



Eetu Rannikko

# Schneider Electricin elintarviketeollisuuden automaatio-sovellus Rexel Showroomissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

11.4.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Eetu Rannikko
Otsikko:	Schneider Electricin elintarviketeollisuuden automaatio-sovellus Rexel Showroomissa
Sivumäärä:	42 sivua + 1 liite
Aika:	11.4.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Liiketoiminnan kehityspäällikkö Jyrki Pikkarainen Lehtori Reijo Leinonen

---

Tämän insinööriyön aiheena toimii elintarviketeollisuuteen pohjautuva automaatiotratkaisukokonaisuus Rexel Showroomiin. Kokonaisuuteen kuuluu kenttälaitteiden, ohjelmoitavien logiikoiden ja pilvenhallinnan sovellukset sekä laitestruktuurin muodostaminen fyysisesti ja virtuaalisesti.

Insinööriyössä toteutettiin Rexel Finland Oy:n Automation Showroom -sovellus Schneider Electric Oy:n laitteilla ja järjestelmillä. Sovelluksen tarkoituksena oli luoda Rexel Finland Oy:n asiakkaille yksinkertaistettu versio elintarviketeollisuuden automatisoinnin mahdollisuuksista Schneider Electricin laitteilla ja järjestelmillä.

Insinööriyössä perehdytään elintarviketeollisuuden ongelmiin, haasteisiin ja markkinointiin, joita on puitu läpi tarkemmin elintarviketeollisuuden markkinointitutkimuksessa, joka on liitteenä.

Käydään läpi elintarviketeollisuudessa käytetyimpään, itse työssäkin käytettyihin toimitelmiin eli ohjelmoitaviin logiikkaohjaimiin ja niiden ympärille rakennettuihin ratkaisuihin, joihin kuuluvat kenttälaitteet, pilvenhallinta ja näiden ohjelmistot. Insinööriyössä on kuvattu ratkaisuja yleisellä tasolla ja sitä, mikä niiden agenda on itse työssä. Lisäksi työssä käytettyjä protokollia, suojausmenetelmiä, standardeja, kieliä ja kenttäväyliä on hyödynnetty työssä.

Lopullisena tuloksena saatiin aikaiseksi sovellus, jolla pystytään esittelemään elintarviketeollisuuden prosessiautomaatiota ja sitä, kuinka data saadaan esille pilvipalveluun. Lisäksi sovellus toimii pohjana tulevaisuuden suunnitelmille, joita ovat elintarviketeollisuuden näkymän viimeistely, metsäteollisuuden prosessien kuvaus, OEM:n prosessien kuvaus ja energianhallinnan prosessien kuvaus.

Avainsanat: PLC, elintarviketeollisuus, automaatio-sovellus ja markkinointi

## Abstract

Author: Eetu Rannikko  
Title: Schneider Electric's food and beverage automation application in Rexel showroom  
Number of Pages: 42 pages + 1 appendix  
Date: 11th of April 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Engineering  
Supervisors: Jyrki Pikkarainen, Business Development Manager  
Reijo Leinonen, Senior Lecturer

---

The purpose of this thesis project was to create an automation solution package for the Rexel showroom related to food industry. The entity includes applications for field devices, programmable logics, edge management and device architecture physically and virtually.

In the work, Rexel Finland Oy's Automation showroom application was implemented with Schneider Electric Oy's equipment and systems. The purpose of the application is to create a simplified version of Rexel Finland's customers' possibilities for automation in the food and beverage industry with Schneider Electric's equipment and systems.

This thesis project introduces the problems and challenges of food and beverage industry and marketing of food and beverage industry, which are covered in more detail in the included study of the marketing of the food industry.

This thesis introduces the most widely used institutions in the food industry, programmable logic controllers and the solutions built around them, which include field devices, cloud management and their software. The thesis work describes the solutions on a general level and what their role is itself. In addition, the protocols, security methods, standards, languages, and fieldbuses used in the work are reviewed.

The result is an application that can demonstrate process automation in the food and beverage industry and how data is brought to the cloud service. In addition, the application will serve as a basis for future developments, which include finalizing the outlook for the food industry, a description of forest industry processes, a description of OEM processes, and a description of energy management processes.

