

Ville Soini

# Hygienialaitteiden keskitetty ohjausjärjestelmä

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Ville Soini

Työn nimi: Hygienialaitteiden keskitetty ohjausjärjestelmä

Ohjaaja: Heikki Rajala

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 37

Liitteiden lukumäärä:0

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa keskitetty logiikka-ohjausjärjestelmä uuteen elintarviketehtaaseen tulevien hygienialaitteiden ohjaukseen ja niiden kemikaaliannosteluun. Ohjattavia laitteita tässä tapauksessa olivat tehtaaseen tulevat lattiavaahdotin, kemikaalien keskusannostelun kemikaalipumppujen ohjaus ja kemikaalisäiliön automaattinen vaihtolaite.

Perinteisellä toteutustavalla jokaiseen yksittäiseen laitteeseen tulisi oma logiikkaohjain, joka ohjaa laitetta.

Työn alussa kartoitettiin tehtaaseen tarvittavien laitteiden määrä, jonka perusteella voitiin suunnitella niille keskusohjauslaite, kytkentäkotelot, tarvittavat komponentit ja niiden määrä.

Tämän työn tuloksena saatiin valmistettua yksi logiikkaohjattu laite, jolla ohjataan tehtaaseen hygienialaitteita. Laitteiden toimintaa ja parametrejä säädetään ohjausjärjestelmän kytkentäkotelon kannessa olevalta HMI-paneelilta.

Avainsanat: HMI, lattiavaahdotin, ohjelmoitava logiikka, parametri

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Technology

Specialisation: Machine Automation

Author/s: Ville Soini

Title of thesis: Centralized Control System for Hygiene Devices

Supervisor: Heikki Rajala

Year:2020

Number of pages:37

---

The purpose of the thesis was to design and manufacture a centralized logic control system for the control of the hygiene devices and their chemical dosing coming to a new food factory. The devices to be controlled in this case were the floor foamers, the control of the chemical dosing chemical pumps and the automatic changeover device of the chemical tanks. In the traditional implementation, each individual device would have its own logic controller that controls the device.

In the beginning of the work, the number of equipment needed for the factory was mapped, to enable the designing of the central control device, junction boxes and the necessary components. As the result of this work, one logic-controlled device was manufactured to control all the hygiene equipment of the factory. The operation and parameters of the devices were designed to be controlled from the HMI panel on the cover of the control system.

Keywords: HMI, floor foamer, programmable logic controller, parameter

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>7</b>
1.1 Toimeksiantaja ja yritysesittely.....	7
1.2 Työn tausta.....	7
1.3 Työn tavoite.....	8
1.4 Työn rakenne.....	8
1.5 Työn rajaus.....	8
<b>2 TEORIA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Ohjelmoitava logiikka.....	9
2.1.1 Logiikkaohjelmointi.....	10
2.2 HMI.....	11
2.3 Anturitekniikka.....	12
2.4 Turvapiirit.....	13
2.5 Elintarvikehygienia.....	14
2.5.1 Pesusatelliitti.....	15
2.5.2 Lattiavaahdotin.....	16
2.5.3 Hygienia-alueet.....	18
2.5.4 Pesu.....	18
<b>3 LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET.....</b>	<b>20</b>
3.1 Tehtaaseen tulevat laitteet.....	20
3.2 Laitteiden käyttö.....	21
<b>4 OHJAUSKESKUS.....</b>	<b>22</b>
4.1 Keskuksen suunnittelu.....	22
4.1.1 Komponentit.....	22
4.1.2 Toteutus.....	24
<b>5 OHJATTAVAT LAITTEET.....</b>	<b>25</b>

5.1 Lattiavaahdottimen suunnittelu.....	25
5.1.1 Komponentit.....	25
5.1.2 Toteutus.....	26
5.2 Kemikaalin keskusannostelun suunnittelu.....	29
5.2.1 Komponentit.....	29
5.2.2 Toteutus.....	29
5.3 Automaattisen vaihtolaitteen suunnittelu.....	32
5.3.1 Komponentit.....	33
5.3.2 Toteutus.....	33
6 YHTEENVETO.....	34
LÄHTEET.....	36

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate (Bolton, W. 2006, 3).....	9
Kuva 2. FBD-kielen AND- ja OR-piirit (Keinänen ym. 2007, 224). ....	10
Kuva 3. STL-kielen AND- ja OR-lausekkeet (Keinänen ym. 2007, 224). ....	11
Kuva 4. LAD-kielen AND- ja OR-piirit (Keinänen ym. 2007, 224).....	11
Kuva 5. Painelähetin 0-1,6 bar 0-10V signaalilla (Christian Bürkert GmbH & Co. KG, [Viitattu 11.5.2020]).....	13
Kuva 6. Kemikaalipumpun virtapiiri .....	14
Kuva 7. Pesusatelliitti MP 10-50 (Christeyns 2013) .....	16
Kuva 8. JLux FF -lattiavaahdotin (Christeyns, 2014). ....	17
Kuva 9. Ohjauskeskus sisältä .....	22
Kuva 10. Ohjauskeskuksen kansi .....	23
Kuva 11. Lattiavaahdotin sisältä .....	26
Kuva 12. Lattiavaahdotin asetusten esikatselu .....	27
Kuva 13. Lattiavaahdotin asetukset .....	28
Kuva 14. Lattiavaahdotin .....	28
Kuva 15. Keskusannostelun paineanturit ja varoventtiilit .....	30
Kuva 16. Kemikaalin keskusannostelun ja vaihtolaitteiden asetukset.....	31
Kuva 17. Keskusannostelulaitteisto kokonaisuudessa .....	32
Kuva 18. 3-tieventtiileiden magneettiventtiilit .....	33
Kuva 19. Pesukeskuksen laitteistokokonaisuus.....	35

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>HMI</b>	HMI eli human-machine-interface on käyttöliittymä, jolla voidaan esimerkiksi säätää laitteen toimintaa ja parametrejä, visualisoida dataa ja seurata tuotantoaikoja.
<b>Lattiavaahdotin</b>	Lattiavaahdotin on laite, jota käytetään elintarviketeollisuudessa hygienia-alueiden erotteluun.
<b>Ohjelmoitava logiikka</b>	Ohjelmoitava logiikka eli PLC (programmable logic controller) on mikroprosessoripohjaisen ohjaimen muoto. Ohjelmoitava logiikka on yksi keskeisimmistä komponenteista koneautomaatiossa.
<b>Parametri</b>	Ohjelmalle tai funktiolle annettava arvo, jonka perusteella se saa aikaan tuloksen.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Toimeksiantaja ja yritysesittely

Tämän työn toimeksiantajana on Oy Christeyns Nordic Ab. Oy Christeyns Nordic Ab on Belgialaisen Christeyns NV:n tytäryhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee Turussa. Christeyns NV:llä on tytäryhtiöitä 30:ssä eri maassa. (Christeyns NV, [viitattu 4.1.2020].)

