



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Konetekniikka

# Kalibrointien kehittäminen juuston tuotannossa

Herkko Hirvonen  
Joel Kurki

Opinnäytetyö, kesäkuu 2022

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2022**  
**Konetekniikan koulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Herkko Hirvonen  
Joel Kurki

Nimeke  
Kalibrointien kehittäminen juuston tuotannossa

Toimeksiantaja  
Valio Oy

**Tiivistelmä**

Joensuussa sijaitsevalla Valio Oy:n tehtaalla valmistetaan tunnettuja suomalaisia maitotuotteita. Tällä hetkellä tuotteiden laatua valvotaan viranomaisten asettamilla sekä yrityksen omilla mittalaitteilla, jotka edellyttävät määräaikaista kalibrointia. Kuitenkin nykyinen kalibrointimenettely on tehdaspalvelun resursseja kuormittava, ja sen piirissä on mittauspisteitä, joiden prioriteetti on toisiin verrattuna alhaisempi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja vertailla juustomaitolinjalla olevien mittalaitteiden kalibrointien merkitystä lopputuotteen kannalta ja kartoittaa kalibroittavat positiot. Työ toteutettiin Valiolta saaduilla dokumenteilla, luentomateriaalilla sekä tehdasvierailuilla suoritettujen haastatteluiden pohjalta.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin luotua FMEA-analyysin pohjalta priorisointi juustomaitolinjalle sekä yleisesti kevennettyyn kalibrointimenettelyyn mahdollisia ehdotuksia. Toimintamenettelyä oli haasteellista kohdentaa juustomaitolinjalle sen elintarvikelainsäädännön määrittämien vaatimusten perusteella.

Kieli  
suomi

Sivuja 49  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 5

Asiasanat  
kalibrointi, mittalaite, elintarviketurvallisuus, standardit, juustomaito



**THESIS**  
**May 2022**  
**Degree Programme in Mechanical Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)  
Herkko Hirvonen  
Joel Kurki

Title  
Development of Calibrations in Cheese Manufacturing Process

Commissioned by  
Valio Oy

Abstract

Valio Oy factory in Joensuu, Eastern Finland produces well known Finnish dairy products with the main focus on cheese manufacturing. Currently the quality of products is supervised by measurement devices, which are set by the food safety legislation and corporations own quality control. Those devices require periodical calibration in order to stay relevant. Nonetheless the current calibration procedure is resource intensive for Valio's maintenance service, and there are measurement points, which are included into the calibration system with lesser priority.

The purpose of this thesis was to examine and compare the measurement devices, which require calibration in cheese milk production line. Research was executed by utilizing Valio's own documents, lecture materials and by interviewing the employees during factory visits.

As the result of this thesis, prioritization on the cheese milk production line was created, based on the FMEA-analysis. An alternative operating procedure to the calibration system and possible proposals for a general streamlined calibration procedure were created. The procedure was challenging due to food safety legislation on cheese milk production.

Language  
Finnish

Pages 49  
Appendices 2  
Pages of Appendices 5

Keywords  
calibration, measuring device, food safety, standards, cheese milk

## Sisältö

1	Johdanto .....	8
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	8
1.2	Valio Oy Joensuun tehdas .....	8
2	Kalibrointi .....	9
2.1	Kalibrointi käsitteenä ja sen merkitys elintarviketeollisuudessa .....	9
2.2	Mittausepävarmuus .....	10
2.3	Tilat.....	13
2.4	HACCP – Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet.....	14
3	Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001 .....	15
3.1	Kalibrointi.....	15
3.2	Pätevyys .....	15
3.3	Laatupolitiikka .....	16
3.4	Resurssit.....	16
3.5	Vastuu .....	17
3.6	Auditointi.....	17
3.7	Johdonkatselmus.....	18
3.8	Dokumentointi.....	18
4	Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmä ISO 22000.....	19
4.1	Elintarvikelainsäädännön määritelmä .....	19
4.2	Organisaatio ja sen toimintaympäristö.....	20
4.3	Johtajuus ja vastuut .....	21
4.4	Suunnittelu.....	21
4.5	Toiminta.....	22
5	Mittalaitteet Joensuun tehtaalla .....	22
5.1	Mittalaitteista yleisesti .....	22
5.2	Massa .....	23
5.3	Lämpötila .....	25
5.4	Virtaus .....	27
5.5	pH-arvo.....	29
5.6	Paine .....	30
5.7	Johtokyky.....	31
5.8	Dokumentointi ja jäljitettävyys.....	32
6	Kehitystyö .....	33
6.1	Alkukatsaus .....	33
6.2	Linjastolla olevat mittalaitteet .....	35
6.3	Kalibrointipisteiden määrittäminen .....	37
7	Kehittämisehdotus kalibroinneille.....	38
7.1	FMEA- analyysi ja tulokset.....	38
7.2	Kalibroinneille vaihtoehtoinen menettely.....	40
8	Pohdinta.....	41
9	Lähteet.....	43

**Liitteet**

- Liite 1 Juustomaidon yhteiskäsittelyn ja sillojen PI- kaaviot
- Liite 2 Kalibroitodistus

## Lyhenteet ja termit

Akkreditointi	Pätevyyden todentamista. Perustuu kansainvälisiin menettelytapoihin, joiden avulla alan toimijan pätevyys voidaan luotettavasti varmistaa. [24.]
BEAMEX	Kalibrointiteknologiaan erikoistunut yritys. [9.]
CCP	Critical Control Point, kriittinen hallintapiste. Lopputuotteen elintarviketurvallisuuden kannalta tärkeä vaihe prosessissa. [11, 29.]
FINAS	Suomen kansallinen akkreditointielin. FINAS akkreditoi laboratorioita, tarkastuslaitoksia ja vertailumittausten järjestäjiä. [24.]
FMEA	Failure mode & effects analysis. Vika- ja vaikutusanalyysi. [23.]
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points. Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet. Omavalvontajärjestelmä, jossa on tarkoitus kohdentaa valvonnan voimavarat tuoteturvallisuuden kannalta tärkeimpiin kohteisiin. [26.]
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardisoimisjärjestö. [22.]
JML	Juustomaitolinja. koostuu esimerkiksi pastörinti- ja vakiointilaitteistosta, joiden avulla saadaan tuotantoon soveliaista maitoa. [9.]
PDCA	Plan, do, check, act. Ongelmanratkaisumalli sekä kehittämismenetelmä. Tavoitteena jatkuvan parantamisen malli. [12.]
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio. Prosessilaitteistojen kuvaamiseen käytetty piirustustyyppi. [21.]
SFS	Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. [12.]

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Mittalaitteet ja niiden korrektiivisuus ovat olennainen osa onnistunutta prosessia. Ne kuitenkin vaativat jatkuvasti tarkastuksia ja huoltoa pysyäkseen toimintakuntoisena. Säännöllisellä laitteiden kalibroinnilla varmistetaan mittausten luotettavuus ja tarkkuus, jotta lopputuotteen laadusta voidaan varmistua. [1, 6.]

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda mittalaitteiden kalibrointiin vaihtoehtoinen tarkastusmenettely, joka olisi tehdaspalvelun resurssien kannalta tehokas ratkaisu. Nykytilanteessa kalibrointiprosessi elintarvikelainsäädännön ulkopuolelle jääville mittaushetkille on hyvin laaja. Yrityksessä on tällä hetkellä yli 300 kalibroinnin piirissä olevaa mittalaitetta, jotka kalibroidaan pääsääntöisesti 1–2 vuoden välein riippuen mittalaitteesta. [2.]

## 1.2 Valio Oy Joensuun tehdas

Valion meijeritoiminta on sijainnut Joensuussa samalla paikalla vuodesta 1941 lähtien. Tehtaalla on valmistettu lähes jokaista maitotuotetta suomalaisten kuluttajien ruokapöytiin. Nykyisin Joensuussa valmistetaan päätuotteina juustoja, tunnetuimpina Valio Polar®, Valio Salaneuvos® ja Valio Viola® tuorejuustot. Juustolassa työskentelee noin 160 henkilöä, mutta Valio tarjoaa työtä yhteensä lähes 2800 henkilölle Pohjois-Karjalassa ja sen lähialueilla, kun mukaan lasketaan maataloilla työskentelevät, sekä logistisiin työtehtäviin osallistuvat ihmiset. [3.]

Valiolla on suuri taloudellinen merkitys Joensuun seudun liiketalouteen, noin 100 miljoonalla eurolla vuosittain. Yritys on investoinut Joensuun juustolaa

vuosikymmenten ajan kymmenillä miljoonilla euroilla tavoitteenaan taata asiakkaille mielekkäitä tuotteita. Valion tehtaalla on käytössä laatustandardit ISO 9001 ja ISO 22000. [3.]



Kuva 1. Valio Oy Joensuun tehtaan meijerirakennus [3.]

## 2 Kalibrointi

### 2.1 Kalibrointi käsitteenä ja sen merkitys elintarviketeollisuudessa

Kalibroinnilla tarkoitetaan toimenpidettä, jossa saatetaan tietoon mittauslaitteen epävarmuus. Kalibroinnissa mittalaitetta verrataan tunnettuun normaaliin, joka antaa jäljitettävyyden kansainväliseen mittanormaaliin ja kertoo näyttämän virheen ja epävarmuuden. Määräajoin suoritettujen kalibrointien ansiosta tuotteiden laadusta voidaan olla varmoja, koska tiedetään mittalaitteiden olevan asianmukaisia. [1, 56.]

Elintarviketeollisuudessa mittalaitteiden tarkkuuden merkitys korostuu entisestään ja vaikuttaa suoraan tuotteiden laatuun. Valiolle tuoteturvallisuus on perusvaatimus, jonka täytyminen on elintärkeää. Virhe elintarviketurvallisuudessa voi aiheuttaa tuotteiden kontaminoitumisen, joka saattaa aiheuttaa yritykselle maineen tahriintumista ja sen myötä myynnin heikkenemistä. Kontaminanteilla tarkoitetaan vierasaineita kuten mikrobit, homesienet ja metallit, joita ei haluta tuotteisiin. Niitä voi ilmaantua tiettyjen valmistusprosessien tai käsittelyvaiheiden seurauksena. Kontaminantit ovat haitallisia ihmisen terveydelle. Ne pilaavat tuotteen, ja siksi niiden määrää pyritään minimoimaan ja rajoittamaan elintarviketuotteissa. [4.]

Kuluttajat alkavat herkästi välttää tietyn tuotemerkin tuotteita käydessä ilmi, etteivät ne ole turvallisia. Sen takia alan yritysten vastuuhenkilöiden on oltava ajan tasalla standardien edellytyksistä ja lainsäädännön toimeenpanemista yrityksen toiminnassa. [5.]

## **2.2 Mittausepävarmuus**

Mittaukseen liittyy epävarmuus keskeisenä osana. Olipa kyseessä pieni tai suuri, sen vaikutus lopputuotteen kannalta on usein todella merkittävä. Tarkastustilanteessa valmisteen hyväksyminen ja hylkäys ovat satunnaisia, jos mittausepävarmuus ei ole tiedossa. Tuotteen toleranssialue pienenee entisestään, kun mittausepävarmuus otetaan huomioon. Mittausepävarmuuden ollessa tiedossa voidaan tuotteen tosimitta arvioida melko tarkasti. Huolellisella kalibroinnilla saavutetaan mahdollisimman pieni mittausepävarmuus. Valmistusprosessia ei pystytä koskaan säätämään tarkemmin, kuin sitä pystytään mittaamaan. Mittausepävarmuus tulee tiedostaa, jotta lopputuotteita ei hylätä väärin perustein. [1, 56-57.]

Mittausepävarmuutta laskettaessa, arvioidessa tai ilmoittaessa haasteeksi koituu sen monitahoisuus. Mittausepävarmuus riippuu viidestä pääelementistä [1, 56-57.]:

1. mittalaitteesta
2. mittauskohteesta
3. mittaajasta
4. mittausolosuhteista
5. käytetystä menettelystä.

