorio. Vuosittain olisi myös tehtävä arviointi kalibrointituloksista, jotta voitaisiin arvioida, onko kalibrointiväli sopiva vai tulisiko sitä kasvattaa tai laskea. Lisäksi, kaikki kalibroinnit tulisi olla jäljitettävissä kansallisen tai kansainvälisen standardin mukaan. Kaikista valvonta- ja mittalaitteista tulisi huolehtia hyvin esimerkiksi kuljetuksen tai varastoinnin aikana. Standardissa käsketään myös varmistamaan, että valvonta- ja mittaushjelmistot ovat kykeneviä käyttötarkoitukseen sekä validoimaan ohjelmistot ennen käyttöä. Aina, kun valvonta- tai mittausrakenteen kalibrointi on virheellinen, tulee arvioida edellisten mittausten kelpoisuus. (Ultimate Calibration, 20 - 21.)

### 4.4 Kalibrointijärjestelmä Neste Oil Oyj:ssä

Työn aloitushetkellä Neste Oililla oli käytössä Beamexin QM6-kalibrointiohjelmisto, joka on luotu jo 1990-luvun alkupuolella. Siten päivitys uudempaan Beamex CMX-ohjelmistoon oli jo erittäin ajankohtainen. QM6-ohjelman käyttöliittymä on niin sanotusti kirjastokortti tyyppinen ja kaikki tiedot löytyvät erillisiltä ”korteilta” eli välilehdiltä. Alla olevissa kuvioissa on esitelty kalibrointipohjiin liittyvät välilehdet. Välilehdillä on paljon aseteltavia tietoja, kuten asetus aika, joka tarkoittaa kalibroinnin yhteydessä olevaa odotusaikaa ennen seuraavaan kalibrointipisteeseen siirtymistä. Tätä käytetään esimerkiksi silloin, kun instrumentin lähdössä on kuollutta aikaa. Kalibrointimenetelmä taas tarkoittaa mittauksessa käytettävää anturityyppiä. Termit ovat muuttuneet hieman verrattuna uudempaan Beamex CMX-ohjelmaan ja ovatkin siinä jo paljon kuvaavammat. Tässä työssä keskityttiin lähinnä Rajat-välilehden virherajojen määrittämiseen. Lisäksi, QM6-ohjelmassa kalibrointipohjat oli linkitetty suoraan eri positiioihin, jolloin pohjien muokkaus muutti kaikkien positioiden tietoja. Tämä on aiheuttanut paljon eroavaisuuksia positioiden kalibroinneissa Porvoon jalostamolla.

| Toimintotyyppi   |                             |                 |           |
|--|-----------------------------|-----------------|-----------|
| TOIMINTO   |                             | RAJAT           | LASKENNAT |
| Toimintotyyppi   | Lämpötilälähetin            |                 |           |
| Toiminnon tunnus   | tt                          | Toiminnon koodi | tt        |
| Toimintoluokka   | Lähetin/muunnin             |                 |           |
| Tulon suure  | LÄMPÖTILA                   |                 |           |
| Tulon alue   | 0                           | - 100           | °C        |
| Lähdön suure   | SÄHKÖINEN                   |                 |           |
| Lähdön alue  | 4                           | - 20            | mA        |
| Siirtofunktio  | Lineaarinen                 |                 |           |
| Asetusaika   |                             |                 |           |
| Kalibrointimenetelmä   | Lämpötilälähetimet, Pt100   |                 |           |
| Kalibrointipisteet   | 5 pistettä, nouseva/laskeva |                 |           |
| Tulon kalibrointipisteet   | Kyllä                       |                 |           |
| <input type="button" value="Lisää"/> <input type="button" value="Poista"/> <input type="button" value="Muokkaa"/> <input type="button" value="Tallenna"/> <input type="button" value="Sovita"/> <input type="button" value="Sulje"/> <input type="button" value="Ohje"/> |                             |                 |           |

KUVIO 3. Beamex QM6 kalibrointipohja, Toiminto-välilehti.

| Toimintotyyppi   |                                |                 |           |
|--|--------------------------------|-----------------|-----------|
| TOIMINTO   |                                | RAJAT           | LASKENNAT |
| Toimintotyyppi   | Lämpötilälähetin               |                 |           |
| Toiminnon tunnus   | tt                             | Toiminnon koodi | tt        |
| Toimintoluokka   | Lähetin/muunnin                |                 |           |
| Maksimivirhe   | 0,2                            | % alueesta      |           |
| Viritä kun yli   |                                | % alueesta      |           |
| Viritystavoite   |                                | % alueesta      |           |
| Raporttiraja   |                                | % alueesta      |           |
| Virhe lasketaan lähdöstä   | Kyllä                          |                 |           |
| Kalibrointiväli  | 4                              | Vuotta          |           |
| Kalibrointistrategia   | Laatujärjestelmän kalibroinnit |                 |           |
| <input type="button" value="Lisää"/> <input type="button" value="Poista"/> <input type="button" value="Muokkaa"/> <input type="button" value="Tallenna"/> <input type="button" value="Sovita"/> <input type="button" value="Sulje"/> <input type="button" value="Ohje"/> |                                |                 |           |

KUVIO 4. Beamex QM6 kalibrointipohja, Rajat-välilehti.

| Toimintotyyppi   |                               |
|--|-------------------------------|
| TOIMINTO   | RAJAT                         |
| Toimintotyyppi   | Lämpötilälähetin              |
| Toiminnon tunnus   | tt                            |
| Toiminnon koodi  | tt                            |
| Toimintoluokka   | Lähetin/muunnin               |
| Pisteen epävarmuuden laskentakaava   | Lähettimen epävarmuuslaskenta |
| Laskettava ominaisuus 1  | Maksimi hystereesi            |
| Laskettava ominaisuus 2  | Maksimi epälineaarisuus       |
| Laskettava ominaisuus 3  | Keskimääräinen aluevirhe      |
| Laskettava ominaisuus 4  | Keskimääräinen nollavirhe     |
| Laskettava ominaisuus 5  |                               |
| Historiaan laskettava ominaisuus 1   |                               |
| Historiaan laskettava ominaisuus 2   |                               |
| Historiaan laskettava ominaisuus 3   |                               |
| Historiaan laskettava ominaisuus 4   |                               |
| Historiaan laskettava ominaisuus 5   |                               |
| <input type="button" value="Lisää"/> <input type="button" value="Poista"/> <input type="button" value="Muokkaa"/> <input type="button" value="Tallenna"/> <input type="button" value="Sovita"/> <input type="button" value="Sulje"/> <input type="button" value="Ohje"/> |                               |

KUVIO 5. Beamex QM6 kalibrointipohja, Laskennat-välilehti.

Uusi CMX-ohjelmisto on huomattavasti kehittyneempi edeltäjänsä nähden. Käyttöliittymä on yksinkertaisempi sekä helppokäyttöisempi. Lisäksi toimintoja on käytettävissä aiempaa enemmän. Suurin ja tärkein ero opinnäytetyön kannalta on, että CMX-ohjelma ottaa aina kopion kalibrointipohjasta. Toisin sanoen, pohjien muokkaus ei muuta positoiden kalibrointitiedoissa olevia arvoja. Beamex CMX-ohjelmassa kalibrointipohja on jaettu kahteen eri ikkunaan: toimintotyyppiin ja kalibrointimenetelmään. Toimintotyyppi-ikkunassa määritellään mittauksen perusparametrit, kuten suureet ja mittausaluet niin tulosta kuin lähdöstä. Kalibrointimenetelmä oli työn kannalta oleellisin, koska siinä määritellään muun muassa sallitut virherajat, kalibrointipisteet ja kalibrointiväli. Työssä luodut Beamex CMX-kalibrointipohjat löytyvät liitteistä. Liitteenä löytyvät lisäksi myös CMX-ohjelmistossa pohjissa käytettyjen kenttien selitykset, jotka helpottavat lukemaan tehtyjä kalibrointipohjia. Lisäksi Neste Oililla on käytössä Beamexin kenttäkalibraattoreita, kuten MC5, joilla suoritetaan itse kalibrointitapahtuma.



## 5 MITTAUSVIRHEET JA VIRHERAJAT

### 5.1 Yleistä

Mittauksilta vaaditaan lähes aina hyvää tarkkuutta, jotta prosessit olisivat laadullisesti luotettavia. Tarkkuus kuuluu metrologiaan eli mittauksia käsittelevään tieteenalaan. Se on laadullinen käsite eikä se siten ole suure eikä sillä ole arvoakaan. Kun asiaa käsitellään laadullisesti, täytyy virheettömyys ilmaista mittaustuloksen epätasällisyyttä parhaimmalla tavalla kuvaavin käsittein. Absoluuttisen ja suhteellisen mittausvirheen lisäksi tarkkuuteen liittyy mittausepävarmuus ja eri epävarmuuskomponentit. Aumala (2001,157) toteaa, että ”mittausepävarmuus sisältää systemaattisen virheen korjauksen epävarmuuden, mittaustuloksen vaihtelun saman kohdearvon mittauksia toistettaessa sekä muita epävarmuuskomponentteja.” (Aumala 2001, 157.)