Christeyns kuuluu kansainvälisten pesuainevalmistajien kärkeen. Christeynsiltä saa turvallisia ja tehokkaita pesuaineita eri tarpeisiin. Lisäksi Christeyns kehittää ja markkinoi laitteita pesuun, pesuaineiden annosteluun, pesujen valvontaan sekä veden ja energian säästöön. Christeynsin asiakkaita ovat pesulat, elintarviketeollisuus, sairaalat, ammattisiivousliikkeet ja monet muut toimijat, joille on tärkeintä täydellinen puhtaus. (Oy Christeyns Nordic Ab, [viitattu 4.1.2020].)

## 1.2 Työn tausta

Työn taustana on Oy Christeyns Nordicin asiakkaan tilaus uuden tehtaan hygienia-laitteistolle. Tilauksen laitteita olivat yhdeksän pesusatelliittia, kahdeksan lattiavaahdotinta, kaksi automaattista vaihtolaitetta ja kahden eri kemikaalin keskusannostelujärjestelmää pesu- ja desinfiointiaineille. Kemikaalin keskusannostelujärjestelmä syöttää pesu- ja desinfiointiaineen satelliiteille ja desinfiointiaineen lattiavaahdottimille. Asiakkaalle annettiin tarjous perinteisellä toteutustavalla olevasta hajautetusta järjestelmästä, jossa jokaista laitetta ohjataan omalla logiikkaohjaimella, ja toinen tarjous keskusohjausjärjestelmästä, joka ohjaa kaikkia kahtatoista (12) tarjouksen laitetta. Asiakas valitsi keskusohjausjärjestelmän.



### 1.3 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa uusi logiikkaohjattu keskusohjausjärjestelmä toimeksiantajan asiakkaan tilaamiin laitteisiin. Vastaavanlaista järjestelmää ei ole aiemmin toteutettu Christeynsin puolesta, joten keskusohjausjärjestelmä ja sen logiikkaohjelma täytyi suunnitella ja toteuttaa uutena tuotteena. Laitteiden toiminta tuli olla täysin säädettävissä ohjauskeskuksessa olevalta HMI-paneelilta.

Koska perinteisen mallin lattiavaahdottimissa on oma logiikkaohjain, oli tavoitteena suunnitella keskusohjatulle lattiavaahdottimelle uusi kompaktimpi kytkentäkotelo.

### 1.4 Työn rakenne

Toisessa osiossa on tietoa laitteistossa käytetyistä komponenteista ja menetelmistä.

Kolmannessa osiossa on tietoa työn lähtökohdista ja toteutustavoista perinteisin menetelmin, uuden järjestelmän vaatimukset, jotta sillä voidaan korvata perinteisellä toteutustavalla tehdyt hygienialaitteet.

Neljännestä osiosta eteenpäin kerrotaan itse laitteiston suunnittelusta ja toteutuksesta osioon 5 asti. Osiossa 6 on yhteenveto työn toteutuksesta.

### 1.5 Työn rajaus

Työhön kuuluu laitteiston suunnittelu, toteutus ja yhteenveto toiminnassa olevasta laitteesta. Vaikka asennus oli osa käytännön työtä, siitä on kerrottu tässä työssä vain osittain. Lisäksi logiikkaohjelma on rajattu pois tästä työstä salauksen takia.

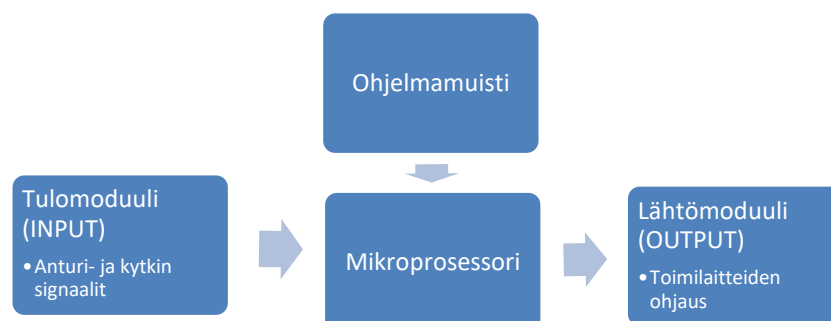
## 2 TEORIA

### 2.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka eli PLC (programmable logic controller) on mikroprosessoripohjaisen ohjaimen muoto, joka käyttää ohjelmoitavaa muistia ohjeiden tallentamiseen ja logiikan, sekvensoinnin, ajoituksen, laskennan ja aritmeettisten toimintojen toteuttamiseen koneiden ja prosessien ohjaamiseksi. Ohjelmoitava logiikka on yksi keskeisimmistä komponenteista koneautomaatiossa. Programmable Logic Controllers (Bolton, W. 2006, 3.)

Käytännössä ohjelmoitava logiikka käyttää inputien kokoelmasta otettua tietoa, käsittelee ne muistiin tehdyn ohjelman avulla ja lähettää fyysisen outputin kyseisen logiikan tulosten perusteella (kuva 1) (Controlsystems & Automation, 2019 23.7.2019).

Ohjelmoitavan logiikan etuina on se, että yhdellä ohjelmoitavalla logiikalla voidaan korvata jopa tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmoitavat logiikat otettiin alun perin käyttöön autoteollisuudessa, missä uudelleenohjelmoitavat logiikkaohjelmat korvasivat ohjausjärjestelmien kytkentämuutokset. Tarvittavien toiminnallisten muutosten tekeminen ohjausjärjestelmiin tuli merkittävästi helpommaksi verrattuna vanhoihin releohjauksiin. Logiikoiden vikadiagnostiikka-ominaisuuksien ansiosta vikatilanteiden selvittäminen ja tuotantoseisokit jäivät lyhyemmiksi. (Keinänen ym. 2007, 212.)