Mittausepävarmuus voi kohdistua joko mittauslaitteyksikköön, tarkoin määriteltyn mittauskohteeseen ja mittaajaan, olosuhteisiin tai kirjoitettuun paikkansapitävään menettelyohjeeseen. Esimerkiksi alihankkijana toimiva paikallinen konepaja, jossa koneen voimansiirtoakselin laakeripesien halkaisijat mitataan mittaushuoneessa sovitun mittausmenetelmän mukaisesti työntömitalla. Mittausepävarmuuslaskenta on toinen ääripää, jolla lasketaan mukaan yksikön kaikki mittaukset. Tätä menetelmää käytetään lähtökohtaisesti yrityksissä, joissa erilaisia tuotekategorioita on niukasti. Kyseisissä tapauksissa mittauksille riittää jokin yleinen mittausepävarmuus (95 %:n luotettavuustasolla), joka on ilmaistu muodossa  $\pm (0,2 + L/100)$  mm, missä L on mitattu halkaisija millimetreinä. [1, 56-57.]

Mittausarvoihin voi vaikuttaa myös systemaattinen virhe, jolla tarkoitetaan esimerkiksi mittalaitteen ja mitattavan kohteen välisestä matkasta johtuvaa eroa. Tyypillisimpiä virhelähteitä ovat lämpötilat, voimat sekä asento- ja suuntavirheet. Lisäksi muita hyvin merkittäviä tekijöitä voivat olla lika, kappaleiden tai mittauslaitteiden magneettisuus ja itse mittauskohteen geometriset poikkeavuudet. Systemaattinen virhe voi olla kaikkien edellä mainittujen seuraus, jonka yhteisvaikutus ei muutu mittauksen aikana. Lämpötiloja koskevassa kalibrointitodistuksessa puhutaan mittarin virheestä ja korjauksesta. Virheellä tarkoitetaan mittarin näyttämästä vähennettävää arvoa ja korjauksella mittarin näyttämään arvoon lisättävä suure etuliitteet huomioiden. [6, 10.]

Mittauksissa poikkeuksetta oletettu lämpötila on +20°C. Mittauskohteen ja mittalaitteen lämpötilojen ollessa +20°C ei tarvitse huolehtia lämpöpitenemiskertoimista. Mittausta tehtäessä tulisi ottaa huomioon mittauskohde, mittalaite ja nollausnormaalin lämpöpitenemiskerroin. Mittausta suorittavan henkilön tulisi myös huomioida mitattavan kappaleen ja mittalaitteen materiaali eriävien lämpöpitenemiskertoimien vuoksi. [1, 56-57.]

Joensuun tehtaalla käytetään yleisesti laskukaavaa. [2.]:

$$\frac{(\text{yläraja} - \text{alaraja}) * 0,3}{2}$$

Lähde	Muoto	Jakauma	Kerroin
Toistettu mittaus n≥10	Keskiarvon keskihajonta	Normaali	1
Toistettu mittaus n≥10	Keskihajonta	Normaali	1 / √n
Toistettu mittaus	(Maksimi-minimi)/2	Tasajakauma	1 / √3
Aikaisemmat mittaukset	Keskihajonta	Normaali	1
Kalibrointitodistus	Laajennettu standardiepävarmuus	Normaali	1 / k
Valmistajan datalehdet tai muu lähde	±Maksimivirhe tai (Yläraja-alaraja)/2	Tasa	1 / √3
	(Yläraja-alaraja)/2	Kolmio	1 / √6
	Näytön resoluutio	Tasa	1 / (2√3)
	(Yläraja-alaraja)/2	U (sinijakauma)	1 / √2
	±Epävarmuus	Toispuoleinen	Tapauskohd.

Taulukko 1. Erialaisten lähtöarvojen käsittely epävarmuuslaskennassa. Kun epävarmuus kerrotaan taulukon kertoimella, saadaan vastaava standardiepävarmuus. n=mittausten lukumäärä ja k=kattavuuskerroin. [1, 68.]

## 2.3 Tilat

Ympäristön olosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti mittauksien ja kalibrointien onnistumiseen. Mittauksille ja kalibroinneille onkin asetettu erilaisia vaatimusasteita riippuen mitattavasta kohteesta. Tärkeimpinä seikkoina mainittakoon kohteen koko, tarkkuusvaatimukset, materiaalit sekä mittasuureet. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon käytettävät mittalaitteet ja niiden toiminta. Mittauksien määrällä saadaan otantaan luotettavuutta. Kohteissa, jotka luokitellaan ympäristöolosuhteiltaan vaativiksi, tyypillisiä ominaisuuksia ovat lämpötila, kosteus, värähtely, valaistus, puhtaus, melu sekä sähköiset- ja magneettiset häiriöt. [1, 16-17.]

Tuotantotiloille tulee asettaa vaatimuksia mittauksiin. Valion tapauksessa mitään erillisiä kalibrointitiloja ei ole, vaan mittalaitteet kalibroidaan tuotannon ollessa käynnissä. Esimerkiksi lämpötila-anturi kalibroidaan säiliön kyljessä olevassa taskussa, joka on tehty juuri kalibraattoria varten. [7.]

Ominaisuus	Korkeatasoinen kalibrointi	Vaativat mittaukset ja tavalliset kalibroinnit	Normaalit mittaukset ja vaatimattomat kalibroinnit	Välttävät mittaukset
Lämpötila työtasossa	20 °C ± 0,5 °C	20 °C ± 1 °C	19 ... 24 °C	15 ... 25 °C
Lämpötilaerot tilan eri osissa	Maks. 0,6 °C	Maks. 2 °C	Maks. 4 °C	-
Lämpötilan vaihtelu tunnissa	Maks. 0,1 °C	Maks. 0,3 °C	Maks. 1 °C	Maks. 1,5 °C
Lämpötilan vaihtelu vuorokaudessa	Maks. 0,6 °C	Maks. 1 °C	-	-
Ilman suhteellinen kosteus	35 ... 55 %	35...55 %	20...70 %	Maks. 80 %
Värähtelyt Amplitudi/Taajuus	0,25µm/200 Hz ... 3µm/5 Hz	1µm/20 Hz ... 3µm/10 Hz	Ei selvästi havaittavaa tärinää	Ei selvästi häiritsevää tärinää
Valaistus	800 ... 1000 lux	800...1000 lux	800...1000 lux	500...1500 lux
Puhtaus Koko/määrä	< 0,5µm / 3x10 <sup>7</sup> kpl/m <sup>3</sup>	< 5µm / 1x10 <sup>7</sup> kpl/m <sup>3</sup>	Puhtaudesta huolehditaan hyvin	Puhtaudesta huolehditaan normaalisti
Ilman virtausnopeus	< 150 mm/min	< 300mm/min	Ei tuntuvaa vetoa	Ei selvästi tuntuvaa vetoa
Melu	< 40dBA	< 50 dBA	< 60 dBA	< 90 dBA

Taulukko 2. Olosuhdevaatimukset mittaustilassa vaativuusasteikoittain. [1, 16.]

## 2.4 HACCP – Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet

HACCP on elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmä, jonka tehtävänä on taata terveyttä vaarantavien biologisten, kemiallisten ja fysikaalisten riskienhallinnalla elintarvikkeiden turvallisuus valmistuksessa, jakelussa sekä myynnissä. Järjestelmä on osa lainsäädännön määrittämää elintarvikehuoneiston omavalvontajärjestelmää. [8, 5.]

Elintarvikelaki edellyttää, että alalla toimivan yrityksen on laadittava ja luotava omavalvontajärjestelmä. HACCP-ohjelma laaditaan 7 periaatteen mukaisesti, useimmiten jokaiselle tuotteelle erikseen. Tavoitteena on saada selvä kuva, kuinka paljon riskejä liittyy tuotteen valmistusprosessiin. [8, 13.]

Valion koko Joensuun tehtaalla CCP-pisteitä tuotannossa on noin 10. Näiden pisteiden määrittäminen on elintärkeää lopputuotteen turvallisuuden kannalta. Jos kriittiseksi luokiteltu työvaihe ei ole hallinnassa, ei voida olla varmoja tuotteen vaarattomuudesta. Jokainen CCP-mittauspiste on numeroitu. Esimerkiksi juuston valmistusprosessissa on CCP1, CCP2 ja CCP3. [9.]

Maidon vastaanotossa suoritetaan CCP1-antibioottitestausta. Jokainen vastaanotettu erä ennen purkua on maitoauton kuljettajan toimesta tarkastettava. Antibiootti-positiivista erää ei oteta vastaan tuotantoon. Erä puretaan karanteeniin, suoritetaan linjojen pesu ja positiivinen erä toimitetaan tuhottavaksi. [9.]

Raakamaidon käsittelyssä suoritettava pastörinti on myös kriittinen hallintapiste CCP2. Pastöroinnin epäonnistuessa bakteerit ja patogeenit, kuten listeria ja salmonella kasvavat maidossa nopeasti. Pastöroinnin aikana maidosta tuhoutuu pilaantumisbakteerit 99 %:n tarkkuudella. Minimissään pastörintilämpötilan on oltava 73,2 astetta ja keston vähintään 11,9 sekuntia. Toimenpidettä seurataan jatkuvasti prosessinohjausjärjestelmästä. Jos lämpötila tai kesto poikkeavat raja-arvoista, tuote ohjataan

alipastörintikierrokselle palautusventtiilin kautta. Kiertoaika on maksimissaan 15 minuuttia, jonka ylittyessä maito joudutaan siirtämään huuhteisiin. [9.]

Juustolassa sijaitsee CCP3-läpivalaisu, joka suoritetaan jokaiselle juustoharkolle prosessin aikana. Mittalaitteet valvovat, ettei harkkoihin ole päässyt ruostumatonta terästä tai lasia. Myös muita poikkeavia muotoja tarkkaillaan. Läpivalaisulaitteisiin reagoanut juusto hylätään erästä välittömästi ja viedään jatkotutkimuksiin. [9.]

### **3 Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001**

#### **3.1 Kalibrointi**

Toimeksiantajayrityksellä on käytössään SFS EN-ISO 9001:2015-laadunhallintajärjestelmä. Standardin tehtävänä on ohjeistaa yritystä mittalaitteiden kalibroinnin suorittamisessa ja muissa laadunhallinnan toimenpiteissä. [10, 6-17.]

Mittausten jäljitettävyyden takaamiseksi yrityksen on varmistettava mittalaitteiden kalibroinnit tai vähintään todennettava niiden luotettavuus määräajoin. [10, 6-17.]

#### **3.2 Pätevyys**

Henkilöille, joiden työskentely vaikuttaa laadunhallintajärjestelmän toimivuuteen ja suorituskykyyn on taattava asianmukainen perehdytys. Organisaation on muussa tapauksessa varmistettava, että henkilöt ovat päteviä koulutuksen, harjoittelun tai työkokemuksensa perusteella. Tästä todisteeksi riittää koulutuksesta tai aiemmista työtehtävistä saatu dokumentoitu tieto. Pätevyyden

velvoittamana työntekijän tulisi olla tietoinen organisaation laatupolitiikasta ja sen olennaisista tavoitteista. [10, 18.]

### **3.3 Laatupolitiikka**

Johto laatii ja ottaa käyttöön laatupolitiikan ja sen ylläpidon. Sen on tuettava organisaation toimintaympäristöä ja strategiaa sekä muodostettava perusta laatutavoitteiden asettamiselle. Ydinideoita tällä menettelyllä on jatkuvan parantamisen malli laadunhallintajärjestelmään. Dokumentoitua tietoa on oltava ylläpidettynä saatavilla. Organisaation täytyy olla tietoinen laatupolitiikastaan ja sitä on sovellettava koko toiminnassa. Mukana olevien sidosryhmien on myös oltava ajan tasalla tapahtuvista muutoksista. [10, 14.]

### **3.4 Resurssit**

Kalibrointimenettelytapojen laajuus ja määrä vaikuttaa käytettäviin resursseihin. Laadunhallintajärjestelmää käyttävän tai käyttämistä suunnittelevan organisaation on varmistettava, että sillä on tarvittavat resurssit järjestelmän luomiseen, käyttöönottamiseen ja jatkuvaan kehittämiseen. Rajoitteet ja toimintakyky on syytä ottaa huomioon. Organisaation tulisi määrittää henkilöt, jotka ohjaavat laadunhallintajärjestelmän prosessien toimintaa. Tarvittavan infrastruktuurin luominen, määrittäminen ja hallinnointi on keskeinen osa tuotteiden vaatimuksien ja koko prosessin toimivuuden saavuttamiseksi. Infrastruktuurilla tässä tapauksessa tarkoitetaan toimitiloja, laitteita, varusteita, logistiikkaa sekä tieto- ja viestintäteknologiaa. Organisaation tulisi määritellä ja järjestää resurssinsa niin, että suoritetut mittaukset voidaan todentaa oikeiksi ja luotettaviksi tuotteiden ja palveluiden laadunhallintajärjestelmien asettamille vaatimuksille. [10, 53-54.]