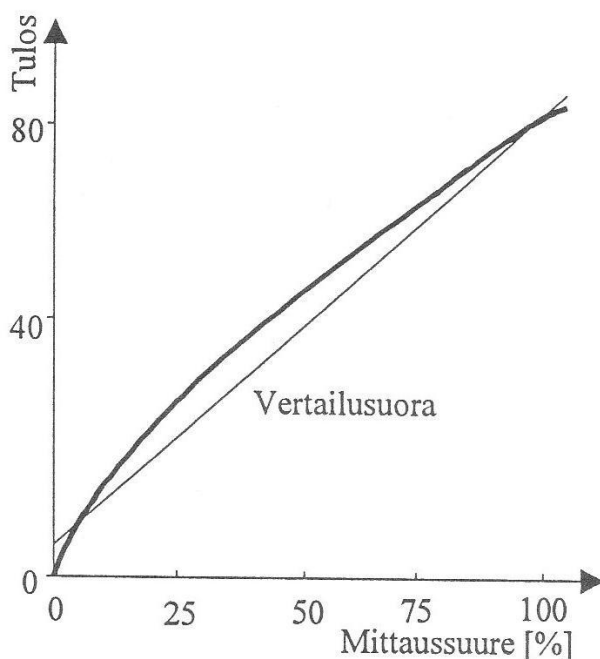
Mittatekniikan keskuksen määritelmä mittausvirheestä ja mittausepävarmuudesta on seuraavanlainen:

*Mittausvirhe on mittaustuloksen ja mittaussuureen todellisen arvon ero. Mittausvirhe on siten yksittäinen arvo, jota voidaan käyttää tietyn tuloksen korjaukseen. Mittausepävarmuus toisaalta on taas muodoltaan vaihteluväli, jota voidaan soveltaa kaikkiin tietyn mittausmenetelmän tuloksiin. (Mikes 2005, 19)*

Mittausvirheen tarkastelun kannalta ongelmallisinta on saada virheettömiä mittaustuloksia. Mittausepävarmuuden arvioimisen yhteydessä ei käytetäkään yleensä termiä mittausvirhe, vaan keskitytään mittaustuloksiin ja epävarmuuksiin. Virhetarkastelu voidaan suorittaa arvioimalla virhekomponenttien suurimmat mahdolliset virheet ja sitä kautta suurimmat mittaustuloksen virherajat. Näin saatava arvio tosin on usein liian pessimistinen. Käytännössä arvio yleensä tehdään kuitenkin tilastomatemattisin keinoin, kuten tässäkin työssä on tehty. (Aumala 2001, 163 - 164.)

Laitteen pysyviä ominaisuuksia voidaan kuvata ominaiskäyrän avulla. Kuviossa 6 on esitetty ominaiskäyrä. Epälineaarisuuksia on erilaisia, kuten sitomaton epälineaarisuus. Aumalan (2001, 159) mukaan ”sitomaton epälineaarisuus on ominaiskäyrän

(suurenevan ja pienenevän haaran keskiarvon) suurin poikkeama suorasta, joka minimoi maksimipoikkeaman”. Vertailusuoran voi myös sijoittaa alkuperäiseen tai päätepisteeseen kiinni, jolloin sitä kutsutaan päätepisteisiin tai alkuperäiseen sidotuksi epälineaarisuudeksi. Joskus mittalaitteen ominaiskäyrän toivotaan olevan epälineaarinen, jolloin vertailukäyrässä oleva suurin poikkeama ei ole epälineaarisuutta vaan muotovirhe. (Aumala 2001, 159 - 160.)



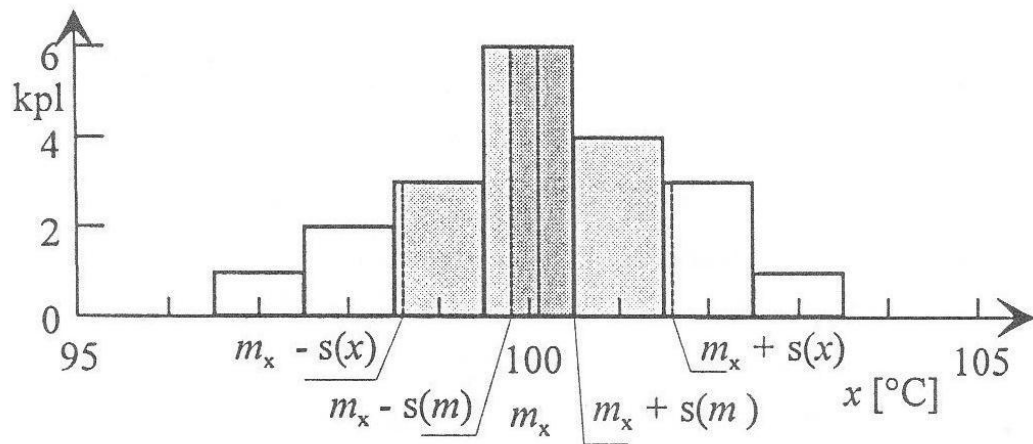
KUVIO 6. Esimerkki ominaiskäyrästä. (Aumala 2001, 159)

Erilaisia epälineaarisuuksia käytetään laitteen viritykseen. Virityksen jäädessä epätäydelliseksi, siitä syntyy viritysvirhe. Ominaiskäyrän avulla voidaan luoda vastaava korjauskäyrä, joka voi yhden muuttujan lisäksi sisältää samalla myös esimerkiksi lämpötilavirheen korjauksen. (Aumala 2001, 160.)

## 5.2 Mittausvirhe ja matematiikka

Mittausvirheen tilastollisia ominaisuuksia voidaan kuvata jakaumalla, jota kuvataan usein kertymäfunktion tai tiheysfunktion eli kertymäfunktion derivaatan avulla. Kertymäfunktioista tulee usein portaittainen kokeellisia arvoja käsiteltäessä. Portaittaista funktiota ei voi derivoida ja tiheysfunktion sijaan voidaan muodostaa histogrammi.

Esimerkki histogrammista on kuviossa 7. Jakauman kaksi tärkeää suuretta ovat keskiarvo ja varianssi. Keskiarvo on tilastollinen odotusarvo ja varianssi on keskiarvosta lasketun poikkeaman neliön odotusarvo. (Aumala 2001, 164 - 165.)



KUVIO 7. Esimerkki histogrammista. (Aumala 2001, 164)

Aritmeettisen keskiarvon kaava on seuraavanlainen (Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta, Tunnusluvut: keskiluvut.)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

ja keskihajonnan kaava on (Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta, Hajontaluvut.)

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

Varianssi on taas keskihajonta korotettuna toiseen potenssiin. (Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta, Hajontaluvut.)

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

Ensimmäisenä laskennallisessa virhearvioinnissa on systemaattisen virheen korjaus. Joskus korjaus jätetään tekemättä, jos sillä ei ole käytännön merkitystä mittausepä-

varmuuden kannalta. Systemaattisen virheen korjauksen jälkeen kaikkia jäljellä olevia virheitä pidetään satunnaisina. Seuraavaksi arvioidaan kokonaisepävarmuus eli joko yhdistetty epävarmuus tai laajennettu epävarmuus. Epävarmuuskomponentit voidaan ryhmitellä kahteen eri luokkaan arvojen arviointi menetelmien mukaan. Sisäisen epävarmuuden komponenttien suuruus arvioidaan tilastollisin laskelmin toistetuista mittaustuloksista. sopivimpia menetelmiä tässä on laskea komponenttien keskihajonta tai varianssi. Toinen luokka on ulkoisen epävarmuuden komponentit, joihin kuuluu muun muassa mittauksen vaikutussuureet, muuta laitevirheitä aiheuttavat tekijät ja systemaattisen virheen korjaukseen jäävä epätasaisuus. Kustakin komponentista arvioidaan erikseen keskihajonta ja varianssi. Jakaumia ei usein tunneta, mutta usein voidaan kuitenkin arvioida väli, jolla komponentti todennäköisesti on. (Aumala 2001, 181 - 182.)

Seuraavana vaiheena on yhdistetyn epävarmuuden laskenta, joka suoritetaan kahdessa osassa. Jos epävarmuuskomponenttien yhteys on täydellinen, voidaan keskihajonnat laskea yhteen kuten keskiarvot. Jäljelle jääneet yhteydettömien komponenttien varianssit summataan. Summan neliöjuuri on yhdistetty epävarmuus. Lopuksi lasketaan laajennettu epävarmuus käyttäen kattavuuskerrointa  $k$ , jonka arvo riippuu halutusta varmuustasosta. 95 % varmuutta vastaa  $k=2$ , ja varmuutta 99,7 % vastaa arvo  $k=3$ . (Aumala 2001, 183 - 184.)

### 5.3 Virherajojen määrittäminen kalibrointipohjiin

Virherajat kalibrointipohjiin on laskettu edellä olevien kappaleiden teorian mukaan. Seuraavassa on esimerkkilasku painemittauksen virherajojen määrittämisestä mitta-alueella  $\geq 10$  ja  $< 100$  kPa. Kalibrointitietokannasta on otettu keskiarvo edellisten suoritettujen kalibrointien virheistä kalibroinnin jälkeen, joka on 0,26961 % alueesta. Tästä on saatu keskihajonnaksi 0,456899 % alueesta. Ulkoisen epävarmuuden komponenttina on Beamex MC5 kenttäkalibraattorin virhe, joka on tässä tapauksessa 0,04 % alueesta. Kenttäkalibraattorin virheet löytyvät kalibraattorin käyttöohjekirjasta.

Ensin on laskettu ulkoisten epävarmuuden komponentin keskihajonta seuraavalla kaavalla

$$u_b = \frac{e_b}{\sqrt{3}} = \frac{0,04}{\sqrt{3}} = 0,230 \dots$$

Yhdistetty epävarmuus saadaan nyt neliöllisesti yhteen laskemalla

$$u_c^2 = s_a^2 * u_b^2 = 0,456 \dots^2 + 0,230 \dots^2 = 0,209 \dots \rightarrow u_c = 0,457 \dots$$

mistä saadaan kertoimella  $k=2$ , 95 % laajennettu epävarmuus

$$U = \pm 0,914 \dots \% \text{ alueesta}, k = 2$$

## 6 KALIBROINTIPOHJIEN LUONTI

### 6.1 Kalibrointipohjien valinta

Kalibrointipohjien pääasialliseksi valintakriteeriksi valittiin mittalaitteiden mitta-alue. Valintaan päädyttiin koska pienemmillä mitta-alueilla tarvitaan hieman suuremmat virherajat, jotta kalibrointi olisi käytännössä mahdollista suorittaa onnistuneesti. Pohjien valintaa varten tehtiin Excel-taulukko, johon tuotiin kalibrointijärjestelmästä positioiden mitta-alueet ja edellisten kalibrointien virherajat. Taulukon avulla saatiin helposti käytyä läpi millaisia mitta-alueita Neste Oilin Porvoon jalostamolla on käytössä.