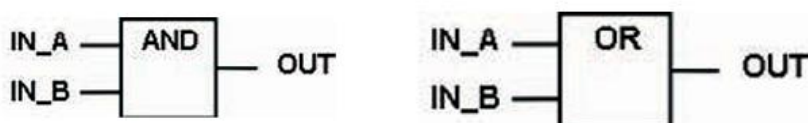


Kuva 1. Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate (Bolton, W. 2006, 3).

### 2.1.1 Logiikkaohjelmointi

Ohjelmoitavat logiikat käyttävät ohjelmointikieltä, jonka peruselementit koostuvat logiikkaportteista ja muista käskysanoista. Niillä käsitellään esimerkiksi ajastimia, las-kureita tai apumuisteja. Nykyään logiikoiden ohjelmat tehdään yleisimmin tietoko-nepohjaisilla ohjelmilla. Yleisimpiä ohjelmointikieliä ovat FBD (function block dia-gram), LAD (ladder diagram) ja STL (statement list) alla esimerkki näillä kielillä teh-dyistä AND ja OR toiminnoista. (Keinänen ym. 2007, 224.)

**FBD** eli toimintalohkokaavio koostuu toimintalohkoista, jotka on johdotettu toisiinsa. Tällaisia toimilohkoja ovat esimerkiksi yleiset AND(JA)- ja OR(TAI)-portit. (Keinänen ym. 2007, 224.)



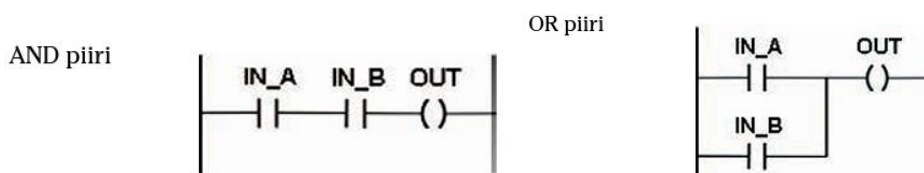
Kuva 2. FBD-kielen AND- ja OR-piirit (Keinänen ym. 2007, 224).

**STL** eli käskylistaohjelmointi on niin sanottu rakenteellinen tekstieditori (Structured text editor). Tämä ohjelmointitapa koostuu yksinkertaisista tekstimuotoisista komen-noista. Ohjelman lausekkeet perustuvat IF-ELSE-THEN-rakenteeseen. (Keinänen ym. 2007, 224.)

AND Lauseke			OR Lauseke		
IF	IN_A	jos IN_A on vaikutettuna	IF	IN_A	jos IN_A on vaikutettuna
AND	IN_B	ja IN_B on vaikutettuna	OR	IN_B	tai IN_B on vaikutettuna
THEN	SET OUT	niin aseta OUT aktiiviseksi	THEN	SET OUT	niin aseta OUT aktiiviseksi

Kuva 3. STL-kielen AND- ja OR-lausekkeet (Keinänen ym. 2007, 224).

**LAD** eli tikapuukaavio muistuttaa paljon teollisuuden sähköpiirikaaviota, jonka takia se on erittäin yleinen ohjelmointikieli. Sen vasen reuna vastaa piirikaavion jännitelähdettä ja oikea nollaa. Ohjelma luodaan käyttämällä avautuvia ja sulkeutuvia koskettimia. (Keinänen ym. 2007, 224.)



Kuva 4. LAD-kielen AND- ja OR-piirit (Keinänen ym. 2007, 224).

## 2.2 HMI

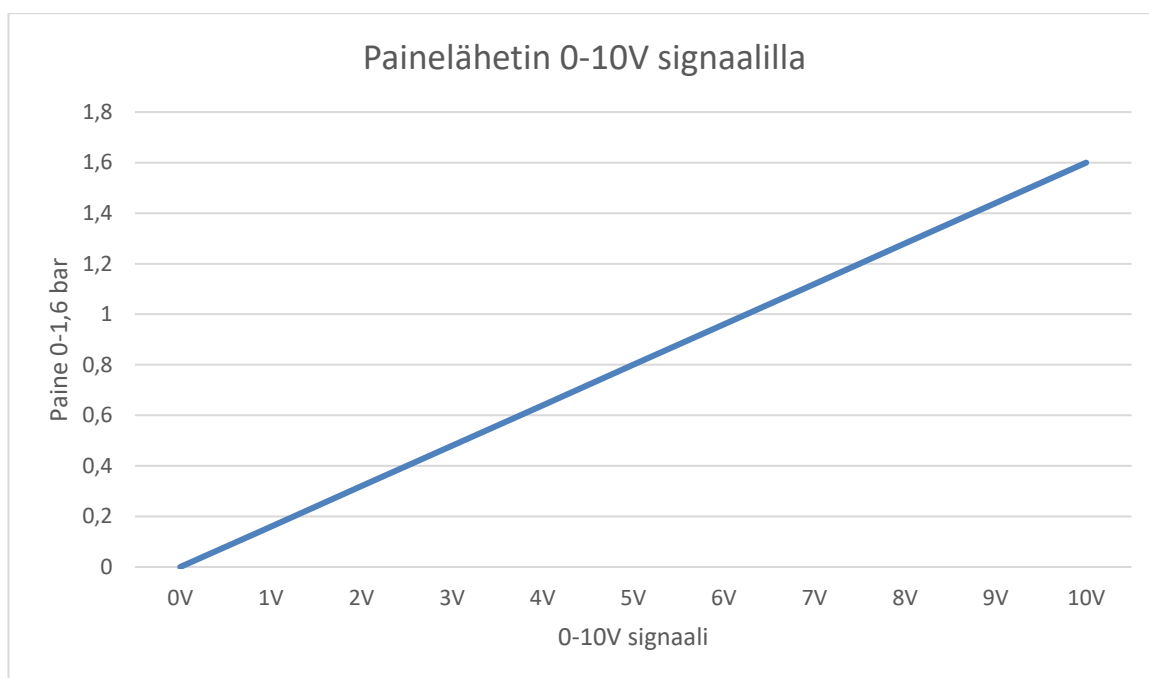
HMI eli human-machine interface on käyttöliittymä, jolla voidaan esimerkiksi säätää laitteen toimintaa ja parametrejä, visualisoida dataa ja seurataan tuotantoaikoja. Vaikka HMI-termiä voidaan yhdistää käytännössä mihin tahansa käyttöliittymään, yleisimmin HMI-termiä käytetään teollisen prosessin sisällössä. Yleisimpiä HMI-käyttöliittymiä ovat kosketusnäyttöpaneelit. HMI-käyttöliittymiä käytetään ohjelmointien logiikoiden kanssa, siitä saadaan tietoa prosessista ja pystytään ohjaamaan sitä. (Inductive Automation 10.8.2018.)