Keywords: PLC, Food and beverage industry, Automation application and Marketing

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ohjelmoitavien logiikoiden ratkaisut	4
2.1	Ohjelmoitava logiikkaohjain	4
2.2	Internetprotokollat	5
2.2.1	MQTTS	7
2.2.1	HTTPS	8
2.3	Suojausprotokolla	9
2.3.1	TLS	10
2.3.2	SSL	11
2.4	Kenttäväylät	11
2.4.1	Modbus TCP/IP	12
2.4.2	OPC UA	13
2.5	Teollisuusautomaation standardit	14
2.6	Ohjelmointi	15
3	Laitteet ja järjestelmät	18
3.1	Ohjelmistot	18
3.1.1	Ecosctruxture Machine Expert	18
3.1.2	Ecosctruxture Operator Terminal Expert	19
3.1.3	Ecosctruxture Machine Advisor	19
3.1.4	SoMove	20
3.2	Ohjelmoitavat logiikat	20
3.2.1	Modicon M251	20
3.2.2	Modicon M262	21
3.3	Kenttälaitteet	22
3.3.1	Harmony Magelis HMIST6	22
3.3.2	TeSys Island Load Management	22
3.3.3	Muut kenttälaitteet	22
3.4	Tiedonsiirto ja enkrytaus	23
3.4.1	Harmony Edge Box	23
3.4.2	Node-RED	24
4	Työn toteutus ja vaiheet	25

4.1	Työn suunnittelu	25
4.2	Fyysinen laitestrukturi	25
4.3	Ohjelmoitavien logiikoiden sovellus	26
4.4	HMI-käyttöliittymä	32
4.5	Kenttälaitteiden konfigurointi	36
4.6	Pilven hallinta	37
5	Lopputulokset	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1: Automaattoratkaisut elintarviketeollisuudessa ja niiden markkinointi	

## Lyhenteet

IP	<i>Internet Protocol</i> . TCP/IP-viitemallin verkkokerroksen protokolla.
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> . Lähetyksen ohjausprotokolla.
FB	<i>Function Block</i> . Visuaalinen laatikko muuttujalle.
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i> . Ohjelmoitava logiikkaohjain.
API	<i>Application Interface</i> . Ohjelmointirajapinta.
HMI	<i>Human Machine Interface</i> . Ihmisen ja koneen välinen rajapinta.
IAD	<i>Alliance Industrial Automation</i> . Teollisuusautomaatioliittouma.
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> . Laitteen kokonaishyötysuhde.

## 1 Johdanto

Nykyaikaiset elintarviketuotantolaitokset, kuten meijerit, ovat varsin monimutkaisia yksiköitä, jotka sisältävät paljon automaatiota. Tuotteiden ja tuotantoprosessien tulee olla ehdottoman puhtaita, mikä tuo erityisiä vaatimuksia myös automaatiojärjestelmälle ja mittausantureille.

Automaation korkea saatavuus on elintarviketeollisuudessa vielä tärkeämpää kuin muilla toimialoilla. Tuotteille ei ole säilytystilaa. Koko tuotanto perustuu tilauksiin. Erilaisten tuotteiden määrä on melko suuri. Vain täysin automatisoidut prosessit, jotka perustuvat kehittyneisiin reseptivalvontaan, voivat taata tuotteiden korkean laadun. Sama koskee myös bioteknologian tuotteita, kuten entsyymejä, joita valmistetaan käymisreaktoreissa.

Monet toimialat ovat jo tuoneet automatisoitua teknologiaa päivittäiseen toimintaansa. Vaikka elintarvike- ja juomateollisuus on vastustanut tätä muutosta, digitaalinen muutos näyttää vihdoinkin alkavan. Esimerkiksi elintarvikeyritykset ovat havainneet automaation mahdollistaneen täyden näkyvyyden toimitusketjuun, suojelemaan työntekijöitään vakavilta loukkaantumisilta sekä alentamaan työvoimakustannuksia.