Seulonnan perusteella jaoteltiin mittauksia erilaisiin mitta-alueisiin. Lämpötilamittauksille päädyttiin tekemään yksi pohja, painemittauksille taas kolme erilaista pohjaa ja pinta- ja virtausmittauksille yksi pohja. Painemittauksille tehtiin kolme erillistä pohjaa, koska virheet pienemmillä alueilla ovat merkittävästi suuremmat kuin suuremmilla alueilla. Lämpötilamittauksien, pintamittauksien ja virtausmittauksien virheet olivat taas samaa luokkaa kaikilla mittausalueilla, jolloin niille päädyttiin tekemään

vain yksi pohja. Lisäksi tehtiin pohjat lämpötila-, paine- ja sähkökytkimille sekä I/I sähkömuuntimelle. Tehdyt pohjat ovat yleisiä pohjia mittauksille, mutta Porvoon jalostamolla on lisäksi vielä erityistapauksia, joille tehdään aina tapauskohtaiset pohjat. Näitä ovat muun muassa mittaukset joissa tarvitaan suurempaa mittaustarkkuutta tai erittäin pienet mittausalueet, joilla virherajojen tulee olla suuret.

Kalibrointiväli jätettiin pohjissa tyhjäksi, koska se on aina positiokohtainen arvo ja näin ollen sitä ei kannata pohjaan merkitä. Pohjiin laitettiin vain ne arvot, jotka ovat yleisiä kaikille tai suurimmalle osalle positiosta. Liitteinä löytyvistä toimintomalleista ja kalibrointimenetelmistä löytyvät täytetyt arvot. Lisäksi kalibrointipisteiksi on päätetty ottaa viisi nousevaa ja laskevaa pistettä, jotta esimerkiksi I/I-muuntimien kalibrointipisteet olisi helppo laskea vaikka päässä. Alueella 4 - 20 mA kalibrointipisteet siis olisivat noustessa 4, 8, 12, 16 ja 20 mA. Kytkimille valittiin kolme toistoa, koska se riittää hyvin tarkkaan kalibrointitulokseen.

## **6.2 Sallitut virherajat**

Seuraavassa taulukossa 1 on esitelty laskentatulokset virherajoille ja taulukossa 2 on kaikkien kalibrointipohjien määritetyt virherajat. Lisäksi liitteinä on kaikki luodut kalibrointipohjat, joista löytyy vielä lisätietoa. Kytkimien virhe on % lukemasta taulukoissa 1 sekä 2. Neste Oil hyväksyi kaikki muut laskennat, paitsi pintamittauksen virherajan. Neste Oilin toivomuksesta pintamittauksien maksimivirheraja nostettiin kuuteen prosenttiin, jotta kalibroinnit olisi mahdollista suorittaa virherajojen sisään.

TAULUKKO 1. Laskentatulokset virherajoille

| Laajennetut epävarmuudet    | Kalibraattorin virhe (% alueesta) | Kalibraattorin virheen keskihajonta (% alueesta) | Mittausvirheiden keskihajonta (% alueesta) | Yhdistetty epävarmuus (% alueesta) | Laajennettu epävarmuus, $k=2$ (% alueesta) |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|--|
| Paine <10 kPa               | 0,04                              | 0,0231   | 0,928                                      | 0,928                              | $\pm 1,856$                                |
| Paine $\geq 10$ ja <100 kPa | 0,04                              | 0,0231   | 0,457                                      | 0,457                              | $\pm 0,915$                                |
| Paine $\geq 100$ kPa        | 0,04                              | 0,0231   | 0,159                                      | 0,161                              | $\pm 0,321$                                |
| Lämpötila                   | 0,025                             | 0,0144   | 0,483                                      | 0,483                              | $\pm 0,966$                                |
| Lämpötilakytkin             | 0,025                             | 0,0144   | 0,227                                      | 0,227                              | $\pm 0,454$                                |
| Painekytkin                 | 0,025                             | 0,0144   | 2,519                                      | 2,519                              | $\pm 5,039$                                |
| Sähköinenkytkin             | 0,02                              | 0,0115   | 0,166                                      | 0,167                              | $\pm 0,334$                                |
| I/I muunnin                 | 0,02                              | 0,0115   | 0,145                                      | 0,145                              | $\pm 0,290$                                |
| Pinta                       | 0,02                              | 0,0115   | 1,571                                      | 1,571                              | $\pm 3,141$                                |

Kalibraattorin virhe on saatu Beamexin kenttäkalibraattori MC5:n käyttöohjeesta.

Mittausvirheiden keskihajonta on saatu Beamexin kalibroitietokannasta otetuista kalibroititulosista. Laajennetuksi epävarmuudeksi on valittu 95% eli  $k=2$ .

TAULUKKO 2. Valitut virherajat

| Menetelmä                       | Maksimivirhe (% alueesta) | Viritä kun yli (% alueesta) | Älä viritä jos alle (% alueesta) | Viritystavoite (% alueesta) |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Lämpötilalähetin                | 1                         | 0,8                         | 0,3                              | 0,6                         |
| Painelähetin < 10 kPa           | 2                         | 1,6                         | 0,6                              | 1,2                         |
| Painelähetin $\geq 10$ <100 kPa | 1                         | 0,8                         | 0,3                              | 0,6                         |
| Painelähetin $\geq 100$ kPa     | 0,5                       | 0,4                         | 0,15                             | 0,3                         |
| Pintalähetin                    | 6                         | 4,8                         | 1,8                              | 3,6                         |
| Virtauslähetin                  | 2                         | 1,6                         | 0,6                              | 1,2                         |
| I/I muunnin                     | 0,3                       | 0,24                        | 0,09                             | 0,18                        |
| Lämpötilakytkin                 | 0,5                       | 0,4                         | 0,15                             | 0,3                         |
| Painekytkin                     | 5                         | 4                           | 1,5                              | 3                           |
| Sähköinenkytkin                 | 0,3                       | 0,24                        | 0,09                             | 0,18                        |

Maksimivirhe on laskettu kappaleen 5.3 mukaan. Arvo ”Viritä kun yli” on laskettu maksimiarvosta kertoimella 0,8 ja ”Viritystavoite” kertoimella 0,6. Arvo ”Älä viritä jos alle” on viritystavoite jaettuna kahdella. Kertoimet on määritelty siten, ettei lähettämiä viritetä turhan herkästi. Liian tarkkaan viritykseen pyrkimisessä on yleensä vain turhaa työtä ja siitä voi olla seurauksena pahimmillaan jopa laitteen mittausvirheen kasvu. Tärkeintä on pysyä maksimivirheen rajojen sisällä. Mikäli laitetta ei saada viritämällä maksimivirheen alle, se tulisi vaihtaa.

## **7 PROJEKTIN TOTEUTUS**

### **7.1 Suunnittelu**

Opinnäytetyöaiheen valinnan jälkeen pidettiin kaksi palaveria yhdessä Neste Oilin henkilökunnan kanssa, joissa sovittiin muun muassa työn tarkemmat tavoitteet ja työn toteutustapa. Ensimmäinen palaveri pidettiin 14.11.2011 Neste Oilin Porvoon jalostamolla ja siihen osallistuivat kunnossapitoinsinööri, automaatioryhmän vetäjä sekä automaatiotyönjohtaja. Palaverissa mietittiin tulevan opinnäytetyön teo-  
riaosuuteen liittyviä asioita, jotta Neste Oil saisi mahdollisimman suuren hyödyn tästä työstä. Lisäksi siellä laadittiin alustava aikataulu työn toteutukselle.

Seuraava palaveri järjestettiin 9.12.2011 Neste Oilin kokoustiloissa ja siihen osallistui kunnossapitoinsinööri sekä automaatioasentajia. Tässä palaverissa käytiin läpi, minkä kriteerien mukaan kalibrointipohjat olisi hyvä muodostaa. Siellä tultiin yhdessä siihen tulokseen, että pohjat tehdään mittalaitteiden mitta-alueiden mukaan. Palaverin jälkeen alettiin käydä läpi Neste Oilin nykyistä kalibrointitietokantaa käyttäen apuna Beamexin vanhempaa QM6- kalibrointiohjelmaa. Samalla sovittiin myös, että työ tehdään käyttäen samaa ohjelmaa.

### **7.2 Toteutus**

Työ alkoi kalibrointitietokannan läpikäynnillä. Hyvin pian aloituksen jälkeen huomattiin, että niin suuren positiomäärän läpikäynti QM6-ohjelmalla olisi aivan liian työlästä. Tämän jälkeen ruvettiin selvittämään, kuinka tiedot saisi tuotua esimerkiksi Excel-taulukkoon. Parin tunnin tutkimisen jälkeen todettiin, että QM6-ohjelmalla tietokannan tuonti Exceliin ei ole mahdollista. Seuraavaksi ruvettiin tutkimaan kuinka se onnistuisi tulevalle CMX-ohjelmistolla. Selvittelyä tehdessä saatiin selville, että CMX-ohjelmalla tuonti onnistuu helpostikin, joten päätettiin, että työ tehtäisiin sittenkin Beamexin CMX-ohjelmalla.

Neste Oililla oli CMX-ohjelmisto asennettu yhteen tietokoneeseen, joka oli tarkoitettu asentajille ennakkotutustumiseen. Kyseisen kone oli vapaa käyttöön ja siinä oli



käytössä oleva kalibrointitietokanta, joten työ pystyttiin suorittamaan lähes kokonaan etätyönä. CMX- ohjelmistolla saatiin tuotua koko kalibrointitietokanta Exceliin, jolloin nykyisten tietojen käsittely oli erittäin helppoa.