### 2.3 Anturitekniikka

Anturit ovat koneautomaatiossa käytettäviä laitteita, jotka keräävät tietoa prosessista tai koneen tilasta. Antureista voidaan puhua myös nimellä aistit. Koneautomaatiolaitteet käyttävät prosessin tilan seurantaan antureita. Anturit mittaavat erilaisia suureita, niitä ovat esimerkiksi paikka, lämpötila, paine, voima, kiertokulma ja nestepinnankorkeus. (Keinänen ym, 2007, 187, 190.)

Anturien lähettämä signaali on yleensä sähköinen, nämä signaalit ovat joko digitaalisia tai analogisia. Digitaalinen signaali tarkoittaa kaksitilaista viestiä, eli signaali vastaa kosketintietoa, toisin sanoen kytkin on joko auki tai kiinni, eli viesti on 0 tai 1. Tällaisia digitaalisia antureita ovat muun muassa tavalliset kytkimet, mikro- ja rajakytkimet, magneettikytkimet, induktiiviset ja kapasitiiviset anturit, optiset kytkimet (valokennot) ja ultraäänikytkimet. Koska digitaalisen viestin tila on joko 0 tai 1, ei sen antama informaatio riitä kaikissa tapauksissa. Jos halutaan seurata esimerkiksi painetta, ei tähän riitä 0 tai 1 tilatieto. (Keinänen ym, 2007, 187, 190.)

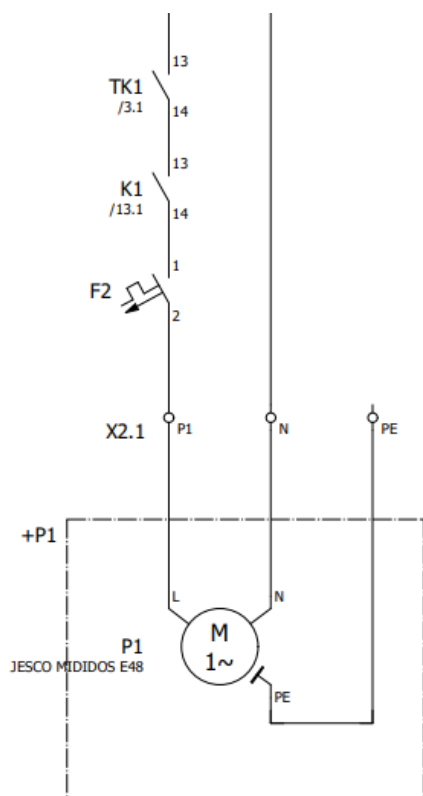
Tyypillisiä analogia signaaleja ovat jännite- ja virtaviestit, tällaisia viestejä ovat esimerkiksi 0–10 V:n jänniteviesti ja 4–20 mA:n virtaviesti. Esimerkiksi tässä työssä haluttiin seurata nesteen painetta, joka toteutettiin painelähettimeillä, joka lähettää painealueen 0–1,6 baaria 0–10 V:n jänniteviestillä (kuva 5).



Kuva 5. Painelähetin 0-1,6 bar 0-10V signaalilla (Christian Bürkert GmbH & Co. KG, [Viitattu 11.5.2020]).

## 2.4 Turvapiirit

Koneautomaatiolaitteisiin lisätään erilaisin suojausmenetelmin koneturvallisuutta käyttäjien turvallisuuden ja aineellisten menetyksien takia. Keskeisiä komponentteja koneturvallisuudessa ovat muun muassa hätä-seis-kytkimet, rajakytkimet ja valo-verhot. Nämä turvakomponentit kytketään yleisimmin turvareleeseen, joka katkaisee virtapiirin vaurioita aiheuttavalta laitteilta. (Keinänen ym, 2007, 15.)



Kuva 6. Kemikaalipumpun virtapiiri

Tässä työssä esimerkiksi hätä-seis-painikkeen avautuvat koskettimet katkaisevat jännitteen turvareleeltä, jonka jälkeen turvareleen TK1 sulkeutuvat koskettimet aukeavat ja katkaisevat kemikaalipumpun P1 virtapiirin, vaikka pumpun releen K1 koskettimet olisivatkin kiinni.

## 2.5 Elintarvikehygieniä

Elintarvikehygieniä on yksi keskeisimpiä asioita toimivassa elintarviketeollisuudessa. Elintarvikehygienialla tarkoitetaan kaikkia niitä välittömiä toimenpiteitä, joiden avulla voidaan varmistaa elintarvikkeiden turvallisuus, terveellisyys ja puhtaus alkutuotannosta kulutukseen. Sopivan elintarvikehygienian puuttuminen voi johtaa kuluttajan sairastumiseen, tai jopa kuolemaan. (WHO, [viitattu 23.4.2020].)

Euroopan parlamentin ja neuvoston mukaan elintarvikehygienialla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä ja edellytyksiä, jotka ovat tarpeen elintarvikkeisiin liittyvien

vaarojen hallitsemiseksi ja sen varmistamiseksi, että elintarvikkeet sopivat ihmisravinnoksi. (Euroopan parlamentin ja neuvosto 2004.)

Elintarvikehygienian tärkeimpänä tavoitteena on, ettei kuluttajalle aiheudu terveydellisiä tai taloudellisia haittoja ihmisravinnoksi soveltumattomien elintarvikkeiden takia. Lisäksi hyvällä elintarvikehygienialla varmistetaan tuotteiden säilyvyys. Suurin osa ruokamyrkytyksistä johtuu hygieenisten työskentelytapojen laiminlyönnistä. (Ruokavirasto, 2020.)