Yksi paljon käytetty automaatiotratkaisu elintarviketeollisuudessa on PLC. Se on teollisuustietokone, joka valvoo tuloja ja lähtöjä tehdäkseen päätöksiä PLC:n muistiin tallennettujen ohjelmien perusteella. PLC:iden käyttö auttaa vähentämään ihmisten päätöksentekoa tehokkuuden lisäämiseksi.

Mitä tulee koko prosessin automaatiotratkaisuihin, esimerkiksi Schneider Electric tarjoaa EcoStruxure -arkkitehtuuriaan ratkaisuna koko prosessin hallintaan. Tähän kuuluivat kenttälaitteet, rajanhallinta ja sovellukset. Näiden tarjoamaa kokonaisuutta on alettu myös mallintamaan tässä insinöörityössä. [liite 1, s. 2-3, 9 ja 11].

## **Työn esittely**

Tämä insinöörityö on toteutettu osana Rexel Finlandin ja Schneider Electricin kanssa tuotettua Rexel Showroom demopöytää, jossa pystytään esittelemään Schneider Electricin EcoStruxure arkkitehtuuria teollisuusautomaation mahdollisuuksista elintarviketeollisuudessa, OEM:ssä, metsäteollisuudessa ja energiateollisuudessa.

Kuitenkin tässä insinöörityössä on ainoastaan rakennettu elintarviketeollisuuden ratkaisun kuvaus, johon sisältyy käyttöliittymän graafisen näkymän muodostaminen ja johon rakennetaan myös virtuaalinen prosessi/laitte, jota voidaan ohjata käyttöliittymän avulla. Lisäksi toteutetaan ohjelmoitavien logiikkojen datan generointi, enkryptointi ja siirto pilveen sekä kenttälaitteiden konfigurointi. Muut prosessit ovat tulevaisuuden kehitystä varten (OEM, metsä, energia).

## **Työn tavoite**

Tavoitteena on tuottaa työn tilaajalle valmis ratkaisu, jota tullaan käyttämään esimerkkinä uusille asiakkaille Schneider Electricin EcoStruxure -arkkitehtuuriin mahdollisuuksista elintarviketeollisuudessa.

Työhön kuuluu käytännön osuudelta fyysisten väylien luominen Ethernet-kaapeleilla, ohjelmistopuolelta ohjelmien tekeminen erikseen kenttälaitteille, käyttöliittymälle, ohjelmoitaville logiikoille ja pilvipalveluille. Lisäksi nämä ohjelmat ladataan fyysisille laitteille.

Pöytä on rakennettu fyysisesti Rexel Finland Oy:n Vantaanportin Antaksentien myymälässä, ja se toimii siellä esimerkkiratkaisuna asiakkaille, jotka ovat kiinnostuneet automaatiotekniikan ratkaisuista elintarviketeollisuudessa.

Tavoitteena on myös kertoa markkinoinnin näkökulmasta automaatiotekniikan ratkaisuista elintarviketeollisuudessa, jota varten tehdään erillinen markkinointitutkimus aiheesta (ks. liite 1).



## **Yritysten taustaa**

### **Rexel Finland Oy**

Työn tilaajana toimii Rexel Finland Oy (jatkossa Rexel Finland), kuuluu kansainväliseen, ranskalaisomisteiseen Rexel Groupiin (jatkossa Rexel), joka toimii 24 eri maassa. Rexelin liikevaihto oli 14,7 mrd. eur, lisäksi myös vuodesta 2008 Rexel on omistanut suuren enemmistön Hagemeyer Groupin osakkeista, joiden avulla sai omistukseensa mm. Elektroskandiat Skandinaviassa, ABM:n Epanjassa ja Newey&Eyren Yhdistyneissä kuningaskunnissa.

Rexel Finlandin liikevaihto oli 2020 230 miljoonaa euroa ja nykyään yritys omistaa 29 myyntipistettä ympäri Suomea ja työllistää 330 työntekijää. Rexel Finlandin pääkonttori sijaitsee Helsingin Kalasatamassa ja logistiikkakeskus Hyvinkäällä. [1.]