Aikaisemmissa palaverissa oli myös sovittu, että tehtäisiin uudet kalibrointipohjat tyhjään tietokantaan. Sieltä ne olisi sitten ohjelmiston vaihdon yhteydessä helppo siirtää Neste Oilin omaan tietokantaan. Tyhjän tietokannan luominen aiheutti kuitenkin hieman ongelmia ohjelman hyvistä käyttöohjeista huolimatta. Ongelma saatiin korjattua ottamalla yhteyttä Beamexin edustajaan, joka puhelimen välityksellä pystyi opastamaan CMX-ohjelmiston käytössä ja näin saatiin luotua uusi tyhjä tietokanta CMX-ohjelmaan. Kun edellytykset työn toteutukselle olivat valmiit, pystyttiin aloittamaan nykyisten kalibrointitietojen läpikäynti ja kalibrointipohjien suunnittelu. Työn tehtävänannossa oli tarkoituksena lisäksi käydä nykyinen positioiden tehdashierarkia läpi ja mahdollisesti parannella sitä. Tehdasherarkian läpikäynnin ja tutkiskelun jälkeen tultiin siihen tulokseen, että se oli jo hyvä eikä siihen näin ollen ollut tarvetta tehdä muutoksia.

Työn edetessä pidettiin yhteyttä säännöllisesti Neste Oilin edustajien kanssa, muun muassa sähköpostilla, puhelimitse sekä Porvoossa pidettyjen palaverien yhteydessä. Yhteydenpito ja molemmin puolinen kommunikointi oli tärkeää työn onnistumisen kannalta. Keskusteluissa käytiin läpi työn etenemistä ja työhön liittyvien määrittelyjen tarkentamista.

## **8 LOPPUPÄÄTELMÄT**

Työn lopputuloksena syntyivät kalibrointipohjat Neste Oilin Porvoon jalostamolle sekä ohjeistukset kalibrointipohjien käyttöön. Kalibrointipohjat otetaan heti käyttöön samalla, kun Beamexin ohjelmisto päivitetään uudempaan CMX-versioon. Ennen ohjelmistopäivitystä pidettiin asentajille vielä koulutus kalibrointipohjien käytöstä. Neste Oililla oltiin kaiken kaikkiaan tyytyväisiä syntyneisiin pohjiin. Opinnäytetyön hyödyt tulevat konkreettisesti esiin, kun ohjelmisto on ollut käytössä hetken aikaa. Liitteistä löytyvät tehdyt kalibrointipohjat sekä kalibrointipohjien kenttien kuvaukset.

Tulevaisuuden ja jatkon kannalta päivitys uudempaan CMX-ohjelmistoon ja uusien kalibrointipohjien käyttöönotto oli tarpeellista. Uusi CMX-ohjelmisto auttaa kalibrointien suunnittelua etukäteen ja tuo näin säästöjä katkeamattomassa ja laadukkaassa tuotannossa. CMX-ohjelmiston voi myös linkittää tietokoneistettuihin kunnossapidon hallintajärjestelmiin, jolloin tehdashierarkiat ja mittalaitteisiin kohdistuvat työt voidaan hallita kyseisten järjestelmien kautta. Näin tehtävä työ jää vähäisemmäksi, kun muutokset ja merkinnät voidaan tehdä yhden ohjelman kautta. Neste Oilin Porvoon jalostamolla onkin käytössä M+ -työhallintajärjestelmä, johon CMX-ohjelmisto olisi mahdollista linkittää.

Uusien kalibrointipohjien käyttöönotto tulee yhtenäistämään kalibrointitavat Neste Oilin Porvoon jalostamolla, jolloin kaikkien eri asentajien tekemät kalibroinnit ovat täysin vertailukelpoisia keskenään. Tämä lisää asiakkaiden tyytyväisyyttä auditointien yhteydessä sekä parantaa tuotannon laatua ja mittauksien toimivuutta, mikä taas voi tuoda suuriakin taloudellisia säästöjä yritykselle. Myös ympäristövaikutukset pysyvät hallinnassa, koska päästömittaukset ovat luotettavia. Henkilöturvallisuuskin lisääntyy laitteiden oikean ja luotettavan toiminnan myötä.

Tulevaisuudessa kalibrointi ei tule aiheuttamaan muuta työtä, kuin itse kalibrointipahtuman aiheuttaman työn. Kalibrointipohjien virherajat ovat tulevaisuudessakin täysin päteviä. Niiden muuttamista tarvitsee suunnitella vasta sitten, kun Porvoon jalostamolla käytössä olevien mittalaitteiden tarkkuus on kasvanut merkittävästi paremmaksi mittalaitteiden kehittymisen myötä tai viranomaismääräysten muuttuessa. Jatkossa myös positiokohtaisia tietoja tullaan täydentämään CMX-ohjelmiston tietokantaan Neste Oilin henkilökunnan toimesta. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi maininnat kapillaarilähettimistä tai erikoiskohteiden mittaukseen liittyvistä tiedoista.

## LÄHTEET

Aumala, O. 2001. Mittaustekniikan perusteet. 10. korj. p. Helsinki: Otatieto.

Beamex Oy Ab. n.d. Beamex CMX käyttöohje V2 revisio 2.5

Beamex Oy Ab. n.d. Miksi kalibroida. Viitattu 30.01.2012  
<http://www.beamex.com/fi/about/why-calibrate.html>

Beamex Oy Ab. 2009. Ultimate Calibration. Vaasa: Fram.

Beamex CMX-ohjelmiston ohje

Fluke corporation. 1994. 2. p. Calibration: Philosophy in practice. United States of America.

Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta. n.d. Tunnusluvut: keskiluvut. Viitattu 1.2.2012  
<http://www.valt.helsinki.fi/virtyo/mellin/jok133.htm>

Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta. n.d. Hajontaluvut. Viitattu 1.2.2012  
<http://www.valt.helsinki.fi/virtyo/mellin/jok134.htm>

Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä. n.d. Öljynjalostus. Viitattu 13.2.2012  
<http://prosessitekniikka.kpedu.fi/doc-html/oljynjal.html>

Mikes. 2005. Kemian metrologian opas. Toim. Tapio Ehder Helsinki. Viitattu 1.2.2012  
[http://www.mikes.fi/documents/upload/j6\\_05\\_b5\\_nettiin.pdf](http://www.mikes.fi/documents/upload/j6_05_b5_nettiin.pdf)

Neste Oil Oyj. n.d. Historia. Viitattu 19.12.2011.  
[Http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,163](http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,163)

Neste Oil Oyj. n.d. Missio ja visio. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,2999,3001,9033>

Neste Oil Oyj. n.d. Naantalin jalostamo. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271,12282>

Neste Oil Oyj. n.d. Porvoon jalostamo. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271,12280>

Neste Oil Oyj. n.d. Rotterdamin jalostamo. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271,14088>

Neste Oil Oyj. n.d. Sanasto. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35;52;62;175&voucher=AA9F6651-7CE3-43D7-BCCA-30AAA05E75E9>

Neste Oil Oyj. n.d. Singaporen jalostamo. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271,14087>

Neste Oil Oyj. n.d. Tuotantolaitokset. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271>

Neste Oil Oyj. n.d. Öljynjalostuksen perusteet. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,6691>

Neste Oil Oyj. n.d. Öljynjalostusprosessi. Viitattu 19.12.2011  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,6691,1402>

## LIITTEET

## Liite 1. Lämpötilälähettimen Toiminto-ikkuna

|  |                                     |                  |    |
|--|-------------------------------------|------------------|----|
| Toiminto   |                                     | Lämpötilalähteen |    |
| Toimintokohde  |                                     | tt               |    |
| Lähteen  |                                     |                  |    |
| Tulo   |                                     |                  |    |
| Kategoria  | Analoginen muuttuja                 |                  |    |
| Suure  | LÄMPÖTILA                           |                  |    |
| Alue   | 0                                   | - 100            | °C |
| Tulomuoto  | Generoitu / Simuloitu               |                  |    |
| Anturi   | PT100 (385)                         |                  |    |
| Lämpötila-asteikko   | ITS90                               |                  |    |
| Johdinten lukumäärä  |                                     |                  |    |
| Lähti  |                                     |                  |    |
| Kategoria  | Analoginen muuttuja                 |                  |    |
| Suure  | SÄHKÖINEN                           |                  |    |
| Alue   | 4                                   | - 20             | mA |
| Lähtömuoto   | Mittattu                            |                  |    |
| Säätöfunktio   | Lineaarinen                         |                  |    |
| Virtaajan lasketaan ulostulosta                                    | <input checked="" type="checkbox"/> |                  |    |
| Toistuvuuden kaava   | Lähdön keskiarvon keskiarvo         |                  |    |
| Kalbr.laskun alkuarvo  |                                     | 0                |    |
| Muuttoparit  |                                     |                  |    |
| <div> <div></div> <div></div> </div>                               |                                     |                  |    |
| <div> <div>Avaa</div> <div>Lisää...</div> <div>Poista</div> </div> |                                     |                  |    |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Dokumentitiedot   |   |
| Dokumentin kuvaus | <div>Tiedosto</div> <div>heloikamassa</div> |

Liite 2. Lämpötilalähettimen Menetelmä-ikkuna

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Lämpötilalähteet

☒

Käytössä

...

kuukaudelta

Ensimmäinen kalibrointi

...

Seuraava kalibrointi

...