### **2.5.1 Pesusatelliitti**

Pesusatelliitti on laite, jota käytetään muun muassa elintarviketeollisuudessa pintojen pesuun. Laitetta käytetään elintarviketiloissa, joissa on tarve pintojen vaahdotukseen, pesuun sekä desinfiointiin. Pesusatelliiteista on monia eri variaatioita eri valmistajilla, mutta pääasiassa ne toimivat kaikki injektorilla. Injektori toimii kuin hydraulinen pumppu, joka hyödyntää paine-eroa veden tulo- ja lähtöpuolen välillä. Paine-eron aiheuttama tyhjiö imee pesuaineen sekoituskammioon, josta sekoitettu kemikaaliliuos lähtee eteenpäin. Kemikaaliliuoksen pitoisuus säädetään yleisimmin kemikaalin virtausta rajoittamalla. Esimerkkeinä kemikaalin virtauksen rajoittamiseen käytettävistä komponenteista ovat suuttimet erikokoisilla rei'illä tai neulaventtiili. Valmiiseen pesuaineliuokseen sekoitetaan injektorin jälkeen paineilma, jos liuoksesta halutaan muodostaa vaahtoa. Vaahdon paksuutta taas säädetään paineilman määrää säätämällä. (Christeyns. 2013.)





Kuva 7. Pesusatelliitti MP 10-50 (Christeyns 2013)

### 2.5.2 Lattiavaahdotin

Lattiavaahdotin on laite, jota käytetään elintarviketeollisuudessa hygieni-alueiden erotteluun. Sitä käytetään elintarviketilojen kulkuväylillä niissä kohdissa, joissa halutaan ehkäistä mikrobien siirtymistä eri osastojen välillä. Laite muodostaa halutunlaisen vaahdon lattian pinnalle. (Christeyns 2014.)

Vaahdonmuodostukseen käytetään kemikaalia, joka tyypillisesti sisältää pitkäkestoisesti vaikuttavia aktiivaineita, kuten alkyyliamiineja. Myös lattiavaahdotin käyttää injektoria kemikaaliliuoksen muodostamiseen. (Christeyns 2014.)

Lattiarajalle asennettavat suuttimet, tyypillisesti 1–2kpl, levittävät vaahdon halutulle alueelle (Christeyns 2014).

Oy Christeyns Nordic Ab:n JLux FF- lattiavaahdottimessa on mahdollisuus säätää ohjelmoitavan logiikan ajastuksia niin että se toimii automaattiasennolla esimerkiksi seuraavin tavoin:

- Viikkokello päälle ja pois -ajat esimerkiksi maanantaista perjantaihin klo 6:00–22:00
- Vaahdotusaika 7 sekuntia
- Tauko aika 30 min
- Jälkipuhallus 5 sekuntia, joka tyhjä vaahdotusputkesta nesteen pois, ettei laite valuta ainetta lattialle vaahdotusajan päätyttyä. (Christeyns, 2014.)

Automaattitoiminnon lisäksi laitetta voidaan käyttää käsikäyttökytkimellä ja siten vaahdottaa lattia myös manuaaliohjauksella (Christeyns, 2014).



Kuva 8. JLux FF -lattiavaahdotin (Christeyns, 2014).

### 2.5.3 Hygienia-alueet

Elintarviketeollisuuden tuotantoalueet koostuvat pääsääntöisesti neljästä eri hygienia-alueista. Esimerkkejä hygienia-alueista:

- Huonon hygienian alueet: jätehuoneet
- Matalan hygienian alueet: käytävät
- Normaalin hygienian alueet: tuotantotilat

Korkean hygienian alueet: pakkaamot, joissa pakataan valmiita tuotteita, joita ei pakkaamisen jälkeen enää kypsennetä. (Christeyns, 2017.)

### 2.5.4 Pesu

Elintarviketeollisuudessa OPC (Open Plant Cleaning) tarkoittaa pintojen pesua. Pintojen pesun tavoitteina on saada näkyvä lika pois, laskea haitallinen mikrobikanta halutulle tasolle, varmistaa tuotantotilojen toimivuus, varmistaa tuoteturvallisuus, minimoida haittaeläinriskit tuotantotiloista, pitää tuotantotilat esteettisinä ja varmistaa työturvallisuus. (Christeyns, 2016.)

Pintojen pesuihin kuuluu tyypillisesti seuraavat vaiheet:

- Esipesu
  - Tavoitteena saada pinnoilta kaikki näkyvä lika pois
- Vaahdotus
  - Pinnoille levitetään vaahtopesuaine, tyypillisesti emäksinen vaahtopesuaine pestävästä liasta riippuen. Pesuaineen tarkoituksena on pilkkoa sekä orgaanista että epäorgaanistakin likaa.
- Pesu
  - Tapahtuu vaahdon vaikutusajan jälkeen. Tavoitteena saada vaahtopesuaineen pilkkoma lika pois pinnoilta ja huuhdella se viemäriin. (Christeyns, 2016.)

### 3 LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET

#### 3.1 Tehtaaseen tulevat laitteet

Asiakas tilasi tehtaaseen yhdeksän pesusatelliitin OPC-järjestelmän keskusannostelulla. Satelliitit olivat kahden aineen satelliitteja, eli ne käyttävät kahta eri kemikaalia: pesu- ja desinfiointivaahtoa. Keskusannostelun tavoitteena on vähentää muovijätettä, koska normaalisti jokaiselle pesusatelliitille tulisi yksi 20 litran kannu sekä pesu- että desinfiointiainetta, myös jokaiselle lattiavaahdottimelle tulisi oma desinfiointiainekanisteri.

Keskusannostelujärjestelmän ansiosta kemikaalit voidaan toimittaa 1000 litran konteissa, tästä asiakkaalle siis tulee säästöjä sekä muovijätteessä että kemikaalikuiluissa. Keskusannostelujärjestelmän pumpput pumppaavat kemikaalisäiliöstä pesu- ja desinfiointiaineen kemikaalilinjaan, josta se jaotellaan kaikille niille laitteille, jotka kemikaalia tarvitsevat.

Tehtaaseen tilattiin automaattiset vaihtolaitteet molemmille kemikaaliastioille. Automaattinen vaihtolaite ehkäisee kemikaalin loppumisen keskusannostelujärjestelmästä vaihtamalla kemikaalin imun toiseen astiaan, kun toinen astia mene tyhjäksi.

Tehtaaseen tilattiin kahdeksan lattiavaahdotinta kulkureittien desinfiointiin. Lattiavaahdottimissa tuli olla käyntiajat säädettävissä samalla tavalla kuin kohdassa 2.5.2 mainitussa JLux FF- lattiavaahdottimessa.