### 3.5 Vastuu

Elintarvikealla toimivien on varmistuttava, että elintarvikkeita käsittelevät henkilöt ovat koulutettuja ja heitä ohjataan sekä valvotaan työhön liittyvissä elintarvikehygienian tehtävissä. Alan toimijoiden on todennettava, että HACCP-järjestelmän kehityksestä ja ylläpidosta vastaavat henkilöt yrityksessä ovat saaneet riittävän koulutuksen HACCP-perusteista. [11, 90.]

Organisaation ylimmän johdon tehtävänä on määrittää vastuuhenkilöt ja valtuudet rooleihin osa-alueillaan. Lähtökohtaisesti laadunhallintajärjestelmän on oltava kansainvälisten standardien mukainen sekä saavuttaa halutut tulokset. Laadunhallintajärjestelmän suorituskyvystä ja parantamismahdollisuuksista tulisi raportoida ylimmälle johdolle. Asiakaskeskeisyyttä tulisi varmistaa ja edistää koko organisaatiossa. Laadunhallintajärjestelmän tulisi säilyä selkeänä ja yhtenäisenä kokonaisuutena, jos siihen tehdään muutoksia tai suunnitellaan uutta. [10, 14.]

### 3.6 Auditointi

Standardi velvoittaa tietyin aikavälein suorittamaan sisäisiä auditointeja laadunhallintajärjestelmän seurannan ja kerättyjen tietojen perusteella. Auditoinneissa tutkitaan, onko laadunhallintajärjestelmä sen omien sekä kansainvälisten vaatimusten mukainen. Lisäksi auditoinnilla voidaan todentaa, onko järjestelmä käyttöön otettu sekä kuinka sen ylläpitäminen on onnistunut yrityksessä. [10, 28.]

Organisaation laatimien auditointiohjelmien tulee määrittää auditointien taajuus, menetelmät, vastuut, suunnitteluvaatimukset ja raportointi. Soveltamisala ja auditointikriteerit tulee määrittää jokaiselle yrityksen auditoinnille. Auditointijat valitaan siten, että tilaisuuden objektiivisuus ja puolueettomuus voidaan varmistaa. Raportointi suoritetaan auditoinnin jälkeen asianomaiselle johdolle,

ja tämä dokumentoitu tieto tulee säilöä jatkoa varten näyttönä auditointien toteutuksesta ja tuloksista. Mahdolliset korjaukset ja korjaavat toimenpiteet tulisi suorittaa välittömästi. [10, 28.]

### **3.7 Johdonkatselmus**

Ylimmän johdon on katselmoitava organisaation laadunhallintajärjestelmä suunnitelluin väliajoin varmistaakseen, että se on edelleen soveltuva ja tarkoituksenmukainen. Katselmus toteutetaan ja suunnitellaan edeltävien johdonkatselmuksissa aloitettujen toimenpiteiden sekä kalibroitijärjestelmän kannalta kriittisten asioiden muutosten perusteella. On myös pidettävä mielessä, vaikuttaako sidosryhmien palaute ja asiakastyytyväisyys laadunhallintajärjestelmien kehittämiseen, sekä saavuttaako yritys halutun tavoitetason. Johdonkatselmuksen tuloksiin sisällytetään päätökset ja toimenpiteet, jotka liittyvät olennaisesti parannusmahdollisuuksiin, muutostarpeisiin laadunhallintajärjestelmässä ja resurssien lisäämiseen. Organisaation on säilytettävä tietoa dokumentoituna katselmuksen tuloksista. [10, 28-29.]

### **3.8 Dokumentointi**

Kansainvälinen standardi 9001 edellyttää, että organisaation on dokumentoitava tietoa laadunhallintajärjestelmistä, jotka se on todennut välttämättömiksi. Tiedon laajuus voi vaihdella yrityksistä riippuen, koska siihen vaikuttavat organisaation koko, sekä sen tuotteiden ja palveluiden tyyppi. Luodessaan dokumentoitua tietoa organisaation on varmistettava kelvollinen yksilöinti ja tunnistettavuus esimerkiksi otsikoinnin tai viitenumeroinnin avulla. Tiedon voi laatia sähköisessä muodossa tai perinteisesti paperiversiona. Organisaatiossa olevan tiedon on oltava suojattua. Luottamukselliset dokumentit on turvattava, jotta niiden asiaton käyttö ei olisi mahdollista. [10, 18-19.]

## **4 Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmä ISO 22000**

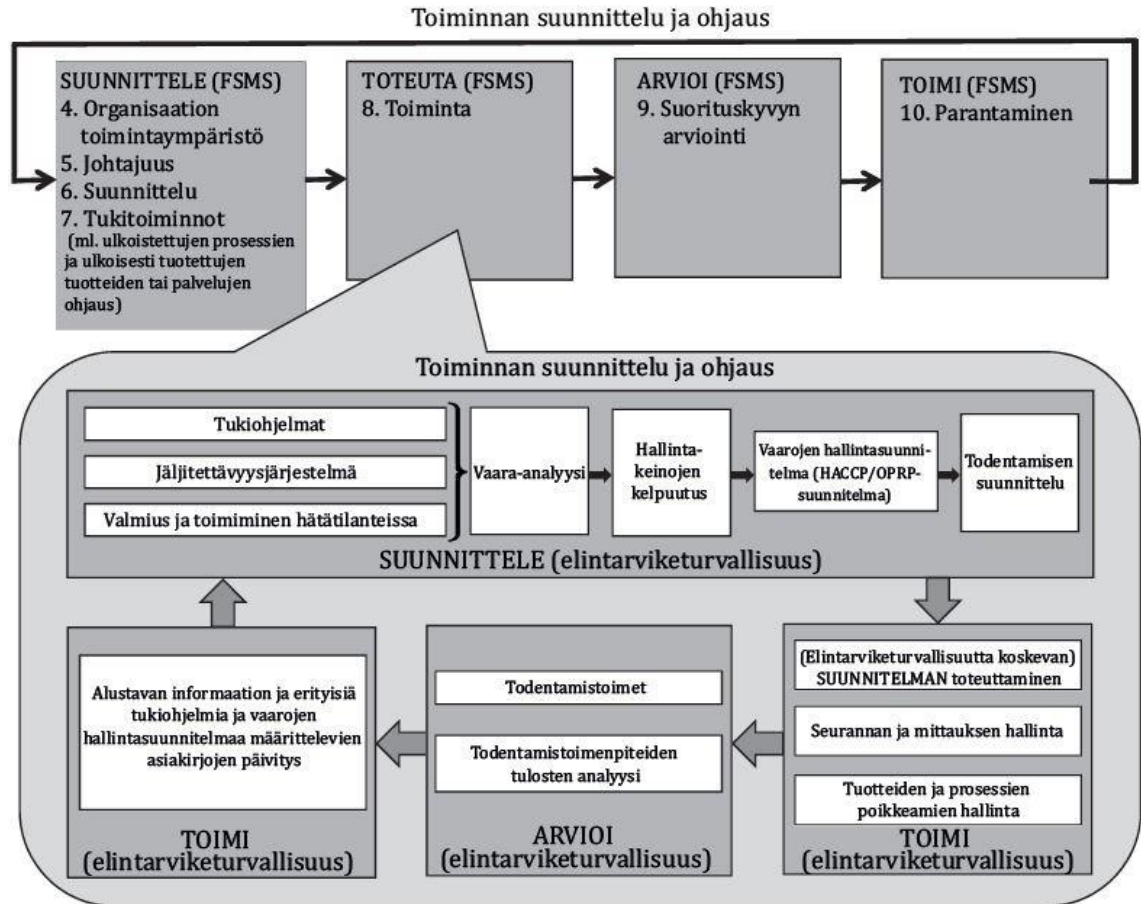
### **4.1 Elintarvikelainsäädännön määritelmä**

Elintarvikelainsäädäntö koskee lakeja, asetuksia ja hallinnollisia määräyksiä, jotka liittyvät elintarvikkeisiin ja niiden turvallisuuteen yhteiskunnassa. Lakiin sisältyy kaikki elintarvikkeiden vaiheet tuotannosta jakeluun saakka.

[11, 6.]

Elintarviketurvallisuuden lainsäädäntö koskee kaikkia tuotantoketjuun osallistuvia tahoja. Standardi koostuu neljästä pääelementistä: johtamisjärjestelmä, HACCP, tukiohjelmat ja vastavuoroinen viestintä. [12, 6-8.]

Prosessien ja järjestelmien kokonaisvaltainen hallinta voidaan toteuttaa PDCA-mallia käyttäen. PDCA-sykli tulee sanoista Plan, do, check, act ja se on ongelmanratkaisumalli sekä kehittämismenetelmä. [13.]



Taulukko 3. Esimerkki PDCA-mallista. [12, 7.]

## 4.2 Organisaatio ja sen toimintaympäristö

Organisaation tarkoituksen kannalta tärkeät sisäiset ja ulkoiset asiat tulee määrittää. Tavoitteena liikeidean ja elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän ennalta asetetut velvoitteet ja päämäärät. Näihin ulkoiisiin sekä sisäisiin asioihin liittyviä tietoja tulee jatkuvasti katselmoida ja päivittää. Toimintaympäristön erillisten tekijöiden ymmärtäminen ja huomioiminen ovat avuksi tarkastellessa vakavia asioita, kuten taloudellisista tai teknologisista syistä johtuvia ongelmia. [12, 17.]

Tuottaakseen johdonmukaisesti tuotteita ja palveluita yrityksen tulee täyttää elintarviketurvallisuutta koskevat lait ja viranomaisten määrittämät asetukset, asiakasvaatimukset sekä määriteltävä hallintajärjestelmän kannalta oleelliset

sidosryhmät vaatimuksineen. Tyypillisiä sidosryhmien asettamia vaatimuksia ovat eri kulttuurien edellytykset käytössä oleville elintarvikkeilleen. [12, 17.]

### **4.3 Johtajuus ja vastuut**

Organisaation ylimmän johdon tulee osoittaa johtajuutta ja sitoutumista elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmää kohtaan. Tulisi varmistaa, että elintarviketurvallisuuspolitiikka laaditaan, hallintajärjestelmän tavoitteet asetetaan ja ne muotoillaan yhdenmukaiseksi organisaation strategian ja liiketoiminnan kanssa. Johto on myös vastuussa hallintajärjestelmän luomisesta ja ylläpitämisestä. Hallintajärjestelmä on koko henkilöstön yhteinen prosessi, mutta johdon tehtävänä on edistää sen kehittämistä. [12, 18-19.]

Ylimmän johdon on määriteltävä, että hallintajärjestelmä ISO 22000 on standardin mukaisesti toteutettu, sekä nimettävä erillinen elintarviketurvallisuusryhmä ja sen johtaja. Elintarviketurvallisuusryhmän johtajan vastuulla on hallintajärjestelmän toteuttaminen ja ylläpitäminen. Kaikilla ryhmän jäsenillä tulee olla asiaankuuluva koulutus ja pätevyys. Ryhmänjohtaja on vastuussa dokumentoinnista ja raportoinnista organisaation ylimmälle johdolle. [12, 18-19.]

### **4.4 Suunnittelu**

Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmää suunnitellessa on otettava huomioon toimintaympäristön tekijät ja sidosryhmien vaatimukset, joiden avulla voidaan kartoittaa riskit ja mahdollisuudet halutun tuloksen saavuttamiseksi. Kartoituksella karsitaan pois "ei-toivottuja" -vaatimuksia ja vahvistetaan haluttuja vaatimuksia samalla tukien jatkuvaa parantamista. Kartoitettuihin riskeihin ja mahdollisuuksiin tulee suunnitella toimenpiteet, sekä selvittää kuinka ne yhdistetään ja toteutetaan elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän prosesseihin. Näiden toimenpiteiden riskien ja mahdollisuuksien osalta

mietitään niiden suhdetta sidosryhmien ja asiakkaiden vaatimuksiin. [12, 19-21.]