### **Schneider Electric**

Schneider Electric on ranskalaisomisteinen monialainen yhtiö, joka tarjoaa energian ja automaation digitalisaation ratkaisuja tehokkuuteen ja kestävyYTEEN. Schneider Electricin ratkaisuja voidaan nähdä kodeissa, rakennuksissa, datakeskuksissa, infrastruktuureissa ja teollisuudessa.

Tässä insinööriyössä Schneider Electric toimii laitevalmistajana ja -toimittajana, sillä Schneider Electric on Rexel Finland Oy:n virallinen IAD-asiakkuuskumppani.

Yhtymä toimii Suomessa nimellä Schneider Electric Finland Oy, jonka liikevaihto on noin 130,8 milj. Yrityksen rinnakkaistoiminimiä ovat Merlin Gerin, Schneider MGTE ja Telemecanique. Schneider Electric omistaa vaasalaisen Vamp Oy:n. Se omisti myös 2000-luvun alussa jonkin aikaa tamperelaisen Nokian Kondensaattorit Oy:n. [2; 3.]

## 2 Ohjelmoitavien logiikoiden ratkaisut

Tässä luvussa käymme tekniseltä pohjalta läpi tämän insinööriyön osalta tärkeitä asioita, joihin kuuluu erilaisia ohjelmoitavien logiikoiden ratkaisuja, kuten tiedonsiirtoprotokollat, standardit ja ohjelmointi.

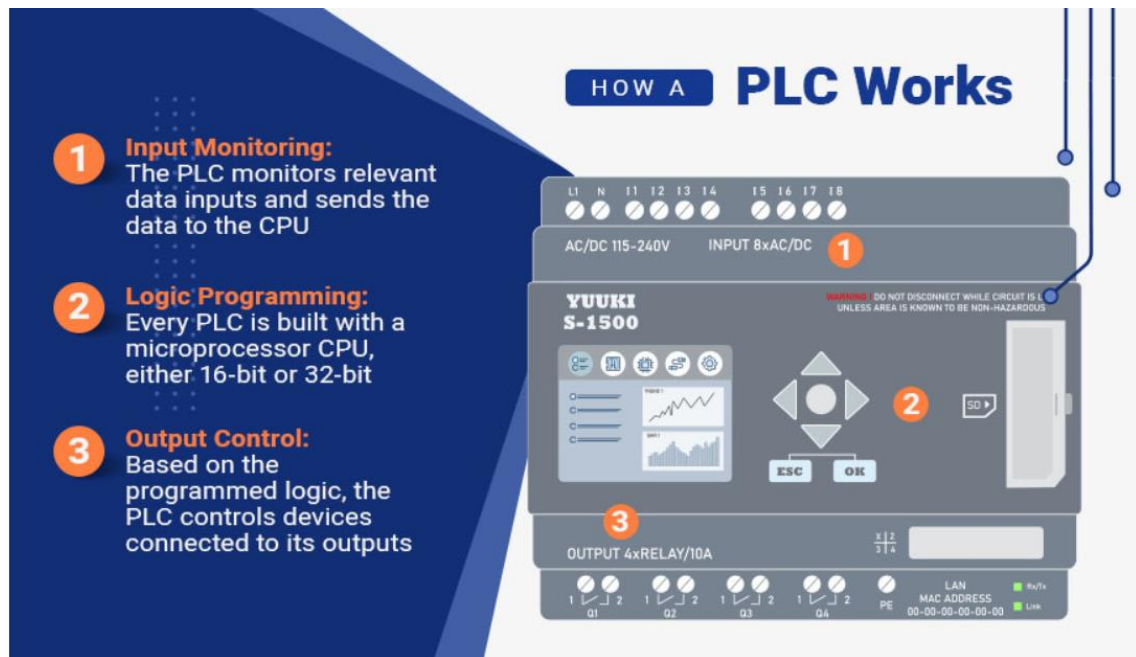
### 2.1 Ohjelmoitava logiikkaohjain

Ohjelmoitava logiikkaohjain on eräänlainen pieni tietokone, joka voi vastaanottaa dataa tulojensa kautta ja lähettää käskyjä lähtöjensä kautta. PLC:n tehtävänä on ohjata järjestelmän toimintoja siihen ohjelmoidun sisäisen logiikan avulla. Yritykset ympäri maailmaa käyttävät PLC:itä tärkeimpien prosessiensa automatisointiin.