Kaikkien laitteiden kytkentäkotelot suunniteltiin vinokattoisina hygieniasyistä, vaikkeivät kaikki laitteet tulekaan tuotantotiloihin.

### **3.2 Laitteiden käyttö**

Laitteiden toiminnan tuli olla täysin säädettävissä ohjauskeskuksessa olevasta HMI-paneelistä. Keskitetty ohjaus ei aiheuta muutoksia laitteiden käyttöön verrattuna perinteiseen ohjaukseen, jossa on oma ohjelmoitava logiikka kaikissa lattiavaahdottimissa, automaattisissa vaihtolaitteissa ja keskusannostelujärjestelmissä. Keskusohjauksessa ainoana erona on se, että kaikkien laitteiden parametrit on helposti säädettävissä yhdestä paikasta, eikä ole tarvetta käydä säätämässä esimerkiksi jokaisella lattiavaahdottimella käyntiaikoja erikseen.

## 4 OHJAUSKESKUS

### 4.1 Keskuksen suunnittelu

Kun asiakkaalta saatiin vahvistus siitä, että he haluavat keskusohjausjärjestelmän kaikille tarjouksen laitteille täytyi suunnitella täysin uusi ohjauskeskus, koska vastaavanlaista järjestelmää ei ole aiemmin tehty. Keskuksen kytkentäkotelo tilattiin mittatilaustyönä Casemet Oy:ltä. Kytkentäkotelo täytyi suunnitella niin, että sinne mahtuu kaikki tarvittavat komponentit.

Itse keskuksen suunnittelu saatiin tehtyä helposti, kun saatiin asiakkaalta tietoon laitteiden määrä. Kun laitteiden määrä oli tiedossa, oli helppoa laskea tarvittavien komponenttien tarve. Keskuksen logiikkaohjelmaa tehtiin samalla, kun keskustakin valmistettiin.

#### 4.1.1 Komponentit



Kuva 9. Ohjauskeskus sisältä

Ohjelmoitavaksi logiikaksi keskuksen valittiin Siemensin SIMATIC S7-1200 -sarjan 1214C AC/DC/RLY -CPU. Tämä logiikka havaittiin sopivaksi useasta eri syystä. Ensimmäinen syy oli se, että siinä on oma integroitu 230 Vac/24 Vdc -muuntaja. Integroidun muuntajan hyötynä on se, että jos keskuksen oma 230 Vac/24 Vdc -muuntaja vioittuu tai sen sulake palaa, ei logiikka sammuu sen takia. Toinen syy oli siinä olevat kaksi analogia-inputia. Keskusannostelun pumppuja ohjataan pesu- ja desinfiointiaineen linjojen paineen perusteella, joten niiden paineanturien 0–10 V:n signaalit saatiin kytkettyä suoraan logiikkaan ilman, että tarvittiin erillistä analogiakorttia. Lisäksi logiikkaan tilattiin SM 1221 16 digitaalisen inputin lisäkortti sekä SM 1222 16 -relelähdön lisäkortti lattiavaahdottimien ohjaukseen.



Kuva 10. Ohjauskeskuksen kansi



Keskukseen tuli logiikan muuntajan lisäksi oma 230 Vac/24 Vdc -muuntaja, josta syötetään jännite ulkoisille laitteille.

Keskuksen käyttöliittymäksi valittiin Siemensin SIMATIC HMI TP700 Comfort -kosketusnäyttö paneeli. Aluksi tarkoituksena oli käyttää KTP700 Basic -paneelia, mutta ohjelmaa tehtäessä huomattiin, ettei tältä paneelilta ole jostakin syystä mahdollista muokata logiikan kellonaikaa. Kellonaika on olennainen osa kyseisen keskuksen toimintaa, koska lattiavaahdottimet toimivat automaattiasennossa ollessaan kellonajan perusteella.

#### **4.1.2 Toteutus**

Ohjauskeskus ja sen komponentit valmistettiin ennen laitteen asennusta. Ohjelma saatiin testattua ennen asennusta vain simuloineilla, koska keskukseen ei ollut mahdollista kytkeä laitteita testausta varten paikassa, jossa se valmistettiin. Kun keskus saatiin asennettua paikoilleen ja kytkennät tehtyä, sinne ajettiin ohjelma ja se saatiin testattua.

## 5 OHJATTAVAT LAITTEET

### 5.1 Lattiavaahdottimen suunnittelu

Lattiavaahdottiin suunniteltiin pienempi kotelo, koska näihin laitteisiin ei tule omaa ohjausta, jonka takia normaali kytkentäkotelo jäi liian suureksi. Lattiavaahdottimien suunnittelu oli osana tätä työtä, mutta työhön ei kuulunut niiden valmistus. Lisäksi vaahdottiin lisättiin uudenmallinen paineilman syöttö, joka auttaa vaahdon muodostusta ja vähentää vastapainetta kemikaali-injektorilta, mikä myös parantaa vaahdon laatua. Lattiavaahdottimissa tuli olla samat toiminnot, kuin JLux FF -vaahdottimessakin. Työlääksi osuudeksi tässä työssä paljastui se, että S7-1200-ohjelmassa ei ollut valmista viikkokello muuttujaa, kuten Siemensin LOGO-logiikkaohjaimissa. Viikkokellomuuttujan tekeminen logiikkaan oli työläin osio ohjelmoinnissa.

#### 5.1.1 Komponentit

Lattiavaahdottimeen tuli hyvin pitkälti samat komponentit, kuin normaaliin JLux FF -vaahdottimeen, eroina siihen olivat erilaiset KÄSI-0-AUTO-kytkimen kytkennät ja riviliittimet. Lisäksi koska laitteeseen tuli keskitetty kemikaalin annostelu, jossa on jatkuva paine, jouduttiin laitteeseen lisäämään yksi magneettiventtiili kemikaalille. Koska tähän versioon ei tullut omaa logiikkaa ei ollut tarvetta erilliselle sähköjen kytkentäkotelolle. Tämän takia näiden vaahdottimien ohjauksen kytkennät tehtiin samassa kotelossa, johon KÄSI-0-AUTO-kytkimen koskettimet tulivat. Tuolta kotelolta lähtee johtimet veden, kemikaalin ja paineilman magneettiventtiileille.