Maksimivirhe

1.0

% Alueesta

Virhän kun ylä

0.8

% Alueesta

Ala virhän jos alle

0.3

% Alueesta

Virhetoleranssi

0.6

% Alueesta

Pisteiden hyväksyminen

Automaattinen

Kalibrointipisteet

5 Ylös-Alas

☐ Pisteet alustulolle

☐ Kirjasi kalibrointipisteet

| No. | Tulon<br>arvo<br>[°C] | Resoluutio | Huomautus |
|-----|-----------------------|------------|-----------|
| 1   | 0.000                 | 0.001      |           |
| 2   | 25.0                  | 0.1        |           |
| 3   | 50.0                  | 0.1        |           |
| 4   | 75.0                  | 0.1        |           |
| 5   | 100.0                 | 0.1        |           |
| 6   | 75.0                  | 0.1        |           |
| 7   | 50.0                  | 0.1        |           |
| 8   | 25.0                  | 0.1        |           |
| 9   | 0.000                 | 0.001      |           |

Vive kalibrointipisteessä

5

sekuntia

Pääin syöttö

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Ennen viritystä lukemat käsinsyöttöön

☐

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointivissa kerrät

☒

Laatuajastelma

☒

Eläpäivän laskeinta

☐

Kalibrointivian asetus

Edellisestä kalibroinnista

Arvioitu työaika

Määritetty

Osoitettu

Oike ennen kalibrointia

Viritysohjeet

Oike kalbr. jälkeen

Sopimis kalibrointin

Documentin kuva

Nimi

Tiedosto

heloikannassa

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 3. Pintalähettimen Toiminto-ikkuna

Toiminto

Toimintotyyppi

Pintalähtin

Lyhenne

It

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

APVD

Alue

0 - 100

Tulomuoto

%

Mittaus

Lähtö

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

SÄHKÖINEN

Alue

4 - 20

Lähtömuoto

mA

Mittaus

Säätöfunktio

Lineaarinen

Vierheijälaskentaan ulostuloa

☒

Tosituvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskihajonta

Kalibrilaskurin alkuarvo

0

Muistilippanot

Avaa

Lisää...

Poista

Tiedosto

helokannassa

Liite 4. Pintalähettimen Menetelmä-ikkuna

Kalibroninimetelmä

Kalibroninimetelmä

Menetelmä, Pintalähtimet

Käytössä

Ensimmäinen kalibroni

Kalibroniväli

Seuraava kalibroni

Maksimiväli

Väli kun yli

Älä väliä jos alle

Väliarvoille

Pisteiden hyväksyminen

Kalibronipisteet

3 Ylös-Alas

Pisteet ulottuolle

Kiinteä kalibronipisteet

| No. | Tulon arvo | Resoluutio | Huomautus |
|-----|------------|------------|-----------|
| 1   | 10.00      | 0.01       |           |
| 2   | 50.00      | 0.01       |           |
| 3   | 100.00     | 0.01       |           |
| 4   | 50.00      | 0.01       |           |
| 5   | 0.00       | 0.01       |           |

Väli kalibronipisteessä

Pinnin syöttö

Ennen viiviyä kpl

Viiviksen jälkeen kpl

Esiläjiä edelliset lukemat käsittelytöön

Kalibronistrategia

Lukitus

Kalibrolavissa kentällä

Lasutusjärjestelmä

Eräpäivän laskenta

Kalibronivälin asetus

Arvioitu työaika

Osoitettu

Ohje ennen kalibronia

Viiviysohjeet

Ohje kalbr. jälkeen

Sopivat kalibraatiot

Dokumentit

Tiedosto

Asias

Lisää...

Posta



Liite 5. Painelähtetimen Toiminto-ikkuna (< 10 kPa)

Toiminto

Toimintotyyppi

Painelähtin <10 kPa

Lyhenne

pt

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

PÄINE

Alue

0 - 1

kPa

Tulomuoto

Mittau

Painelähtetimen tyyppi

Gauge

Lähtö

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

SAHKÖINEN

Alue

4 - 20

mA

Lähtömuoto

Mittau

Anturin syöttö

Suure

Taso

Säätöfunktio

Vierhejälaskenta alustuksesta

☒

Toistuvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskiarvona

Kalibrolaskurin alkuarvo

0

Muutinpainot

Dokumentitiedot

Dokumentin kuvaus

Nimi

Tiedosto  
tiedokannassa

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 6. Painelähtetimen Menetelmä-ikkuna (< 10 kPa)

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Painelähtetimet <10 kPa

☒

Käytössä

Ensimmäinen kalibrointi

...

kuukaudelta

Kalibrointiväli

...

Seuraava kalibrointi

...

Maksimivirhe

2.0

% Alueesta

Virhä kun yli

1.6

% Alueesta

Ala virhä jos alle

0.6

% Alueesta

Virhetarve

1.2

% Alueesta

Pisteen hyväksyminen

Manuaalinen

Kalibrointipisteet

5 Ylös-Alas

☐

Pisteet alustulolle

☐

Kärsä kalibrointipisteet

| No. | Tulon<br>avo<br>[kPa] | Resoluutio | Huomautus |
|-----|-----------------------|------------|-----------|
| 1   | 0.000                 | 0.001      |           |
| 2   | 0.250                 | 0.001      |           |
| 3   | 0.500                 | 0.001      |           |
| 4   | 0.750                 | 0.001      |           |
| 5   | 1.000                 | 0.001      |           |
| 6   | 0.750                 | 0.001      |           |
| 7   | 0.500                 | 0.001      |           |
| 8   | 0.250                 | 0.001      |           |
| 9   | 0.000                 | 0.001      |           |

Vive kalibrointipisteessä

Päin syöttö

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Enllyä edelliset lukemat käsinsyöttöön

☐

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointissa kenkäis

☒

Laatuajastelma

☒

Eläpäivän lastenta

Edellisestä kalibrom

Ympäristöajastelma

☐

Kalibrointivälin asetus

Maailly

Avioitu työaika

Osoitettu

Ohe ennen kalibrointia

Viritysohjeet

Ohe kalbr. jälkeen

Sopimis kalibrointit

Documentin kuva

Nimi

Tiedosto  
helpokannassa

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 7. Painelähtetimen Toiminto-ikkuna (≥ 10 ja < 100 kPa)

Toiminto

Toimintotyyppi

Painelähtin ≥10, <100 kPa

Lyhenne

pt

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

PÄINE

Alue

0 - 1 kPa

Tulomuoto

Mittu

Painetyyppi

Gauge

Lähtiö

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

SAHKÖINEN

Alue

4 - 20 mA

Lähtömuoto

Mittu

Anturin syöttö

Suure

Taso

Säätöfunktio

Vierheja lasketaan ulostulosta

☒

Toistuvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskihajonta

Kalibri laskuain alkuarvo

0

Muistilipanot

Dokumentti linkit

Dokumentin kuvaus

Nimi

Tiedosto

tekstikannassa

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 8. Painelähtetimen Menetelmä-ikkuna (≥ 10 ja < 100 kPa)

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Painelähtetimet >=10, <100 kPa

Käytössä

☒

Ensimmäinen kalibrointi

...

kuukaudelta

Kalibrointiväli

...

Seuraava kalibrointi

...

Maksimivirhe

1.0

% Alueesta

Virhän kun yli

0.8

% Alueesta

Ala virhän josta alle

0.3

% Alueesta

Virhetoleranssi

0.6

% Alueesta

Pisteiden hyväksyminen

Manuaalinen

Kalibrointipisteet

5 Ylös-Alas

Pisteet luotulolle

☐

Kärsäkalibrointipisteet

☐

| No. | Tulon arvo [kPa] | Resoluutio | Huomautus |
|-----|------------------|------------|-----------|
| 1   | 0.000            | 0.001      |           |
| 2   | 0.250            | 0.001      |           |
| 3   | 0.500            | 0.001      |           |
| 4   | 0.750            | 0.001      |           |
| 5   | 1.000            | 0.001      |           |
| 6   | 0.750            | 0.001      |           |
| 7   | 0.500            | 0.001      |           |
| 8   | 0.250            | 0.001      |           |
| 9   | 0.000            | 0.001      |           |

Vive kalibrointipisteessä

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Ennen viritystä lukemat käsinsyöttöön

☐

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointiväli kerralla

☒

Laadunvarmistus

☒

Edellisen kalibroinnin

Edellisen kalibroinnin

Määrittely

Arvioitu työaika

Osoitettu

Oike ennen kalibrointia

Viritysohjeet

Oike kalbr. jälkeen

Sopimuskalibrointi

Documentin kuvaus

Nimi

Tiedosto

lielokannassa

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 9. Paine-lähettimen Toiminto-ikkuna (≥ 100 kPa)

Toiminto

Tomintotyyppi

Paine-lähtin >=100 kPa

Lyhenne

pt

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

PÄINE

Alue

0 - 1

kPa

Tulonuoio

Mitattu

Painetyyppi

Gauge

Lähtiö

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

SÄHKÖINEN

Alue

4 - 20

mA

Lähtömuoto

Mitattu

Ankun syötö

Suure

Taso

Sinifunktio

Viheraja lasketaan ulostulosta

☒

Toistuvuuden kaava

Lähdin keskianvon keskijonion

Kalibri laskurin alkuarvo

0

Muistipaion

Avaa

Lisää...

Poista

Tiedosto

teokannassa

Dokumentitilnit

Dokumentin kuvaus

Nimi

Liite 10. Painelähettimen Menetelmä-ikkuna (≥ 100 kPa)

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Painevälittimet >=100 kPa

☒

Käytössä

Ensimmäinen kalibrointi

Kalibrointiväli

Seuraava kalibrointi

Maksimivirhe

0.50

Virhän kun yli

0.40

Ala virhän jos alle

0.15

Virhetasvoly

0.30

Pisteen hyväksyminen

Manuaalinen

Kalibrointipisteet

5 Ylös-Alas

☐ Pistetiedot tullelle

☐ Kirjasi kalibrointipisteet

| No. | Tulon arvo [kPa] | Resoluutio | Huomautus |
|-----|------------------|------------|-----------|
| 1   | 0.000            | 0.001      |           |
| 2   | 0.250            | 0.001      |           |
| 3   | 0.500            | 0.001      |           |
| 4   | 0.750            | 0.001      |           |
| 5   | 1.000            | 0.001      |           |
| 6   | 0.750            | 0.001      |           |
| 7   | 0.500            | 0.001      |           |
| 8   | 0.250            | 0.001      |           |
| 9   | 0.000            | 0.001      |           |

Vive kalibrointipisteessä

Pääin syöttö

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Ennen viritystä lukemat käsinsyöttöön

☐

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointiväliä kerralla

☒

Laadunvarmistus

☒

Edellisen kalibroinnin

Edellisestä kalibroinnista

Maailman

Määräily

Arvioitu työaika

Osoitettu

Oike ennen kalibrointia

Viritysohjeet

Oike kalbr. jälkeen

Sopivat kalibraattorit

Documentit

Avaa

Lisää...