PLC vastaanottaa syötteitä joko automaattisista tiedonkeruupisteistä tai ihmisen syöttöpisteistä, kuten kytkimistä tai painikkeista. Ohjelmointinsa perusteella PLC päättää sitten, muuttaako se lähtöä vai ei. PLC:n lähdöt voivat ohjata erilaisia laitteita, kuten esimerkiksi moottoreita, solenoidiventtiilejä, valoja, kojeistoja ja turvasulkuja.

PLC:iden fyysinen sijainti voi vaihdella suuresti järjestelmästä toiseen. Yleensä PLC:t sijaitsevat kuitenkin käyttämässä järjestelmien lähellä, ja ne on yleensä suojattu pinta-asennettavalla sähkökotelolla.

Nykyään PLC:t ovat edelleen monien teollisuuden ohjausjärjestelmien peruselementtejä. Itse asiassa ne ovat edelleen eniten käytetty teollinen ohjaustekniikka maailmanlaajuisesti. PLC-osaaminen on vaadittu taito monille eri ammanteille järjestelmää suunnittelevista insinööreistä sitä huoltaviin sähkötekniikoihin.

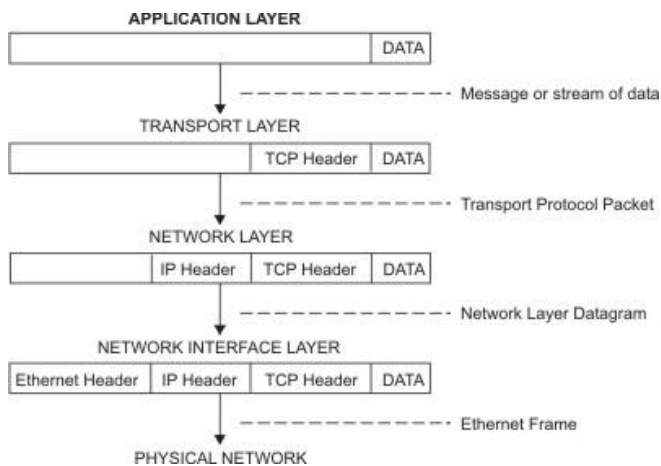


Kuva 1. Kuvassa on havainnollistettu PLC:n toimintaa [4].

## 2.2 Internetprotokollat

Internetprotokolla on TCP/IP-verkkokerroksen protokolla TCP/IP-verkon isäntien välisten tietojen käsittelemiseksi ja reitittämiseksi. Internetprotokolla on siis yhteydenotto-protokolla, joka tarjoaa pakettien parasta toimitusta kytkentäpalvelujen avulla. Ohjelmoitavien logiikoiden kannalta ne ovat oleellisia kommunikoinnin kannalta pilvipalvelun/verkon tms. kanssa, jotta saadaan ohjelmoitavista logiikoista ns. ”kaikki irti”.

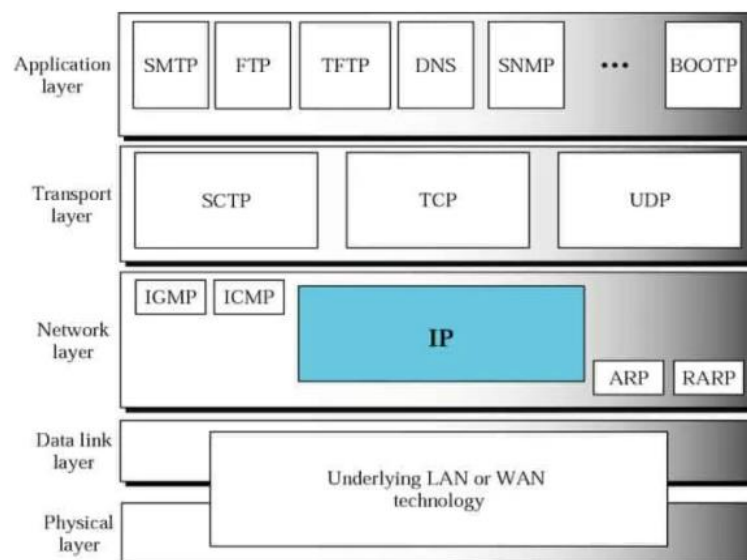
Seuraavat kuvat havainnollistavat TCP/IP-verkkokerroksen protokollan liikkuvuutta verkossa ja myös sijoituksen protokollakansiossa.