#### **4.5 Toiminta**

Organisaation vastuulla on suunnitella ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet turvallisten tuotteiden vaatimuksien täyttymiseksi. Jotta tämä onnistuisi, prosesseille tulee määritellä kriteerit ja toteuttaa prosessienohjaus niiden mukaan. Myös ulkoistettujen palveluiden ja prosessien toimintaa tulee valvoa. [12, 26.]

Organisaation vastuulla on laatia ja toteuttaa tukiohjelmat (PRP, Prequisite program) mahdollistaakseen tuotteissa, niiden käsittelyssä ja työmiljöössä kontaminanttien vähentäminen. [12, 26.]

### **5 Mittalaitteet Joensuun tehtaalla**

#### **5.1 Mittalaitteista yleisesti**

Valio Oy:n Joensuun tehtaalla prosessin eri vaiheita sekä toimintoja valvotaan mittalaitteilla. Kyseisiä dataa mittaavia antureita on asetettu prosessin vaiheisiin, joissa tiedonsaannin on koettu olevan tarpeellinen. Mittareiden luokittelu ja asettelu menee mitattavan suureen sekä prosessin tärkeyden mukaan. On olemassa paikallismittauksia ja tietokoneautomaatioon kytkettyjä itseohjautuvia indikaattoreita ja säätimiä. Osa mittalaitteista kuuluu kalibroittavien laitteiden piiriin. [7.]

## 5.2 Massa

Valiolla vaa'at voidaan jakaa karkeasti kahteen eri luokkaan, automaattisiin ja ei automaattisiin vaakoihin. Eroavaisuus näillä kahdella tyyppillä on se, että automaattiset vaa'at suorittavat massan mittauksen ennalta tehdyn ohjelman mukaan ilman käyttäjän toimintaa. Tällöisiä vaakoja ovat esimerkiksi annosteluvaa'at. [9.]

Ei-automaattinen vaaka vaatii käyttäjän toimenpiteitä. Punnittava kappale tai materiaali tuodaan usein käsin vaa'alle, ja punnitustulos saadaan vasta näytön stabiloiduttua. Esimerkkinä ei automaattisesta vaa'asta on haarukka- tai laboratoriovaaka. [9.]

Valiolla on asetettu tarkastusvaatimuksia vaa'oilta ja punnuksille. Vaa'oilta on määritelty varmennus, kalibrointi ja tarkastusvaatimukset alla olevien luokkien perusteella. Punnusten kalibrointi suoritetaan vertaamalla niitä referenssipunnukseen. Eli kahta punnusta verrataan keskenään, kun oletetaan referenssipunnuksen olevan asianmukainen. [9.]

Käytettävät vaa'at luokitellaan taulukon (taulukko 4) mukaisesti.

VAA'AT	
Kriittisyysluokka	Luokkaan kuuluvien vakojen kuvaus
<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ravitsemuksellisesti merkittävien lisäysten punnitus</li> <li>- Vaakaa käytetään CCP pisteessä tai oPRP* pisteessä</li> </ul>
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaa'at, joilla punnitaan tuotetta, joka menee sellaisenaan myyntiin.</li> <li>- e- merkintään liittyvät vaa'at</li> </ul>
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaa'at, joilla punnitaan muita kuin A luokan raaka- aineita tai niiden toiminnalla on muuta vaikutusta tuotelaatuun</li> </ul>
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muut vaa'at, joilla ei ole suoraa vaikutusta tuotelaatuun tai elintarviketurvallisuuteen</li> </ul>

\*oPRP = Operational prerequisite program, erityinen hallintapiste

Taulukko 4. Vaakojen luokittelu. [9.]

A-luokan vaaolle suoritetaan useimmiten akkreditoitu kalibrointi. Akkreditoitun kalibroinnin suorittaa FINAS- akkreditointipalvelun kalibrointilaboratorio. Useimmiten asiakas tai käytössä oleva standardi vaatii akkreditoitua kalibrointilaboratoriota kalibrointien suorittamisessa. Valiolle tekijänä toimii Kiwa Inspecta. Käytettävänä mittanormaalina toimii akkreditoitun laitoksen oma kalibroitu punnus. B- luokan vaaolle tehdään lakisääteinen varmistus. Lakisääteisessä varmistamisessa laissa määrätyllä tiheydellä suoritetaan viranomaisen valtuuttaman tarkastuslaitoksen tekemä varmennus. Tämän on perustuttava lakiin ja vaaditaan pakollisena, jos vaa'an punnitsemaa tuotetta halutaan myydä. Lakisääteisesti varmistettuja vaakoja ei tarvitse kalibroida, vaan niiden toimivuus varmistetaan tarkastuksissa. C- luokan kalibrointeja saa suorittaa oma pätevyyden saanut kalibroija. D- luokan vaaolle ei ole asetettu mitään vaatimuksia. [9.]

PUNNUSTEN KALIBROINTI				
LUOKKA	VAATIMUS	TEKIJÄVAATIMUS	MAKSIMIVÄLI	KÄYTETTÄVÄ MITTANORMAALI
1. REFERENSSI PUNNUKSET	Akkreditoitu kalibrointi	Ulkopuolisen akkreditoitun tahon suorittama	5 vuotta	Virallinen mittanormaali
2. KÄYTTÖ- PUNNUKSET	Kalibrointi	Koulutettu oma kalibroija tai hankittu kalibroinnin tarjoaja	5 vuotta	Kalibroitu referenssipunnus tai ulkopuolisen palveluntarjoajan akkreditoitusti kalibroitu punnus

Taulukko 5. Punnusten luokittelu [9.]



Kuva 2. Vaakojen kalibroinnissa käytettävät referenssipunnukset. (Kuva: Herkko Hirvonen)

### 5.3 Lämpötila

Lämpötilojen mittauksiin käytetään mittanormaaleja eli referenssejä. Tällä tarkoitetaan erillistä vertailumittaria, jonka virhe tunnetaan. Lämpömittarit kalibroidaan vähintään kahden vuoden välein. Mikrobiologisissa mittauksissa käytettävät mittalaitteet vuoden välein. Kalibrointi voidaan suorittaa joko nestehauteessa, muussa väliaineessa tai suoraan tarkastamalla arvot prosessiohjausjärjestelmästä. [9.]

Lämpömittarin kalibrointi suoritetaan upottamalla mittari sekä jäljitettävästi kalibroitu referenssimittari sopivaan väliaineeseen. Lämpötilan vakiinnuttua saatuja mittaustuloksia verrataan keskenään. Yleisimmin käytetty väliaine on vesihaude, mutta myös kvartsihiekkaa ja glyserolia käytetään tarpeen

vaatiessa. Mittaustulosten tarkkuuden varmistamiseksi tulisi mittapäiden olla mahdollisimman lähellä toisiaan niin, että upotussyvyys vastaa oikeaa työskentelyolosuhdetta. Kuten muissakin mittauksissa, saadut lukemat kirjataan kalibrointipöytäkirjaan ja mittauksia toistetaan viisi kertaa välillä odottaen, että lämpötilaolosuhteet tasaantuvat saadun tiedon luotettavuuden varmistamiseksi. [9.]

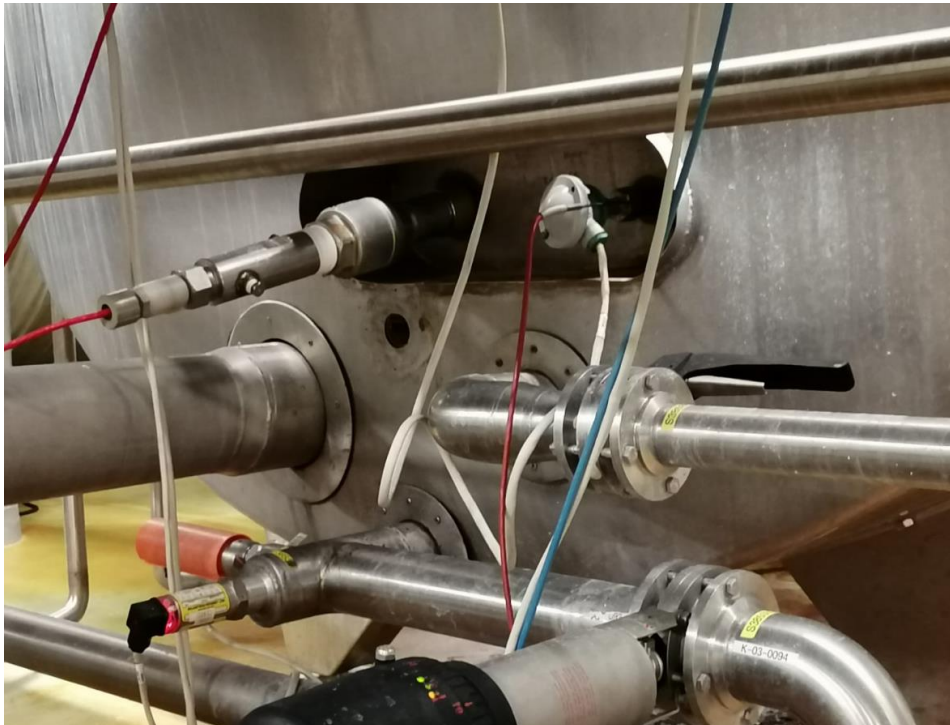
Kalibroitavan mittarin virhe lasketaan kaavasta. [9.]:

$$KML - (RML - RMV)$$

KML = kalibroitavan mittarin lukemien keskiarvo

RML = referenssimittarin lukemien keskiarvo

RMV = referenssimittarin virhe



Kuva 3. Pesunestesäiliön lämpötila-anturin kalibrointi Valion tehtaalla. (Kuva: Herkko Hirvonen)



Kuva 4. Beamex yhdistelmäkalibraattori Valion tehtaalla (Kuva: Herkko Hirvonen)

#### 5.4 Virtaus

Teollisuuden virtausmittauksissa käytettävät mittarit jaetaan yleisesti kahteen eri luokkaan. Käyttötarkoitusta pohdittaessa voidaan suunnitella, riittääkö perinteinen nopeusmittaukseen perustuva tilavuusmittaus vai tarvitaanko massaan tai energiansisältöön kohdentuvaa mittausmenetelmää.

Virtausmittauksiin on olemassa tarkkoja mittareita ja mittausmenetelmiä, mutta tulokset eivät aina vastaa haluttua tarkkuutta. Yleisesti tunnettuja syitä näihin ovat mittarien virheellinen sijoitus putkistoissa, mittauksen kohteena oleva aine ei ole homogeeninen tai virtauksessa tapahtuvat ilmiöt ovat ennalta-arvaamattomia. [14, 1.]

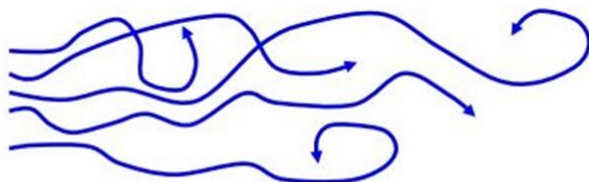
Laminaarisessa virtauksessa nestemolekyylit liikkuvat suoraviivaisesti pitkin virtausviivoja, kun taas turbulentissa virtauksessa esiintyy nestemolekyylien putken mukaisesta liikkumissuunnasta poikkeavia poikittaisliikkeitä. Nesteen

viskositeetillä on merkitystä sen virtauksen suhteen. Esimerkiksi maito muuttuu helpommin turbulentiksi putkessa kuin paksu kerma. Myös putken koolla on merkitystä sen suhteen, että isossa putkessa turbulenttinen törmäily ilmenee helpommin kuin ohuessa putkessa. Lisäksi kasvava nopeus voi aiheuttaa nestemolekyylien törmäilyä. [15, 125-126.]

Joensuussa kalibroidaan myös kriittiset virtausmittaukset erillisellä virtausmittauksien tarkastuslaitteistolla. Mittausten läpi pumpataan vaadittu määrä nestettä ja mitataan läpi pumpatun nesteen paino. Tällä tavoin lukemista voidaan todeta tarkkuus. [16.]



**Laminaarinen virtaus**



**Turbulenttinen virtaus**

Kuva 5. Esimerkki turbulenttisestä ja laminaarisesta virtauksesta. [17, 8.]

Nestekerrosten kiihdyttämiseen liittyvien hitausvoimien suhdetta kitkavoimiin eli painon suhdetta viskositeettiin kuvataan Reynoldsin luvulla. [15, 125-126.]