Kuva 11. Lattiavaahdotin sisältä

### 5.1.2 Toteutus

Lattiavaahdottimet asennettiin tehtaaseen, kun niiden kytkennät saatiin valmiiksi, ne testattiin onnistuneesti. Koska tähän vaahdottimeen päivitettiin paineilman syöttö, vaahdon laatu oli aiempaa parempaa, ja paineilmasyöttöä pystyttiin nostamaan normaalia suuremmaksi, minkä seurauksena vaahtoa pystyttiin levittämään leveämpäänkin oviaukkoon vain yhdellä suuttimella. Näiden lattiavaahdottimien parametrien säätäminen helpottui HMI-paneelin takia merkittävästi, kaikkien vaahdottimien parametrit ovat tässä järjestelmässä helposti nähtävissä ja säädettävissä.



Kuva 12. Lattiavaahdottimen asetusten esikatselu



Kuva 13. Lattiavaahdottimen asetukset



Kuva 14. Lattiavaahdotin

## 5.2 Kemikaalin keskusannostelun suunnittelu

Kemikaalin keskusannostelulaitteita on aiemminkin toteutettu, mutta niissä on aiemmin käytetty ohjelmoitavia painelähettämiä. Edellä mainitussa tapauksessa painelähettimeen säädetään paineen raja-arvot, joiden perusteella pumpun käyntiä ohjataan. Tämän työn ohjauksessa painelähetin toimii vain tiedonvälittäjänä logiikalle ja paineen asetusarvo säädetään ohjauskeskuksella olevalta HMI-paneelilta.

### 5.2.1 Komponentit

Keskusannostelujärjestelmässä kemikaalipumppu pumppaa kemikaalia kemikaalisäiliöstä kemikaalilinjaan. Pumpun jälkeen on paineanturi, joka tarkkailee linjan painetta. Paineanturin jälkeen linjassa on varoventtiili, jolla saadaan säädettyä linjan paineelle maksimiarvo. Jos jostakin syystä kemikaalipumppu esimerkiksi jäisi päälle, varoventtiili aukeaa eikä anna pumppujen linjan paineen nousta yli varoventtiiliin säädetyn rajan yli. Jos varoventtiili aukeaa, siltä poistuva kemikaali siirtyy kemikaaliletkeä pitkin takaisin kemikaalisäiliöön.

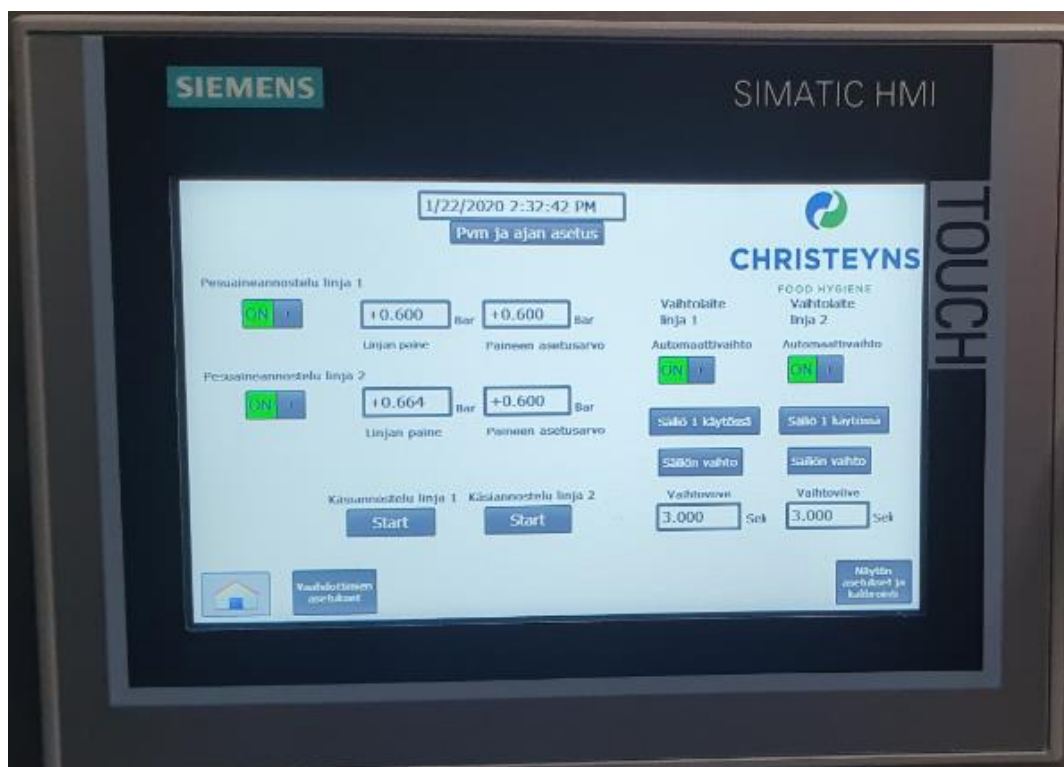
### 5.2.2 Toteutus

Kemikaalipumput, paineanturit ja varoventtiilit asennettiin paikoilleen, ne kytkettiin ohjauskeskukseen ja testattiin. Varoventtiilit testattiin ohjaamalla pumput manuaalisesti päälle ja ne säädettiin avautumaan 1,2 baarin paineessa. Logiikkaohjelmaan säädettiin aika pumppujen käynnille. Jos pumput käyvät yhtäaikaisesti liian pitkään, ne sammuvat, ettei vuodon tai muun vastaavan vian takia kemikaalia mene hukkaan.



Kuva 15. Keskusannostelun paineanturit ja varoventtiilit

Keskusannostelulinjan paine ja toiminta on helposti ohjattavissa HMI-paneelin alkunäytöltä. Näytöltä näkee myös linjaston paineen reaaliaikaisesti (kuva 16).