Kuva 2. informaation liikkuminen lähettäjälle vastaanottajalle.

Kuva 2 havainnollistaa tiedonkulkua TCP/IP-protokollakerroksia pitkin lähettäjältä vastaanottajalle. Palvelimen vastaanottamat kehykset kulkevat protokollakerrosten läpi päinvastoin. Jokainen kerros poistaa vastaavat otsikkotiedot, kunnes tiedot ovat takaisin sovellustasolla.

## Position of IP in TCP/IP protocol suite



Position of Internet Protocol in TCP/IP protocol suite

Kuva 3. Internetprotokollan sijoitus TCP/IP-protokolla kansiossa.

Kuvassa havainnollistetaan Internetprotokollakansion sijoitusta, johon kuuluvat aitekerros, lähetyskerros, verkkokerros, datalinkkikerros ja fyysinen kerros. [5; 22.]

### 2.2.1 MQTTS

MQTTS eli *Message Queuing Telemetry Transport secured* on suojattu tiedon- siirtoprotokolla, jonka toiminta perustuu julkaisu-tilausarkkitehtuurimenetelmään.

MQTTS:ää käytetään ensisijaisesti kaistanleveyden ja voimalaitteiden liittämiseen langattomilla verkoilla. Protokollana se on yksinkertainen ja ”kevyt”, joka käytännössä tarkoittaa sitä, että se ei vie paljon tilaa toimiakseen. Protokolla toimii TCP/IP-liitännä-, verkkosivusto- ja SSL-ympäristöissä.

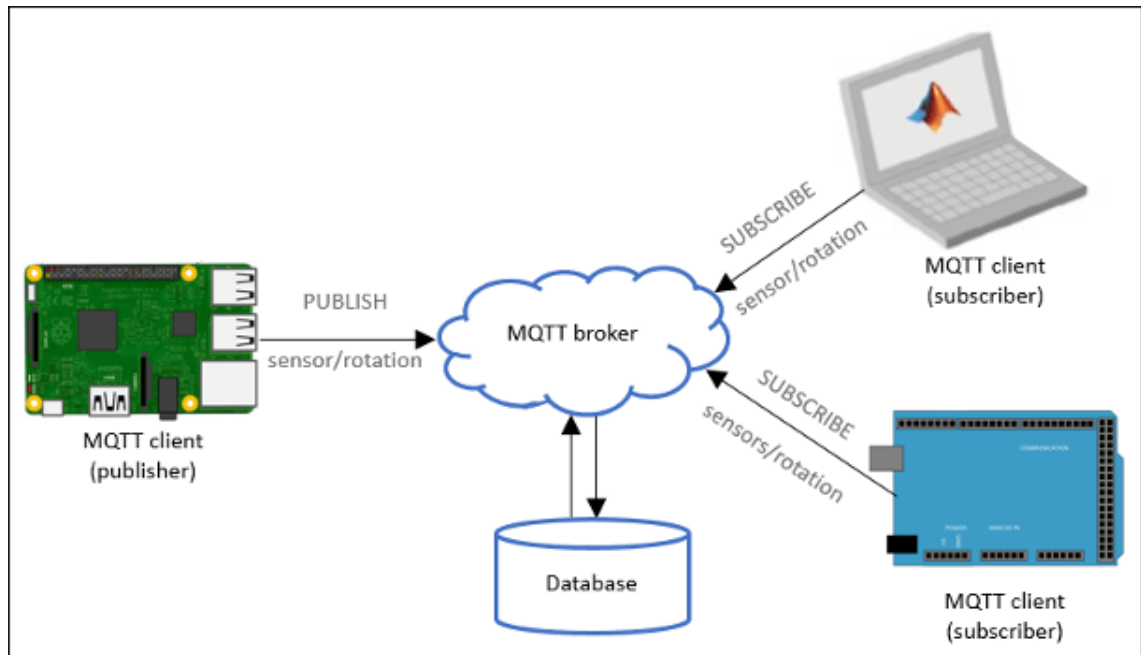
Suojaus toteutetaan SSL-enkryptauksella (ks. alemmaa SSL suojausprotokolla), joka tuo MQTT-protokollaan suojauskerroksen, jolloin protokollasta tulee MQTTS.