Reynoldsin luku saadaan laskettua kaavasta. [15, 125-126.]:

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta} = \frac{v D}{\nu}$$

Re = Reynoldsin luku

$\rho$  = Fluidin tiheys (paino)

$\eta$  = viskositeetti

$\nu$  = kinemaattinen viskositeetti

D = pituus (putkivirtauksissa putken halkaisija)

## 5.5 pH-arvo

pH-arvolla tarkoitetaan aineen positiivisten vetyionien määrää liuoksessa. Se määrittää onko liuos hapan, neutraali vai emäksinen. Tämä suure on erittäin tärkeä prosessiteollisuudessa, kuten esimerkiksi maidon happamuuden säätelyssä meijeritoiminnassa. Yleisin menetelmä on tarkastella liuoksen mittaus- ja vertailuelektrodien potentiaalieroja. [18.]

Yleisesti kalibroinnilla tarkoitetaan laitteen vertaamista mittanormaaliin. Poikkeuksena tästä on pH-mittaus, jossa kalibrointi toiminto säätää laitteen esittämään liuosten pH-arvoa. Toimenpide suoritetaan kahdenpisteen kalibrointina, jossa käytetään kaupallisia puskuriliuoksia. Liuosten pH-arvot tiedetään tarkasti lämpötiloista riippumatta. Kalibrointi aloitetaan pH 7 referenssiliuoksella, jonka avulla viritetään elektrodiparin nollapiste. Toisena puskuriliuoksena käytetään pH 4 tai pH 10 liuosta, joiden valinta perustuu mittausalueen mukaan. Jos tulos ei ole sallituissa rajoissa, toistetaan mittaus. Ellei tulos edelleenkään ole rajojen sisäpuolella joudutaan pH-mittari säätämään. Säädon jälkeen elektrodi huolletaan tai vaihdetaan, jos haluttuun tulokseen ei vielä päästä. [9.]

## 5.6 Paine

Painemittaus on prosessiteollisuuden yksi yleisimmistä mittauksista, sillä sen tarkkuuden merkitys lopputuotteen laatuun ja laitteiston kestoon on keskeinen. Painetta on olemassa kahdenlaista. Alipaineella tarkoitetaan pienempää painetta verrattuna ympäristöön ja ylipaineella päinvastoin painetta, joka on suurempi ympäristöön nähden. [19.]

Paine lasketaan kaavasta [15, 104.]:

$$p = \frac{F}{A}$$

p = paine

F = voima

A = pinta-ala

Pääsimme tehdaspalvelutyöntekijän mukaan tarkastelemaan, kun maitojauhetornin paineindikaattorin kalibrointia suoritettiin käytännössä. Toimenpide toteutettiin ottamalla arvot suppilomaisen maitojauhetornin yläpäästä yhdistelmäkalibraattori Beamexillä, ja vertailemalla arvoja prosessinohjauksesta saatuihin lukemiin. Torniin puhalletaan kuumaa ilmaa, joka erottelee maitojauheen raakamaidosta. Suppilomaisen rakenteen johdosta sisälle syntyy voimakas pyörimisliike, syklooni. [9.]



Kuva 6. Painemittaus maitojauhettorin yläpäästä. (Kuva: Herkko Hirvonen)

## 5.7 Johtokyky

Johtokyky tarkoittaa liuoksen kykyä johtaa sähkövirtaa. Tärkeimpiä tekijöitä tälle ovat lämpötila, pitoisuudet sekä ionien liikkuvuudet ja varaus. Liuoksen lämpötilan noustessa ionien liikkuvuus samalla lisääntyy ja aiheuttaa johtokyvyn nousun. Johtavuus kasvaa lämpötilan noustessa keskimäärin 2...3 % / °C. Johtokykyä määritettäessä kytketään kahteen elektrolyytissä olevaan mittauselektrodiin sähkövirta. Usein kalibrointi suoritetaan käyttäen 0.01 mol/l kaliumkloridi liuosta, koska sen johdettavuus tunnetaan tarkasti. Johtavuus on tällöin 1.413 mS / cm lämpötilassa 25 °C. [20.]

Laskenta toteutetaan muodossa:

$$\gamma = 1 / \rho$$

$\rho$  = resistiivisyys

$\gamma$  = Johtavuus, resistiivisyyden käänteisarvo

Käytetään esimerkkinä meijerin, vastaanoton ja juustolan pesukeskuksien pesuliuosten johtokykymittausta.

Pesuliuoksista otetaan näyte, johon merkitään johtokykymittauksen mittarilukema sekä päiväys. Laboratoriossa mitataan johtokyky ja verrataan tulosta mittarilukemaan, joka saa poiketa +/-10 prosenttia mitatusta arvosta. Jos tulos poikkeaa tilastollisesti määräytyistä rajoista, täytyy ottaa yhteyttä kunnossapitoon johtokykyanturin säätämiseksi. Kalibrointi tehdään kaksi kertaa vuodessa tai aina säädön jälkeen. Laboratorio laatii yhteenvedon mittaustuloksista, jotka viedään osastoille dokumentoitavaksi. [9.]

Joensuun tehtaalla kalibroinnin piirissä olevia johtokykymittauksia on hyvin vähän. [16.]

## **5.8 Dokumentointi ja jäljitettävyys**

Katkeamaton kalibrintiketju, joka tunnetaan myös nimellä SI-järjestelmä, on merkittävä osa jäljitettävyyttä. Sen avulla mittalaitteet pysyvät asianmukaisina. Tämä edellyttää, että jokaisella mittauksella on taltioitu kalibrintitodistus, joka on suoritettu standardien mukaisesti. Tämä todistus tallennetaan verkkoasemalle, josta tehdaspalvelun on vaivatonta tarkastella tulevia ja suoritettuja kalibrointeja. Tuotannolle on aina ilmoitettava suoritetusta kalibrintitoimenpiteestä. [9.]

Kalibroitavaan mittalaitteeseen kiinnitetään vihreä tarra, joka todistaa kalibroinnin tapahtuneen. Tarrassa olevat merkit tarkoittavat seuraavaa: [Q] merkitsee, että anturi on kalibroinnin piirissä. PIC17 on tunniste, eli tässä tapauksessa maitojauhetornin paineindikaattori. Lisäksi tarrassa on merkitty seuraava kalibrintipäivämäärä. [7.]



Kuva 7. Tunnistetarra Valion tehtaalla (Kuva: Herkko Hirvonen)

Uusien pisteiden kalibrintiväli on yksi vuosi. Jos mittalaite rikkoutuu tai se vaihdetaan toiseen, kalibrointi suoritetaan aina. Kalibroinnit tulee suorittaa  $\pm 1$  kk sisällä sille määrätystä kalibrintipäivämäärästä. Pois lukien kriittiset kontrollipisteet, jotka kalibroidaan aina viimeistään järjestelmän ilmoittamana ajankohtana. [9.]

## 6 Kehitystyö

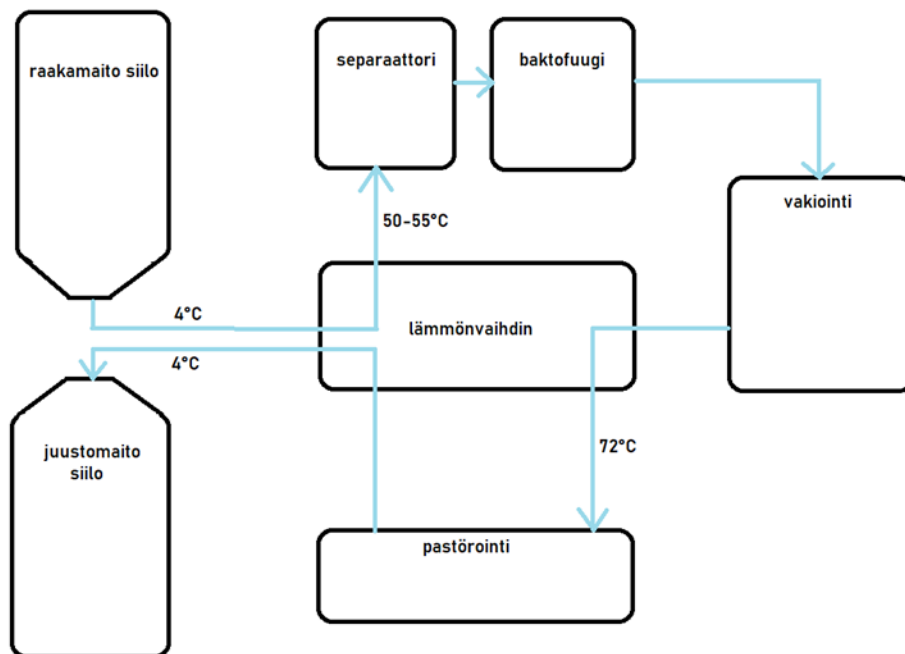
### 6.1 Alkukatsaus

Toimeksiantona Valiolta oli tarkastella kalibrintiketjua, ja etsiä vaihtoehtoinen tapa kalibroinneille, joka helpottaisi tehdaspalvelun työntekijöiden työkuormaa jatkossa. Mittalaitteet jaetaan lähtökohtaisesti kolmeen eri luokkaan. Kriittisiin hallintapisteisiin (CCP), asiakaslähtöisiin ja prosessia helpottaviin mittauksiin.

CCP pisteitä Joensuun tehtaalla on noin kymmenen. Ne ovat lakisääteisiä mittauksia, joille tulee tehdä kalibroinnit niille asetetuilla aikaväleillä. Useimmiten vuosittain, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Prosessin kannalta kriittisiä valvontapisteitä ovat esimerkiksi maidon pastöroinnissa tapahtuvat lämpötilamittaukset. Tuotteita kehitetään ja valvotaan asiakkaiden vaatimuksien mukaan. Valiolle tehdään auditointeja määräajoin ja asiakkaat sekä eri audienssit

tarkastelevat vastaavatko nykyiset toiminnot ja niiden tulokset heidän asettamiaan odotuksia. Prosessi tulee priorisointiketjussa kolmantena, tämä tarkoittaa mittauksia, jotka helpottavat ja antavat lisäinformaatiota linjastolla tapahtuvista toiminnoista. Ne eivät kuitenkaan suoranaisesti vaikuta lopputuotteeseen tai sen laatuun. [21.]

Toimeksiannossa päätettiin rajata meille osakokonaisuus juustonvalmistus prosessista. Koko tehtaan mittalaitteiden kalibrointien tarkastelu olisi ollut liian laaja opinnäytetyöksi. Insinöörityötämme pystyttäisiin soveltamaan mahdollisesti muihin prosessilinjoihin tulevaisuudessa. Saimme kalibrointien kehitystyöhön juustomaitolinjan, johon sisältyy maidon matka raakamaidosta valmiiksi juuston tuotantoon käytettäväksi maidoksi. Tehtävänäimme oli tarkastella juustomaitolinjalla (JML) tapahtuvia mittauksia ja kartoittaa kalibroinnin piirissä olevat mittalaitteet.



Kuva 8. Yksinkertaistettu malli juustomaidon pastörintiprosessista [22.]

Maidon matka alkaa raakamaito siilosta, joka sisältää 100 000 litraa tiloilta saapunutta käsittelemätöntä maitoa. Lämpötila siilossa on alle kuusi astetta. Kun

maitoa aletaan pumppaamaan vakiointi- ja pastörintilinjastolle, se kulkee lämmönvaihtimen kautta, jossa maidon lämpötilaa nostetaan 50–55 asteeseen separointia varten. Separaattorissa maidon eri osat erotellaan toisistaan. Syntyy kermaa ja ylimääräistä rasvaa, jotka otetaan säilöön odottamaan omia käyttötarkoituksiaan. Baktofuugissa saadaan poistettua maidosta sellaiset bakteeri-itiöt, jotka eivät pastöroinnin aikana häviä. [16.]

Kun maito on separoitu, se matkaa vakiointilinjastolle. Siellä maitoon lisätään tietty määrä rasvaa ja muita ainesosia, jotta saavutetaan juustonvalmistukseen soveliaista maitoa. Erilaiset juustot vaativat omanlaisensa maidon ja esimerkiksi Polar 5 %:n valmistuksessa käytetään erilaista maitoa kuin Polar 15 %:n tuotannossa. Vakioinnin jälkeen maito pumpataan uudelleen lämmönvaihtimeen, jossa se kuumennetaan pastörintilämpötilaan lakisääteiseksi ajaksi. Kun pastörinti on suoritettu, maito jäähdytetään nopeasti alle kuusiasteiseksi ja pumpataan juustomaitosiiloon odottamaan jatkotoimia. [16.]