Poista

Tiedot

Tiedot

heloikannassa

Liite 11. Virtauslähettimen Toiminto-ikkuna

Toiminto

Toimintotyyppi

Virtauslähetin

Lyhenne

ft

Tulo

Analoginen muuttuja

ARVD

0

-

100

l/h

Näppäily

Lähtö

Analoginen muuttuja

SÄHKÖINEN

4

-

20

mA

Mittaus

Siirtotuntio

Juotava

Virtaaja lasketaan ulostulosta

☒

Toistuvuuden kaava

Lähden keskivon keskiajonta

Kalibri laskurin alkuarvo

0

Muistipannot

Avaa

Lisää...

Poista

Tiedosto

liskokannassa

Liite 12. Virtauslähettimen Menetelmä-ikkuna

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Virtauslähettimet

☒

Käytössä

...

kuukausi

Ensimmäinen kalibrointi

...

Seuraava kalibrointi

...

Maksimivirhe

2.0

% Alueesta

Virhä kun yli

1.6

% Alueesta

Ala virhä jos alle

0.6

% Alueesta

Virhetavolite

1.2

% Alueesta

Pisteen hyväksyminen

Manuaalinen

Kalibrointipisteet

...

Kärsä kalibrointipisteet

| No. | Tulon<br>avo<br>[mbar] | Resoluutio | Huomautus |
|-----|------------------------|------------|-----------|
| 1   | 0.00                   | 0.01       |           |
| 2   | 100.00                 | 0.01       |           |
| 3   | 200.00                 | 0.01       |           |
| 4   | 300.00                 | 0.01       |           |
| 5   | 400.00                 | 0.01       |           |
| 6   | 300.00                 | 0.01       |           |
| 7   | 200.00                 | 0.01       |           |
| 8   | 100.00                 | 0.01       |           |
| 9   | 0.00                   | 0.01       |           |

Vive kalibrointipisteessä

...

Pääin syöttö

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Ennen viritystä lukemat käsinsyöttöön

☐

Kalibrointistrategia

...

Luokitus

...

Kalibrointivissa kenkäis

☒

Laadunajastelma

☒

Edellisen kalibroinnin

Edellisestä kalibroinnista

Maailly

...

Arvioitu työaika

...

Osoitettu

...

Oike ennen kalibrointia

...

Viritysohjeet

...

Oike kalbr. jälkeen

...

Sopimis kalibrointit...

...

Documentin kuvaus

Nimi

Tiedosto

heloikannassa

Avaa

Lisää...

Poista



Liite 13. Lämpötilakytkimen Toiminto-ikkuna

Toiminto

Lämpötilakytkin

ts

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

LÄMPÖTILA

Alue

0 - 100 °C

Tulonuo

Generoitu / Simuloitu

Anturi

PT100 (385)

Lämpötila-asteikko

ITS90

Johdinten lukumäärä

Lähti

Kytkimen tila

TILA

Suure

Lähtemuoto

Mittau

Tasajuuden lipsautaso

1 V

Invertoi Avoin/Suljettu

☐

Kytkintyyppi

Sulkeutuva

Asetuspiste

100

Palautuspiste

100

Hysteresi

0

Toistuvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskihajonta

Kalibroin alkuarvo

0

Muunninpanot

Avaa

Lisää...

Poista

Tiedosto tiedokannassa

Dokumenttilinkit

Nimi

Liite 14. Lämpötilakytkimen Menetelmä-ikkuna

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Käytössä ☒

Menetelmä, Lämpötilakytkimet

Ensimmäinen kalibrointi

Kalibrointiväli

Seuraava kalibrointi

Maksimivirhe

Virtä kun yll

Älä virtä jos alle

Virtästarve

Pien syöttö

Kytkeäntäsoitot

Min. skannausraja

Max. skannausraja

Automaattinen testaus

☒

Esikamraus

☒

Esik:n asetusmäärä

Kulkuajka

Lopullinen rampavirhe

Ennen viritystä kpl

Virityksen jälkeen kpl

Esitävä edelliset lukemat kärsäytöön

☐

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointivissa kentällä

☒

Laatuajastelma

☒

Eriläisv:n laukenta

☐

Edellisestä kalibroinn

Kalibrointivain asetus

Tonitapiteen suunta

Palautumisp:n suunta

Pal pisten virhekerroin

Avioliu työaika

Osoitettu

Ohej ennen kalibrointa

Viritysohjeet

Ohej kalbr. jälkeen

Sopivat kalbrauhoit

Dokumentointi

Tiedosto

Tiedosto

Avaa

Lisää...

Poista

Liite 15. Painekytkimen Toiminto-ikkuna

Toiminto

Tomintotyyppi

Painekyllin

Lyhenne

ps

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttuja

Suure

PÄINE

Alue

0 - 1

bar

Tulomuoto

Mittau

Painetyyppi

Gauge

Lähtö

Kategoria

Kytkeytymen tila

Suure

TILA

Lähtömuoto

Mittau

Lipaisuus

1

V

Invertoi Avoin/Suljettu

Anturin syöttö

Suure

Taso

Kytkeytymen tyyppi

Sulkeutuva

Asetusarvo

1

Palautusarvo

0.5

Hysteresi

0.5

Toistuvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskiarvo

Kalibrolaskurin alkuarvo

Kalibrolaskuri

0

Mustienpanot

Dokumentit

Dokumentin kuvaus

Nimi

Tiedosto

tiedostokansassa

Ava

Lisää...

Poista



Liite 17. Sähköisenkytkimen Toiminto-ikkuna

Toiminto

Toimintotyyppi

Sähköinen kytkin

Lyhenne

es

Tulo

Kategoria

Analoginen muuttaja

Suure

SAHKONEN

Alue

4

-

20

mA

Tulomuoto

Generoitu / Simuloitu

Lähtiö

Kategoria

Kytkimen tila

Suure

TILA

Lähtömuoto

Mitattu

Lipaisuus

1

V

Investoi Avoin/Suljettu

☐

Kytkintyyppi

Sulkeutuva

Asetuspiste

16

Palautuspiste

10

Hystereesi

6

Toistuvuuden kaava

Lähdön keskiarvon keskihajonta

Kalbr.laskurin alkuarvo

Kalibrointilaskuri

0

Mustinpanot

Avaa

Lisää...

Poista

Dokumenttitiedot

Dokumentin kuvaus

Nimi

Tiedosto  
tiedokannassa

## Liite 18. Sähköisenkytkimen Menetelmä-ikkuna

| Kalbontinimetelmä                      |   |
|--|---|
| Käytössä                               | <input checked="" type="checkbox"/>                                       |
| Ensimmäinen kalbontti                  | <input type="text" value="..."/>  |
| Kalbonttiväli                          | <input type="text" value="kuukausi"/> <input type="button" value="▼"/>    |
| Seuraava kalbontti                     | <input type="text" value="..."/>  |
| Maksimivirhe                           | 0.30  |
| Virtä kun yll                          | 0.24  |
| Älä virtä po alle                      | 0.09  |
| Virtäsvolite                           | 0.18  |
| Päin sijoito                           | 24V <input type="button" value="▼"/>                                      |
| Kytkentäsuistut                        | 3   |
| Min. skannausraja                      | 8   |
| Max. skannausraja                      | 18  |
| Automaattinen testaus                  | <input checked="" type="checkbox"/>                                       |
| Esiskannaus                            | <input checked="" type="checkbox"/>                                       |
| Esik:n asetusajalla                    | <input type="text"/>  |
| Kulkuajalla                            | <input type="text"/>  |
| Lopullinen rämpövirhe                  | <input type="text"/>  |
| Ennen virtästä lpl                     | <input type="text"/>  |
| Virtäksen jälkeen lpl                  | 1 <input type="text" value="Lukemasta"/> <input type="button" value="▼"/> |
| Eitäyviä edelliset lukemat käsinyötiön | <input type="checkbox"/>  |
| Kalbontistrategia                      | <input type="text"/>  |
| Luokitus                               | <input type="text"/>  |
| Kalbontavissa kenällä                  | <input checked="" type="checkbox"/>                                       |
| Laadujärjestelmä                       | <input checked="" type="checkbox"/>                                       |
| Eräpäivän laskenta                     | <input type="checkbox"/>  |
| Kalbontivälin asetus                   | Edellisestä kalbontti <input type="button" value="▼"/>                    |
| Maaräty                                | <input type="text" value="..."/> <input type="button" value="▼"/>         |
| Tominäpisteiden suurta                 | +/- <input type="text" value="..."/> <input type="button" value="▼"/>     |
| Palaudunspreen suurta                  | +/- <input type="text" value="..."/> <input type="button" value="▼"/>     |
| Pälpiteen virhekerroin                 | 1 <input type="text"/>  |
| Arvioitu työaika                       | <input type="text"/>  |
| Osoitettu                              | <input type="text"/>  |
| Ohiie ennen kalbonttia                 | <input type="text"/>  |
| Virtäsojheet                           | <input type="text"/>  |
| Ohiie kalbort, jälkeen                 | <input type="text"/>  |
| Sopivat kalbontit                      | <input type="text"/>  |
| Dokumentit                             | <input type="text" value="..."/>  |
| Dokumentin kuvaus                      | Nimi  |
| Tiedot                                 | Tiedot  |
| Liikassa...                            | Liikassa...   |
| Pöytä                                  | Pöytä   |