Kuva 16. Kemikaalin keskusannostelun ja vaihtolaitteiden asetukset





Kuva 17. Keskusannostelulaitteisto kokonaisuudessa

### 5.3 Automaattisen vaihtolaitteen suunnittelu

Vaihtolaitteen tarkoituksena oli estää keskusannostelulinjaston tyhjäksi pääsy ja näin estää häiriöt pesuissa ja lattiavaahdotimissa. Laitteen ohjaus suunniteltiin niin, että kun kemikaalin imuputken pohjassa oleva koho laskee, saa logiikka signaalin tyhjästä säiliöstä. Turhien säiliön vaihtojen välttämiseksi logiikkaan lisättiin säiliö-tyhjä-signaalin lisäksi muuttuja, joka vaatii, että kemikaalipumppu pumppaa HMI-paneeliin säädetyn ajan kemikaalia saavuttamatta paineen asetusarvoa. Säiliön on siis oltava oikeasti tyhjä ennen kuin säiliönvaihto tapahtuu. Jos säiliössä on kemikaalia pumpun ollessa käynnissä paine nousee normaalisti ja laite saavuttaa asetettua paineen, vaikka laitteelle tulisivikin säiliö tyhjä signaali. Kun logiikka saa säiliö tyhjä-signaalin ja paneeliin säädetty viiveaika täyttyy, laite siirtää kemikaalipumpun imun toiseen kemikaalisäiliöön.

### 5.3.1 Komponentit

Käytettävän säiliön vaihto tapahtuu 3-tieventtiilillä. Kun 3-tieventtiili on asennossa 1, sen kemikaalipumpun imu kohdistuu säiliöön 1. Kun venttiili on asennossa 2, kemikaalipumpun imu kohdistuu säiliöön 2. 3-tieventtiiliä ohjataan paineilmalla, jota taas ohjataan logiikan ohjaamalla magneettiventtiileillä ohjauskeskuksessa.



Kuva 18. 3-tieventtiileiden magneettiventtiilit

### 5.3.2 Toteutus

Laitte asennettiin ja testattiin muiden laitteiden kanssa yhtäaikaaisesti. Laitteen toiminta ja parametrit ovat säädettävissä HMI-paneelin alunäytöltä (kuva 15). Säiliön pystyy myös vaihtamaan käsin tarvittaessa.

## 6 YHTEENVETO

Työ oli erittäin mielenkiintoinen toteuttaa. Logiikkaohjelmaa tehtäessä vastaan tuli paljon seikkoja, joita ei ole koulun kursseilla vielä tullut vastaan, niihin oli mielenkiintoista kehitellä ratkaisuja. Laitteiston toteutuksesta teki myös mielekkään se, että koko järjestelmä suunniteltiin ja valmistettiin alusta loppuun allekirjoittaneen puolesta.

Logiikan ja HMI:n ohjelmointi sujui muuten moitteetta lukuun ottamatta logiikan viikkokelloa, josta syntyi suuri päänvaiva. Viikkokelloon löytyi valmis pohja Siemensin tuelta, mutta sitä täytyi muokata runsaasti, että se saatiin toimimaan tässä kokoonpanossa. Koska lattiavaahdottimia on useita, oli työlästä liittää jokaisen kellonajan muuttuja viikkokellon asetuksiin. Lisäksi syytä siihen, miksi Basic-version HMI-paneelista ei pystynyt muuttamaan logiikan kellonaikaa tai päivänmäärää, ei ikinä löytynyt.

Koska keskusohjausjärjestelmä saatiin valmistettua asiakkaan vaatimusten mukaan, on sitä helppo jatkojalostaa muihin kohteisiin, joissa on tarve samanlaiselle laitteille, eikä vastaavaa järjestelmää ja sen komponentteja tarvitse suunnitella alusta loppuun asti uudelleen.

Keskusohjausjärjestelmään jätettiin vapaita Input- ja Output-paikkoja, jos tehtaaseen halutaan lisätä esimerkiksi uusia lattiavaahdottimia, tai laitteelta halutaan viedä esimerkiksi hälytystietoja tehtaalla eteenpäin.

Laitteiston käyttö koulutettiin asiakkaalle. Kun asiakas saa tehtaan käyttöä eteenpäin on todennäköistä, että joitakin laitteiston asetuksia ja toimintoja tullaan muuttamaan jatkossa sen toiminnan parantamiseksi.



Kuva 19. Pesukeskuksen laitteistokokonaisuus

## LÄHTEET

Oy Christeyns Nordic Ab. Ei päiväystä. Christeyns Nordic. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.1.2020]. Saatavilla: <https://www.pesuaineita.fi/>

Cristeyns NV. Ei päiväystä. Facts & Figures. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.1.2020]. Saatavilla: <https://www.christeyns.com/en/about-us/facts-figures>

Bolton, W. 2006. Programmable logic controllers. Oxford: Elsevier Newnes

Controlsystems & Automation. 23.7.2019. PLC Programming Basics Part I. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.4.2020]. Saatavilla: <https://www.controlsystemsandautomation.com/learn/plc/plc-programming-basics-i/>

Inductive Automation. 10.8.2018. What is HMI? [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2020]. Saatavilla: <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähtekangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logikat ja ohjaustekniikat. [Verkkokirja]. Helsinki: Sanoma Pro. [Viitattu 11.4.2020]. Saatavana: Ellibs-e-kirjakokoelmasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Christian Bürkert GmbH & Co. KG. Bürkert 8323 pressure transmitter datasheet. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.5.2020]. Saatavilla: <https://www.burkert.com/en/Media/plm/DTS/DS/DS8323-Standard-EU-EN.pdf?id=DTS0000000000000001000011112ENS>

WHO. Ei päiväystä. Food hygiene. [Verkkosivu]. World Health Organization. [Viitattu 23.4.2020]. Saatavilla: [https://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/food-hygiene/en/](https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-hygiene/en/)

Euroopan parlamentti ja neuvosto. 2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EY) N:o 852/2004. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.4.2020]. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0852-20090420&from=fi>

Ruokavirasto. 2020. Elintarvikehygieniä. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.4.2020]. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/>

Christeyns. 2013. Injektori 10-50. [Christeyns Nordic Dropbox]. [Viitattu 12.4.2020]. Saatavilla: Vaatii käyttöoikeuden

Christeyns. 2014. Lattiavaahdotin JLux FF. [Christeyns Nordic Dropbox]. [Viitattu 12.4.2020]. Saatavilla: Vaatii käyttöoikeuden

Christeyns. 2017. Elintarvikehygieniä. [Christeyns Nordic Dropbox]. [Viitattu 23.4.2020]. Saatavilla: Vaatii käyttöoikeuden

Christeyns. 2016. Elintarvikehygieniä pesukoulutusmateriaali. [Christeyns Nordic Dropbox]. [Viitattu 23.4.2020]. Saatavilla: Vaatii käyttöoikeuden