## **6.2 Linjastolla olevat mittalaitteet**

Opinnäytetyön tutkittavana kohteena oleva juustomaitolinja sisältää 39 mittalaitetta, joista osa on kalibroinnin piirissä ja osa on paikallismittauksia. Meille jaettiin juustomaitolinjan PI-kaavio, josta selvitimme kalibroittavien mittalaitteiden sijainnin ja niiden määrän. PI-kaavio on prosessilaitteistojen kuvaamiseen käytetty piirustustyyppi. Kaavion tarkoitus on antaa perustiedot prosessin teknillisistä ratkaisuksista, eli käytännössä laitteista ja niiden putkituksista. [2, 22.]

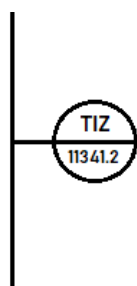
Mitattavia suureita prosessissa ovat muun muassa pinnantaso, paine, lämpötila, virtaus ja johtokyky. Mittalaitteita on sijoitettu huomioiden prosessin tarpeita, esimerkiksi ennen ja jälkeen lämpökäsittelyiden on useita lämpö- sekä painemittauksia. Pumppujen yhteyteen on asetettu pyörimisnopeus taajuusmuuntimia, joita ohjataan jonkin toisen mittalaitteen tulosten perusteella. Virtausnopeusmittari saattaa logiikan kautta ohjata pumppua, jotta haluttu

virtaus putkessa saavutetaan. Raaka- ja juustomaitosiiloihin on asetettu pinnantasomittauksia, joiden avulla prosessinohjaukselle saadaan reaaliaikaista maidon määrästä siiloissa. [22.]

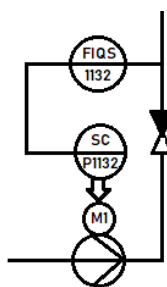
Jokaisella mittauspisteellä on oma tunnistenumero ja kirjaintunnus, joilla ne on merkitty PI-kaavioon. Esimerkiksi TIZ 11341.2, joka on CCP lämpötilamittaus indikoinnilla juustomaidon pastöroinnissa. Sen yhteyteen on tehty lukitustoiminta prosessin pysäyttämiseksi, jos lämpötila ei ole halutunlainen. [9.]

Poikkiviiva ympyrän sisällä tarkoittaa, että mittauspiste on kytköksissä tietokoneautomaatioon. Jos viivaa ei ole, on mittaus niin sanottu paikallismittaus. Se tarkoittaa perinteistä viisarimittaria, joka ei ole yhteydessä prosessinohjaukseen. Paikallismittaukset eivät kuulu kalibroitavien mittalaitteiden verkostoon. Kirjainten merkitys tulee englannin kielestä. [16.]

T=temperature ; I= Indicator ; Z= Safety Instrumented System.



Kuva 9. Pastöroinnin lämpötilamittaus PI-kaaviossa [21.]



Kuva 10. PI-kaavio merkintä, jossa virtausnopeusmittari FIQS 1132 ohjaa pumppua pyörittävää sähkömoottoria taajuusmuuttujalla halutun virtausnopeuden saavuttamiseksi. [22.]

MITTAUSSUUREIDEN JA VALVOMOLAITTEIDEN KIRJAINNUMUKSET		
Kirjain	1. kirjaimena	seuraavana kirjaimena
A		<i>hälytys</i>
C		<i>säätö</i>
D	<i>tiheys</i>	<i>ero</i>
E	<i>sähkösuureet</i>	<i>anturitoiminta</i>
F	<i>virtaama</i>	<i>suhde</i>
G	<i>pituus / asema</i>	
H	<i>käsiöjous</i>	
I		<i>osoitus</i>
L	<i>pinnankorkeus</i>	
M	<i>kosteus</i>	<i>modulaattori = viestin muunto</i>
N	<i>vapaavalintainen</i>	
O	<i>vapaavalintainen</i>	
P	<i>paine</i>	<i>testaus, näytteenotto</i>
Q	<i>laatu (esim. sakeus)</i>	<i>laskuri eli summain</i>
R	<i>radioaktiivinen säteily</i>	<i>tallennus (esim. piirturi)</i>
S	<i>nopeus / taajuus</i>	<i>kytkentätoiminta</i>
T	<i>lämpötila</i>	<i>lähetin</i>
V	<i>viskositeetti</i>	<i>venttiili</i>
W	<i>paino, voima</i>	
Z		<i>häätä- tai turvatoiminta</i>

Taulukko 6. Mittaussuureiden ja valvomolaitteiden kirjaintunnuksot PI-kaaviossa. [23, 45.]

### 6.3 Kalibrointipisteiden määrittäminen

Tarkastellessamme kalibroitavien mittalaitteiden positioita juustomaitolinjalla huomasiimme suurimman osan mittalaitteista olevan paikallismittalaitteita. Linja sisältää kolme CCP-mittausta, jotka ovat pastörintilämpötila TIRCA 11341.1, pastöroinnin jälkeinen lämpötila TIZ 11341.2 sekä JML3 pastörinti TICRA-1134.2. Lisäksi löytyy kolme kalibroinnin piiriin kuuluvaa mittalaitetta. Raakamaitosiiilossa on lämpötilamittaus TI 061, lisäksi löytyy raakamaidon määrämittaus FIQS 1132, sekä juustolaan menevän maidon määrän mittaus FIQS 2074. Yhteensä siis kalibroitavia mittalaitteita on kuusi kappaletta juustomaitolinjalla. [22.]

Havaitsimme myös muita kalibroinnin piirissä olevia mittauksia, mutta ne eivät kuuluneet enää opinnäytetyön aihealueeseen. Kokonaisuudessaan JML sisältää

39 mittalaitetta, jotka eriteltiin Excel kaavioon prosentiosuuksina havainnollistamaan paikallismittausten suurta osuutta juustomaitolinjalla. Kalibroitavaa positioita on yhteensä 16 %, joista puolet ovat lakisääteisiä kriittisiä hallintapisteitä. Ne on merkitty ympyräkaavioon (taulukko 7) punaisella. JML:n PI-kaavio löytyy kokonaisuudessaan liite 1 osiosta.



Taulukko 7. Mittalaitteiden visualisointi Excel ympyräkaaviolla.

## 7 Kehittämisehdotus kalibroinneille

### 7.1 FMEA- analyysi ja tulokset

Juustomaitolinjalle tehdyssä FMEA- analyysissä saatiin riskinumerot kalibroitaville positioille, sekä lakisääteisille CCP-mittauspisteille. Kaavioon on värikoodattu punaisella CCP-mittaukset ja vihreällä kalibroitavat positiot. Analyysissä suurimmalle painoarvolle nousi raakamaitosiilossa oleva lämpötilamittaus. Se vaikuttaa olennaisesti maidon laatuun ja turvallisuuteen. Virtausnopeusmittaukset jäivät pienemmälle tärkeysasteelle, koska ne eivät suoranaisesti vaikuta lopputuotteeseen. Niistä aiheutuva virhe vaikuttaa usein prosessiin ja sen jouhevuuteen.

CCP-mittauspisteet ovat myös mukana analyysissä, vaikka niihin ei voida lakiin perustuvien syiden nojalla vaikuttamaan.

Process/risk description	Possible mistake	Possible result / meaning	S = meaning	Possible occurrence / reason	O = occurrence	Detection / inspection method	D = detection	R = risk number
raakamaitosiilo TI 061	virheellinen lämpötila siilossa	raakamaidon kontaminoituminen	9	Raakamaito loppu Anturit epäkunnossa Virhe automaatiassa	2	Lämpötila hälytin	3	54
virtausmittaus FIQS 1132	virheellinen virtausnopeus	virtausnopeus putkessa liian pieni / suuri	4	Pumppu pyöri virheellisellä nopeudella Pumppu toimintakyvytön	3	Virtausnopeus hälytin	3	36
TICRA 11341.1 CCP	virheellinen lämpötila	tuotteen kontaminoituminen	10	Pastörointi epäonnistunut Anturi epäkunnossa Virhe automaatiassa	2	Lämpötila hälytin Prosessin pysäytys	2	40
TIZ 11341.2 CCP	virheellinen lämpötila	tuotteen kontaminoituminen	10	Pastörointi epäonnistunut Anturi epäkunnossa Virhe automaatiassa	2	Lämpötila hälytin Prosessin pysäytys	2	40
TICRA 1134.2 CCP	virheellinen lämpötila	tuotteen kontaminoituminen	10	Pastörointi epäonnistunut Anturi epäkunnossa Virhe automaatiassa	2	Lämpötila hälytin Prosessin pysäytys	2	40
virtausmittaus FIQS 2074	virheellinen virtausnopeus	virtausnopeus putkessa liian pieni / suuri	4	Pumppu pyöri virheellisellä nopeudella Pumppu toimintakyvytön	3	Virtausnopeus hälytin	3	36

Taulukko 8. FMEA-analyysi JML mittalaitteille.

FMEA-analyysiä (taulukko 8) tulkitsemalla voidaan päätellä raakamaitosiilon lämpötilamittauksen (TI 061) olevan tärkein kalibroinnin piirissä olevana piste. Tulos on perusteltu virheellisestä lämpötilasta aiheutuvien riskien ennaltaehkäisyyn. Pahimmassa tilanteessa koko siilon 100m<sup>3</sup> raakamaitoa voi korkean lämpötilan johdosta kontaminoitua.

Virtausmittalaite FIQS 1132 tehtävänä on tarkastella raakamaitosiilolta tulevaa virtausta pumpun P1132 jälkeen. Liian alhainen pyörintänopeus pumpulla tuottaa alhaisen virtauksen putkistossa. FIQS 1132 säätelee pumpun nopeutta taajuusmuuttujalla. Raaka-aineen kulku putkistossa on tuotannon kannalta tärkeää, mutta se on helposti havaittavissa prosessin eri vaiheissa. Suuria materiaalikustannuksia ei häiriön sattuessa synny.

Virtausmittaus FIQS 2074 on sijoitettu maidon yhteiskäsittelyssä sijaitsevaan putkistoon. Prosessin kannalta merkitys ei eroa edellä mainitusta virtausmittauksesta (FIQS 1132), koska pumput ohjautuvat tarpeen mukaan. Valvomon henkilökunta huomaa vakavat poikkeavuuserot. [22.]

Yhteenvedona kolmen kalibroittavan pisteen väliltä, pienimmälle riskinumerolle jäivät virtausnopeusmittaukset, mutta niiden merkitys koko prosessin kannalta on kohtalaisen merkittävä. Pisteisiin voitaisiin soveltaa vaihtoehtoisia menettelytapaa toimeksiantajan niin halutessa.

## 7.2 Kalibroinneille vaihtoehtoinen menettely

Tehdaspalvelun työntekijän kanssa keskustellessa kävi selväksi, että kalibroitavia mittauspisteitä on monissa prosesseissa runsaasti, ja niistä aiheutuu paljon työtä. Kalibrointiin käytetty aika on pois muista työtehtävistä, erityisesti tehdaspalvelun resursseista. Uusien mittalaitteiden hankinnan yhteydessä myös kalibrointien määrä kasvaa entisestään. [7.]

Tyypillisimpiä mittalaitteita kalibroinnin piirissä ovat vaa'at, virtausnopeusmittalaitteet sekä lämpö-, ja paineindikaattorit. Pohdimme olisiko mahdollista tehdä priorisointijärjestelyä ja sen pohjalta pyrkiä esimerkiksi FMEA- analyysin (vika- ja vaikutusanalyysi) avulla ratkaisemaan prosessin kannalta kriittisimmät mittalaitteet. Analyysissa tarkasteltaisiin yksitellen valikoidun prosessin osan mittalaitteita ja niiden vaikutusta lopputuotteeseen. Analyysi identifioi tavat, joilla tuote voi epäonnistua asiakkaan asettamissa vaatimuksissa. Jokaiselle mittauspisteelle saadaan oma riskinnumero, joita vertailemalla saadaan korkeimman riskin mittauspiste. FMEA on helppo tapa löytää prosessista kriittisimmät mittalaitteet. [24.]