## Liite 19. Sähkömuuntimen Toiminto-ikkuna

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Toiminto   |                                     |
| Toimintotyyppi   | Sähkömuunnin                        |
| Lyhenne  | ec                                  |
| Tulo   |                                     |
| Kategoria  | Analoginen muuttuja                 |
| Suure  | SÄHKÖINEN                           |
| Alue   | 4 - 20 mA                           |
| Tulomuoto  | Generoitu / Simuloitu               |
| Lähtö  |                                     |
| Kategoria  | Analoginen muuttuja                 |
| Suure  | SÄHKÖINEN                           |
| Alue   | 4 - 20 mA                           |
| Lähtömuoto   | Mittattu                            |
| Siirtotulkinto   | Lineaarinen                         |
| Virineräjä lasketaan ulostulosta   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Toistuvuuden kaava   | Lähdon keskiarvon keskiarvonta      |
| Kalibri laskurin alkuarvo  | 0                                   |
| Muunninpanot   |                                     |
| <div> <div></div> <div></div> </div>   |                                     |
| <div> <div>Avaa</div> <div>Lisää...</div> <div>Poista</div> </div>   |                                     |
| <div> <div>Dokumentitlinkit</div> <div> <div>Nimi</div> <div>Tiedosto<br/>tiedokamassa</div> </div> </div> |                                     |
| <div> <div>Dokumentin kuvaus</div> <div></div> </div>  |                                     |

Liite 20. Sähkömuuntimen Menetelmä-ikkuna

Kalibrointimenetelmä

Kalibrointimenetelmä

Menetelmä, Sähkömuunnin

Käytössä

Ensimmäinen kalibrointi

Kalibrointiväli

Seuraava kalibrointi

Maksimivirhe

Virhä kun yli

Ala virhä jos alle

Virhetarve

Päteen hyväksyminen

Kalibrointipisteet

5 Yks-Alas

Pisteet alustulle

Kärsä kalibrointipisteet

| No | Tulon<br>avo<br>[mA] | Resoluutio | Huomautus |
|----|----------------------|------------|-----------|
| 1  | 4.00                 | 0.01       |           |
| 2  | 8.00                 | 0.01       |           |
| 3  | 12.0                 | 0.1        |           |
| 4  | 16.0                 | 0.1        |           |
| 5  | 20.00                | 0.01       |           |
| 6  | 16.0                 | 0.1        |           |
| 7  | 12.0                 | 0.1        |           |
| 8  | 8.00                 | 0.01       |           |
| 9  | 4.00                 | 0.01       |           |

Vive kalibrointipisteessä

5

sekuntia

Pää syöttö

24V

Ennen viritystä kpl

1

Virityksen jälkeen kpl

1

Enäytsä edelliset lukemat käsinsyöttöön

Kalibrointistrategia

Luokitus

Kalibrointivissa kenälys

Laadujärjestelmä

Eläpäivän lastenta

Kalibrointivän asetus

Avioitu työaika

Osoitettu

Ohe ennen kalibrointia

Viritysohjeet

Ohe kalbr. jälkeen

Sopimis kalbraation

Documentin kuva

Nimi

Tiedoto  
leikkauksessa

Avaa

Lisää...

Poista



## Liite 21. Toiminto-ikkunan kenttien kuvaukset (Beamex CMX-ohjelmiston ohje)

| Kenttä                  | Kuvaus  |
|-------------------------|---|
| <b>Toimintotyyppi</b>   | Toimintotyyppin nimi  |
| <b>Lyhenne</b>          | Toimintotyyppin lyhenne   |
| <b>Tulon kategoria</b>  | Toiminnon tulosignaalin tyyppi.<br>Vaihtoehtona:<br>- Analoginen muuttuja   |
| <b>Lähdön kategoria</b> | Toiminnon lähtösignaalin tyyppi.<br>Vaihtoehtoina:<br>- Analogiaindikaattori<br>- Analoginen muuttuja (mikä tahansa analoginen lähtösignaali)<br>- Digitaali-indikaattori<br>- Digitaalinen muuttuja (esim. HART-lähettimeen digitaalilähtö, PV)<br>- Kytkimen tila |
| <b>Tulon suure</b>      | Tulosignaalin suure.<br>Vaihtoehtoina:<br>- Arvo (katso myös tämän kenttäluettelon lopussa olevat huomautukset).<br>- Lämpötila<br>- Massa<br>- Paine<br>- Sähköinen  |
| <b>Lähdön suure</b>     | Lähtösignaalin suure.<br>Vaihtoehtoina:<br>- Arvo (katso myös tämän kenttäluettelon lopussa olevat huomautukset).<br>- Lämpötila<br>- Massa<br>- Paine<br>- Sähköinen<br>- Tila   |
| <b>Tulon alue</b>       | Tulosignaalin minimi-, maksimiarvo ja yksikkö.  |
| <b>Lähdön alue</b>      | Lähtösignaalin minimi-, maksimiarvo ja yksikkö.   |
| <b>Resoluutio</b>       | Näkyvissä vain, jos lähdön kategoriana on "Digitaali-indikaattori".<br>Syötä tähän resoluutio, jota epävarmuuslaskennan tulee käyttää indikaattorin epävarmuuksien laskennassa.   |
| <b>Luentatarkkuus</b>   | Näkyvissä vain, jos lähdön kategoriana on "Analogiaindikaattori".<br>Syötä tähän luentatarkkuus, jota epävarmuuslaskennan tulee käyttää indikaattorin epävarmuuksien laskennassa.   |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Tulomuoto</b>             | <p>Määrittää kuinka kalibraattoria käytetään kalibroinnissa (tulosignaalin osalta)</p> <p>Vaihtoehtoina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generoitu/Simuloitu (kalibraattori generoi tai simuloi instrumentin tulosignaalin).</li> <li>- Mitattu (kalibraattori mittaa instrumentin tulosignaalin).</li> <li>- Näppäilty (mittaustulos näppäillään kalibraattoriin)</li> <li>- Säädetty (kalibraattori ohjaa ulkoista laitetta [esim. painesäädintä] ja kalibraattori mittaa säätimen generoiman signaalin).</li> <li>- Säädetty ja mitattu (kalibraattori ohjaa ulkoista laitetta [esim. painesäädintä] ja säädin viestittää mittaustuloksensa kalibraattorille).</li> </ul> |
| <b>Lähtömuoto</b>            | <p>Määrittää kuinka kalibraattoria käytetään kalibroinnissa (lähtösignaalin osalta)</p> <p>Vaihtoehdot, <b>muille kuin</b> lähdön kategorialle "digitaalinen muuttuja":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitattu (kalibraattori mittaa instrumentin lähtösignaalin).</li> <li>- Näppäilty (mittaustulos näppäillään kalibraattoriin)</li> </ul> <p>Vaihtoehdot, lähdön kategorialle "<b>digitaalinen muuttuja</b>":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FOUNDATION H1 (Foundation FIELDBUS<sup>tm</sup> -kenttäväylä).</li> <li>- HART<sup>®</sup></li> <li>- Näppäilty (kuten edellä).</li> <li>- PROFIBUS<sup>®</sup> PA (Profibus PA -kenttäväylä).</li> </ul>    |
| <b>Painetyyppi</b>           | Näkyvissä vain, jos suureena on paine.<br>Instrumentin painetyyppi; ylipaine, absoluuttinen paine tai paine-ero.  |
| <b>Anturin syöttö, Suure</b> | Näkyvissä vain, jos suureena on paine.  |
| <b>Anturin syöttö, Taso</b>  | Näkyvissä vain, jos suureena on paine.  |
| <b>Anturi</b>                | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila.<br>Lämpötilan mittauksessa käytetty anturityyppi.  |
| <b>Lämpötila-asteikko</b>    | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila.<br>Lämpötilan mittauksessa käytetty lämpötila-asteikko.  |
| <b>C.J. kompensointi</b>     | <p>Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila ja anturiksi on valittu termopari.</p> <p>Määrittää minkälaista termoparin vertailuliitoksen lämpötilan mittaustapaa käytetään.</p> <p>Vaihtoehtoina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuaalinen</li> <li>- Manuaalinen 0°C</li> <li>- Sisäinen</li> <li>- Ulkoinen</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <b>C.J. lämpötila</b>   | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila, anturiksi on valittu termopari ja C.J. kompensointimuodoksi <b>Manuaalinen</b> .<br>Syötä tähän kenttään vertailuliitoksen lämpötila.  |
| <b>Johtimien lukumäärä</b>  | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila ja anturiksi on valittu vastusanturi tai sähköisellä suureella, jos yksikkönä on $\Omega$ tai $k\Omega$ .<br>Valitse vastusanturimittauksessa käytettävien mittajoh-<br>timien lukumäärä.                     |
| <b>C.J. -anturi</b>   | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila, anturiksi on valittu termopari ja C.J. kompensointimuodoksi <b>Ulkoi-</b><br><b>nen</b> .<br>Valitse vertailuliitoksen lämpötilan mittaukseen käytet-<br>tävä vastusanturi.                                  |
| <b>C.J. -anturin joh-</b><br><b>timet</b>                               | Näkyvissä vain, jos suureena on lämpötila, anturiksi on valittu termopari ja C.J. kompensointimuodoksi <b>Ulkoi-</b><br><b>nen</b> .<br>Valitse vertailuliitoksen lämpötilan mittaukseen käytet-<br>tävän vastusanturin mittajoh-<br>timien lukumäärä.  |
| <b>Liipaisutaso</b>   | Näkyvissä vain kytkimille. Kytkimen liipaisutaso.   |
| <b>Vaihda auki /</b><br><b>kiinni tilat päin-</b><br><b>vastaisiksi</b> | Näkyvissä vain kytkimille.<br>Rastita, jos haluat näyttää kytkimen tilan käänteisenä.   |
| <b>Siirtofunktio</b>  | Näkyvissä vain ei-kytkimillä.<br>Määrittää instrumentin tulon ja lähdön välisen riippu-<br>vuuden. Tarjolla olevat vaihtoehdot:<br>- Lineaarinen<br>- Potenssi 1.5<br>- Potenssi 2.5<br>- Neliö<br>- Neliöjuuri   |
| <b>Virheraja laske-</b><br><b>taan ulostulosta</b>                      | Jos valintaruutu on rastitettu, virherajat lasketaan inst-<br>rumentin ulostulosta (lähdöstä).  |
| <b>Kalibrointilaskurin</b><br><b>alkuarvo</b>                           | Jos toimintoa on kalibroitu ennen kuin sen tiedot kirjat-<br>tiin CMX-tietokantaan, kirjaa tähän kenttään aikaisem-<br>pien kalibrointien lukumäärä. Ellei aikaisempia kalib-<br>rointeja ole, tai niillä ei ole merkitystä, jätä kenttä tyh-<br>jäksi. |
| <b>Muistiinpanot</b>  | Vapaasti käytettävissä oleva tekstikenttä.  |
| <b>Dokumenttilinkit</b>   | Mahdollisuus muodostaa linkkejä ulkopuolisiin tiedos-<br>toihin.  |

## Liite 22. Menetelmä-ikkunan kenttien kuvaukset (Beamex CMX-ohjelmiston ohje)

| Kenttä                         | Kuvaus   |
|--------------------------------|--|
| <b>Kalibrointimenetelmä</b>    | Menetelmän nimi.   |
| <b>Käytössä</b>                | Mikäli valintaruutu on rastittamatta, CMX tulkitsee että menetelmä ei ole käytössä. CMX ei ilmoita tulevasta kalibrointitarpeesta tällaisen menetelmän kohdalla.   |
| <b>Ensimmäinen kalibrointi</b> | Ensimmäisen kalibroinnin ajankohta.  |
| <b>Kalibrointiväli</b>         | Kentän nimi kertoo kentän tarkoituksen.  |
| <b>Seuraava kalibrointi</b>    | Syötä päivämäärän käsin.   |
| <b>Maksimivirhe</b>            | Jos maksimivirheraja ylittyy, kalibrointi on "hylätty". Tällöin instrumentti on viritettävä ja virityksen jälkeen kalibroitava uudelleen. Jos kalibrointi on "hylätty" virittämisen jälkeenkin, kannattaa harkita instrumentin vaihtamista tarkempaan.   |
| <b>Viritä kun yli</b>          | Jos virheraja ylittyy, viritystä suositellaan.   |
| <b>Älä viritä jos alle</b>     | Jos virheraja alittuu, viritystä ei suositella (koska viritys saattaa vain "huonontaa" kalibrointia).  |
| <b>Viritystavoite</b>          | Virityksen jälkeen suurin havaittu virhe ei saisi ylittää tätä rajaa   |
| <b>KytKentätoistot</b>         | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Määrittää kuinka monta kertaa kytkimen tulee avautua/sulkeutua yhden kalibroinnin aikana.  |
| <b>Min. skannausraja</b>       | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Määrittää tulosignaalin pienimmän arvon toiminta- ja palautumispistettä etsittäessä.   |
| <b>Max. skannausraja</b>       | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Määrittää tulosignaalin suurimman arvon toiminta- ja palautumispistettä etsittäessä.   |
| <b>Automaattinen testaus</b>   | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Rastitettuna kytkintestaus tehdään automaattisesti.  |
| <b>Esiskannaus</b>             | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Rastitettuna kytkintestauksen yhteydessä tehdään automaattinen esiskannaus, jossa selvitetään toiminta- ja palautumispistettä likiarvot. Varsinaista toiminta- ja palautumispistettä etsittäessä hyödynnetään likiarvoja suorituksen nopeuttamiseksi ja tarkentamiseksi. |
| <b>Pisteen hyväksyminen</b>    | Näkyvissä vain ei-kytkimille.  |
| <b>Pisteet ulostulolle</b>     | Näkyvissä vain ei-kytkimille.<br>Rastitettuna kalibrointipisteet ovatkin instrumentin ulostulon arvoja, eikä sisäänmenon arvoja.   |

|   |  |
|---|--|
| <b>Kiinteät kalibrointipisteet</b>              | Näkyvissä vain ei-kytkimille.<br>Rastitettuna kalibrointipisteet ovat absoluuttiarvoja.<br>Niitä ei lasketa uudelleen, jos mitta-alue muuttuu.   |
| <b>Viive kalibrointipisteessä</b>               | Näkyvissä vain ei-kytkimille.<br>Määrittää kuinka kauan tulon muuttumisen jälkeen odotetaan, että lähtö asettuu oikeaan arvoonsa.<br>Hyödyksi, jos instrumentin lähdössä on kuollutta aikaa ja/tai aikavakio(i)ta.   |
| <b>Syöttö</b>                                   | Tarpeen, jos kalibroitava instrumentti tarvitsee syöttöjännitteen tai -virran, jonka kalibraattori tuottaa.<br>Vaihtoehdot:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Pois</li> <li>- 24 V</li> <li>- 24 V FIELDBUS</li> <li>- 24 V HART</li> <li>- 28 V HART</li> </ul> |
| <b>Esisk:n asettumisaika</b>                    | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Määrittää kuinka kauan esiskannauksen automaattisten muutosten jälkeen odotetaan, että lähtö asettuu oikeaan arvoonsa.   |
| <b>Kulkuaika</b>                                | Näkyvissä vain kytkimille.<br>Kenttä liittyy muihin kuin Beamex-kalibraattoreihin.<br>Tarkista kentän merkitys kalibraattorin käyttöohjeesta.  |
| <b>Lopullinen ramppiviihe</b>                   | Näkyvissä vain kytkimille.<br>Tämä asetus määrittää rampin muutosnopeuden lopullisen toiminta- ja palautumispisteen haun aikana.   |
| <b>Ennen viritystä kpl</b>                      | Kuinka monta ennen viritystä -kalibrointia tulee tehdä.  |
| <b>Virityksen jälkeen kpl</b>                   | Kuinka monta virityksen jälkeen -kalibrointia tulee tehdä.   |
| <b>Esitäytä edelliset lukemat käsinsyöttöön</b> | Rastitettuna käsinsyöttöikkuna esitätetään edellisen kalibrointikerran viimeisen kalibrointitoiston arvoilla.  |
| <b>Kalibrointistrategia</b>                     | Vapaa tekstikenttä, jolla voi kuvata kalibrointia, esim. "laatujärjestelmän kalibrointi".  |
| <b>Luokitus</b>                                 | Kalibrointimenetelmän luokitustarkoitukseen varattu kenttä. Tekstikenttä.  |
| <b>Kalibroitavissa kentällä</b>                 | Rastita, jos instrumentti on kalibroitavissa kentällä.   |
| <b>Laatujärjestelmä</b>                         | Rastita, jos kalibrointimenetelmä on osa laatujärjestelmää.  |
| <b>Ympäristöjärjestelmä</b>                     | Rastita, jos kalibrointimenetelmä on osa ympäristöjärjestelmää.  |
| <b>Eräpäivän laskenta</b>                       | Määrittää kuinka seuraava kalibrointipäivä lasketaan.<br>Vaihtoehdot:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensimmäisestä kalibroinnista</li> <li>- Edellisestä kalibroinnista</li> </ul>  |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Kalibrointivälin ase-<br/>tus</b>  | Määrittää lasketaanko seuraava kalibrointipäivä automaattisesti vai ei.  |
| <b>Toimintapisteen<br/>suunta</b>     | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Voit valita minkä suuntaiset toimintapisteen nimellis-<br>arvosta mitatut poikkeamat kiinnostavat<br>(=huomioidaan virhelaskennassa). Vaihtoehdot:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- "-" (Havaittujen toimintapisteen ollessa pienempiä kuin nimellisarvo, virhe lasketaan)</li> <li>- "+" (Havaittujen toimintapisteen ollessa suurempia kuin nimellisarvo, virhe lasketaan)</li> <li>- "+/-" (Toimintapisteen kaikki poikkeamat nimellisarvosta huomioidaan virhelaskennassa).</li> <li>- Ei mikään (Toimintapisteille ei tehdä ollenkaan virhelaskentaa)</li> </ul> |
| <b>Palautumispiste-<br/>suunta</b>    | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Ominaisuudet/vaihtoehdot ovat samat kuin edellä<br>esitellyllä toimintapisteen vastaavalla kentällä.   |
| <b>Pal.pisteen virheker-<br/>roin</b> | Näkyvissä vain kytkintoiminnoille.<br>Aiemmin esitetyt virherajat pätevät toimintapisteel-<br>le. Usein palautumispisteelle ei ole niin suuria tark-<br>kuusvaatimuksia. Syöttämällä 1:stä poikkeavan ker-<br>toimen tähän kenttään, voi tarpeen tullen asettaa<br>erilaiset virherajat palautumispisteelle.   |
| <b>Arvioitu työaika</b>               | Kentän nimi kertoo kentän tarkoituksen.  |
| <b>Osoitettu</b>                      | Kentän avulla voi osoittaa työn suorittamisen jollekin<br>CMX:n tietokannassa olevalle käyttäjälle.  |
| <b>Ohje ennen kalibroin-<br/>tia</b>  | Vapaasti käytettävissä oleva ohjeteksti. Kalibraatto-<br>rit, jotka tukevat ohjetekstien vastaanottamista näyt-<br>tävät tämän ohjeen ennen kalibroinnin aloittamista.   |
| <b>Viritysohjeet</b>                  | Vapaasti käytettävissä oleva ohjeteksti. Kalibraatto-<br>rit, jotka tukevat ohjetekstien vastaanottamista näyt-<br>tävät tämän ohjeen siirryttäessä viritystilaan.   |
| <b>Ohje kalibr. jälkeen</b>           | Vapaasti käytettävissä oleva ohjeteksti. Kalibraatto-<br>rit, jotka tukevat ohjetekstien vastaanottamista näyt-<br>tävät tämän ohjeen kalibroinnin päätteeksi.   |
| <b>Sopivat kalibraattorit</b>         | Mahdollisuus valita ne kalibraattorit, jotka soveltuvat<br>käsillä olevan toiminnon kalibroimiseen.  |
| <b>Dokumenttilinkit</b>               | Mahdollisuus muodostaa linkkejä ulkopuolisiin tie-<br>dostoihin. Lisätietoa luvussa Dokumenttilinkit.  |