Monet mittalaitteet ovat kytköksissä toisiinsa fysiikan kaavojen avulla. Esimerkiksi paine ja virtaus ovat suoraan verrannollisia toisiinsa. Jos putkessa oleva virtausnopeus hidastuu, myös paine laskee. Kaksi eri suureen mittalaitetta eivät ole välttämättä tarpeellisia, jos ne mittaavat käytännössä samaa asiaa hieman eri tavalla. Joissakin tapauksissa yksi mittalaite voisi riittää indikoimaan putkessa vallitsevia olosuhteita. Näin ollen saataisiin karsittua kalibroinnin piiristä toinen mittalaite. Saman asian moneen kertaan mittaamista tulisi välttää, koska tehokkuus kärsii. Joissakin tapauksissa tämä on kuitenkin tarpeellista, jos on pitkiä putkisiirtymiä rakennuksista toisiin, jolloin paineen muutokset ovat mahdollisia. [7.]

Tulkiten ISO 9001:a koskien mittausten jäljitettävyyttä, voidaan todeta, että todennus koskien elintarvikelainsäädännön piiristä poissuljetuilla

kalibrintipisteillä olisi riittävä menettelytapa. Ymmärsimme asian, että prosessin parantaminen standardien velvoittamissa rajoissa on mahdollista saavuttaaksemme toimeksiantajan haluaman lopputuloksen. Tyypillisesti kahden vuoden kalibrintivälistä voitaisiin joustaa tarpeen tullen, kunhan parametrit prosessin muilta osin ovat kunnossa. [10, 12.]

Työn tavoitteena oli saada aikaan tehtaalle kevyempi menettelytapa kaikkiin kalibroinnin piirissä oleviin mittauspisteisiin. Pisteiden kalibrintiväli on 1–2 vuotta riippuen onko kyseessä uusi vai vanha kalibrintipiste. Tapauskohtaisesti kalibrintivälejä voitaisiin pidentää tarpeen mukaan sovellettuna tehdaspalvelun resursseihin ja tuotannolliseen tilanteeseen FMEA-analyysissä saatujen riskinumeroiden perusteella. Tarkastusmenettelyksi voisi harkita tuotannon työntekijän suorittamaa tarkastusta mittalaitteelle tietyin väliajoin tuotannon työtehtävien ohessa. Tällä menettelyllä tehdaspalvelutyöntekijän ei tarvitsi toteuttaa toimenpidettä, jolloin kunnossapidon resursseja voitaisiin ohjata toisaalle.

Tarkastusmenettelyä voitaisiin soveltaa prosessia helpottaviin, mutta ei kriittisiin mittauspisteisiin. Kuitenkin jatkossa pidetään huolta jäljitettävyydestä asianmukaisten mitta- ja kalibrintipöytäkirjojen muodossa.

## **8 Pohdinta**

Opinnäytetyön avulla pyrittiin antamaan uusia ideoita ja näkökulmia mittalaitteiden kalibrointien kehitykseen. Juustomaitolinjan kalibroitavien positioiden vähäisyys hieman yllätti meidät. Aluksi PI-kaaviota lukiessa mittauspisteitä näytti olevan runsaasti, mutta analysoidessa kaaviota tarkemmin mittalaitteet osoittautuivat kalibroinnin ulkopuolelle jääviksi paikallismittauksiksi. Ne jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle. PI-kaavioiden ja piirrosmerkkien lukeminen osoittautui hieman haasteelliseksi perehtymättömälle silmälle, koska prosessit ovat hyvin monivaiheisia. Ajan kanssa saimme kuitenkin

kokonaiskuvan raakamaidon matkasta juustonvalmistukseen käytettäväksi maidoksi.

Analysointiin käytimme FMEA-analyysiä HACCP sijaan, sillä totesimme jälkimmäisen analyysin olevan soveltumaton kohteeseen jo ennalta määriteltujen asioiden kannalta. Valio on tehnyt riskianalyysin jokaiselle myymälleen tuotteelle ennestään, joten tarvetta jatkotutkimuksille ei ollut. [9.]

Opinnäytetyön aikana saimme paljon informaatiota elintarvikealan standardeista ja meijerivalmisteiden tuotannossa käytettävistä mittalaitteista. Tutkimuksessa pääsimme soveltamaan standardeja kehitystyössä ja havainnollistamaan niiden merkityksen yrityksen liiketoiminnassa. Lisäksi pääsimme vierailemaan tehdaspalvelun työntekijän mukana hänen suorittaessaan kalibrointeja käytännössä, jotka antoivat konkreettista kuvaa niiden suorittamisesta kunnossapidon näkökulmasta. Tehdasvierailuilla haastateltavat henkilöt olivat hyvin avuliaita ja antoivat omia näkökulmiaan opinnäytetyön aihealueelle.

Opinnäytetyötä tehdessämme toimeksiannon jälkeen havaitsimme työssämme muutamia kehitystä vaativia kohteita. Suurimmaksi haasteeksi osoittautui ajankäyttö ja työnkuvan vaihtuminen useaan kertaan. Tiedonvaihto opinnäytetyöntekijöiden ja toimeksiantajan välillä oli aika ajoin haastavaa.

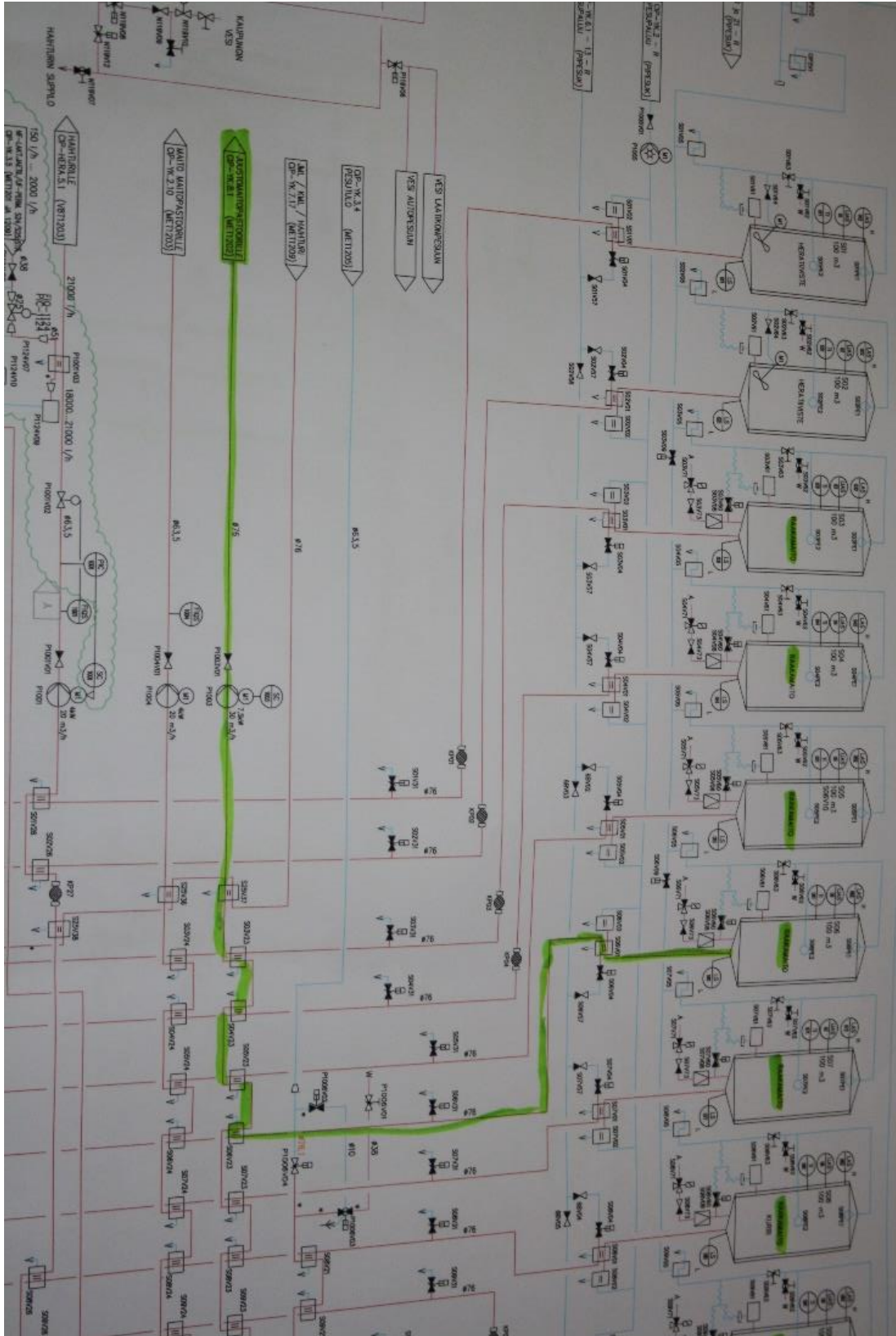
Kokonaisuudessaan pääsimme tavoitteeseen insinööriyössämme ja saimme luotua oman käsityksemme tutkittavasta aihekokonaisuudesta, sekä tuloksen tehdylle työlle. Meille asetetussa prosessissa mahdollisuudet kevennettyyn menettelytapaan olivat hieman haastavat, koska juustomaitolinjalla kalibroitavia positioita oli hyvin vähän. Tulevaisuudessa opinnäytetyötämme voi käyttää pohjana kehitykselle muualla tuotannossa, jos se nähdään tarpeelliseksi. Tutkimuksen luotettavuutta ei kuitenkaan voida varmistaa tehtaan muilla prosessilinjoilla ilman suurempaa perehtymistä niiden parametreihin.

## 9 Lähteet

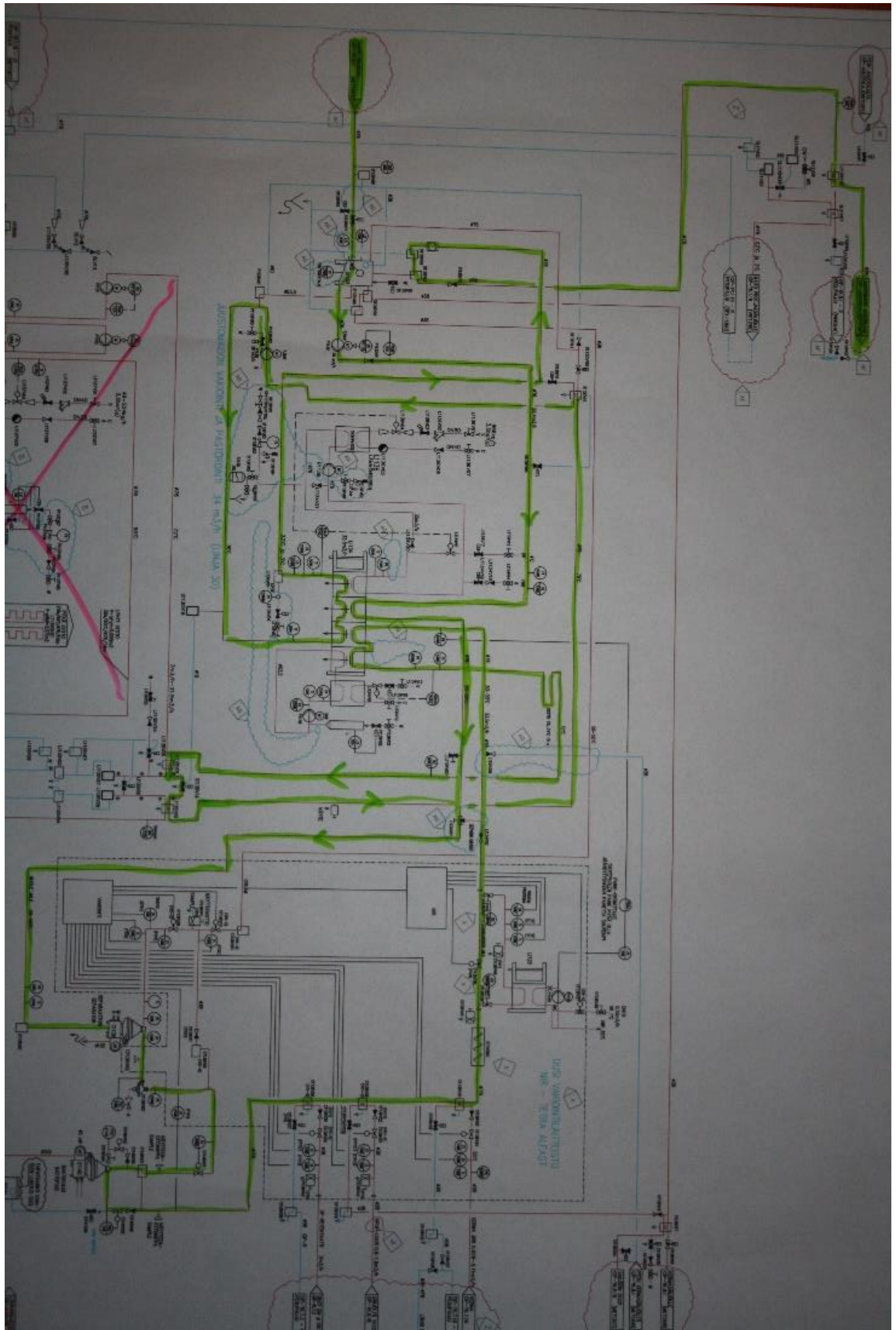
1. Esala, Lehto & Tikka. 2003. Konepajatekniset mittaukset ja kalibroinnit. tekninen tiedotus 3/2003. Helsinki: Teknologiateollisuus ry. ISBN: 951-817-816-X
2. Malja, Tero 2021. Tehdaspalvelupäällikkö. Valio Oy. Haastattelu: 9.2
3. Valiojengi. 1.2.2019. Valion Joensuun juustola luo makua ja hyvinvointia <https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/valion-joensuun-juustola-luo-makua-ja-hyvinvointia/> (luettu 11.3.2021)
4. Ruokavirasto. Koostumusvaatimukset. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/vierasaineet/> (luettu 4.5.2021)
5. Kiwa. Elintarvikkeet - koulutukset <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelutyypit/koulutus/elintarvikkeet/> (luettu 19.4.2022)
6. MIKES. Lämpötilan mittaus. 2005. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2005-J4.pdf>
7. Tanskanen, Arto 2021. Tehdaspalvelutyöntekijä. Valio Oy. Haastattelu 8.4.2021
8. Evira. 1.4.2008. HACCP-järjestelmä, periaatteet ja soveltaminen (Eviran ohje 10002/2) [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/omavalvonta/eviran\\_ohje\\_10002\\_haccp.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/omavalvonta/eviran_ohje_10002_haccp.pdf) (luettu 24.3.2021)
9. Valion sisäinen kalibrointi- ja mittalaitemateriaali MEO
10. Suomen Standardisoimisliitto SFS, SFS-EN ISO 9001, Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 2015.
11. Lähteenmäki-Uutela. Elintarviketurvallisuus. 2007. Helsinki ISBN: 978-951-37-5083-1
12. Suomen Standardisoimisliitto SFS, SFS-EN ISO 22000, Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmät. Elintarvikeketjuun kuuluvia organisaatioita koskevat vaatimukset. 2018
13. ARTER. 31.01.2022. PDCA- malli käytännössä laadunhallinnan kivijalkana. <https://www.arter.fi/pdca-malli-kaytannossa-laadunhallinnan-kivijalkana/> (luettu 28.4.2022)
14. Automaatioseuran artikkeli. Ari Kukkonen. 2002. [http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/4\\_1\\_2\\_04.pdf](http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/4_1_2_04.pdf)
15. Hautala, Peltonen & Lahden Teho-Opetus Oy. Insinöörin (AMK) Fysiikka Osa I. 2016. ISBN: 978-952-5191-29-5 (luettu 12.4.2022)
16. Venäläinen, Sami 2022. Tekninen asiantuntija, Tehdaspalvelu. Valio Oy. Haastattelu 4.4.2022
17. Kuosmanen, Matti 2022. Ilmailun harrastaja. <http://auster.dyndns.info/UPL/Aerodynamiikka.pdf> (luettu 19.4.2021)
18. Chembuddy. pH meter. <http://www.ph-meter.info/> (luettu 19.4.2021)

19. MIKES. Paineen mittaus. 2011.  
<https://www.vtresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf>
20. Opetushallitus. Konduktometria  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmat\\_6-3\\_konduktometria.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmat_6-3_konduktometria.html) (luettu 19.4.2021)
21. Hirvonen, Pekka 2021. Valio Oy. Haastattelu 16.04
22. Valio. JML PI-kaavio. Luettu 4.5.2022
23. Suomen Standardisoimisliitto SFS, SFS-EN ISO 14617-7, Kaavioissa käytettävät Piirrosmerkit. Osa6: Mittaus ja ohjaustoiminnot. 2004.
24. Quality- One. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) <https://quality-one.com/fmea/> (luettu 19.4.2022)
25. FINAS <https://www.finas.fi/Sivut/default.aspx> (luettu 28.4.2022)
26. Ruokavirasto. 20.12.2019. HACCP-järjestelmä on osa elintarvikehuoneiston omavalvontajärjestelmää.  
<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/omavalvonnan-periaatteet/haccp/> (luettu 28.4.2022)

### PI-kaavio raakamaitosiiloilta kohti yhteiskäsittelyä

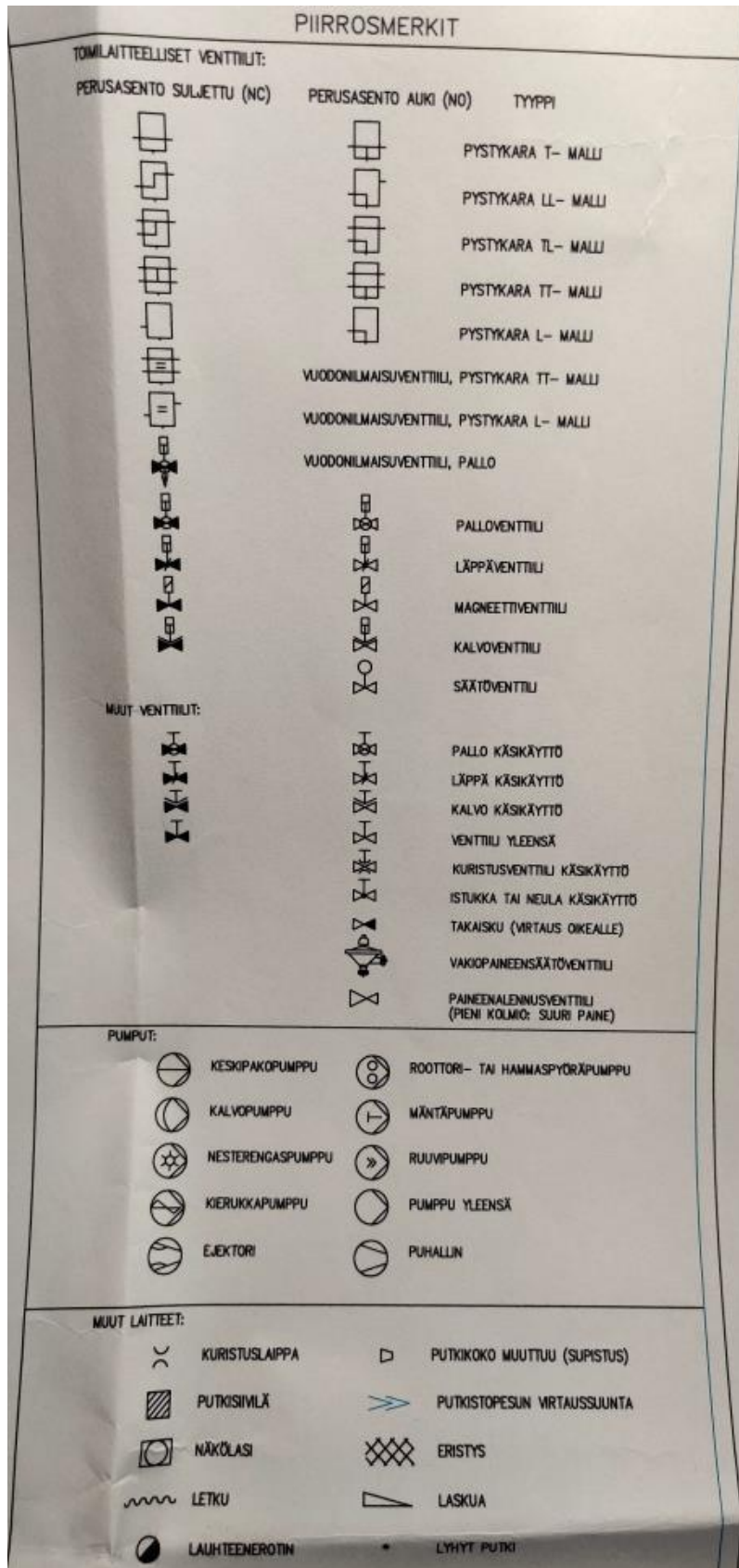


# PI-kaavio juustomaidon yhteiskäsittelystä





**PI-kaavio piirrosmerkinnät**



## Kalibrointitodistus

Kalibrointitodistus		Tulosta: 23.4.2019 20:52:51 Tulostaja: Aro, Tanakanen OMK versio: 27.4143 (2.7)	
Todistusnumero: 4914		Positiotunnus: 010106T11701	
<b>Positio</b>	Hapatus lämpötilä	<b>Laite</b>	010106T11701
Mittauksen nimi		Laite	
Työnumero		Sarjanumero	
Paikka	UF suodattelu tuorejuuston valmistus	Valmistaja	Endress+Hauser Easytemp TMR35-A1XB0
Tehdasherätkä	JOENSUUN UF SUODATETUN TUOREJUUSTON VALMISTUS/KYPSYTYS/	Virtelävyysalue	
		Max. toimintälämpötilä	Max. ilmankosteus
<b>Toiminto</b>		<b>Kalibrointitapahtuma</b>	
Toimintotyyppi	ti (li)	Kalibroitu	23.4.2019 20:50:04
Sirtolukinto	Lineaarinen	Seuraava kalibrointi	23.4.2021
Alue	0 ... 150 °C	Ympäristön lämpötilä	ilman kosteus
<b>Kalibrointimenetelmä</b>		<b>Kalibraattorit</b>	
Seuraava kalibrointi	23.4.2021	Kalibraattori	MC5 : 24512440
Hylkäysraja >	0,5 °C	Tulon moduuli	1xP1100 : 450569-07
Viritysvolte	100 % hylkäysrajasta	Lähdön kalibraattori	
Kalibrointistrategia	Laatuajustelaman kalibrointi	Lähdön moduuli	
	Luokitus A	Seuraava kalibrointi:	15.1.2020
		Seuraava kalibrointi:	15.1.2020
		Seuraava kalibrointi:	
		Seuraava kalibrointi:	

1. Ennen viritystä					HYVÄKSYTTY				
Maksimivirhe: -0,32 °C									
Nimellisarvo tulo [°C]	Nykyinen Tulo [°C]	Nimellisarvo lähti [°C]	Nykyinen Lähti [°C]	Löydetty Virhe [°C]	Nimellisarvo tulo [°C]	Nykyinen Tulo [°C]	Nimellisarvo lähti [°C]	Nykyinen Lähti [°C]	Löydetty Virhe [°C]
10,00	10,12	10,00	9,81	-0,31	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
30,00	30,01	30,00	29,70	-0,31	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
50,00	49,70	50,00	49,48	-0,22	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
30,00	30,02	30,00	29,71	-0,31	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
10,00	10,13	10,00	9,81	-0,32	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00

2. Virityksen jälkeen					HYVÄKSYTTY				
Maksimivirhe: 0,00 °C									
Nimellisarvo tulo [°C]	Nykyinen Tulo [°C]	Nimellisarvo lähti [°C]	Nykyinen Lähti [°C]	Löydetty Virhe [°C]	Nimellisarvo tulo [°C]	Nykyinen Tulo [°C]	Nimellisarvo lähti [°C]	Nykyinen Lähti [°C]	Löydetty Virhe [°C]
10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
30,00	30,00	30,00	30,00	0,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
30,00	30,00	30,00	30,00	0,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00

Muistutukset:

Kalibroija: Aro, Tanakanen  
23.4.2019 20:50:04

Sivu: 1/1