Seuraavaksi esitellään itse protokollaa eli MQTT:tä, joka toimii kahdella eri elementillä, joita ovat

- MQTT-välittäjä eli broker, joka on keskeinen viestintäpiste. Välittäjä on vastuussa kaikkien viestien lähettämisestä asiakkaiden välillä.
- MQTT-asiakas eli client, joka voi olla mikä tahansa laite (esimerkiksi tietokone tai matkapuhelin), kunhan se voidaan yhdistää välittäjään. Viestien lähettäjänä toimii julkaisija eli publisher. Asiakas (laite), joka vastaanottaa viestejä, on tilaaja eli subscriber.

Kun asiakas haluaa vastaanottaa viestin, on asiakkaan tilattava kyseisen viestin aihe, kuten esimerkiksi "lämpötila", jolloin saa käyttöönsä sensorilta tulevan datan pilven kautta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty MQTT:n toimintaa käytännössä.



Kuva 4. MQTT-internetprotokolla yksinkertaistettuna. Pilvi (MQTT välittäjä) vastaanottaa dataa sensorilta (MQTT asiakas) ja lähettää dataa eri tilaajille. [6.]

### 2.2.1 HTTPS

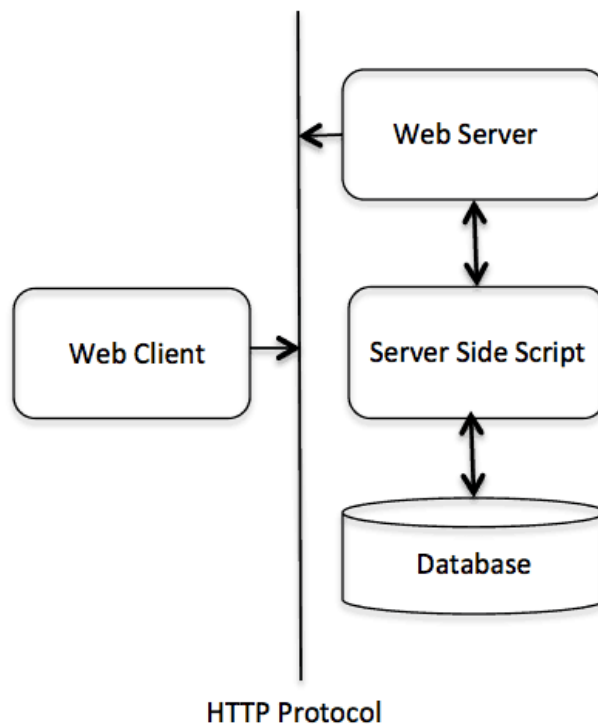
HTTPS eli *Hypertext Transfer Protocol secured* on suojattu hypertekstin siirto-protokolla, joka on laitetason protokolla, jota käytetään hajautettuihin, yhteistyökykyisiin ja hypermediatietojärjestelmiin.

Suojaus toteutetaan TLS/SSL-enkryptauksella (ks. alemmaa TLS ja SSL suojausprotokollat), tuo HTTP-protokollaan suojauskerroksen, jolloin protokollasta tulee HTTPS [7].

Pohjimmiltaan itse protokolla eli HTTP on TCP/IP-pohjainen viestintäprotokolla, jota käytetään tietojen (HTML-tiedostojen, kuvatiedostojen, kyselyn tulosten jne.) toimitukseen verkossa.

### Basic Architecture

The following diagram shows a very basic architecture of a web application and depicts where HTTP sits:



Kuva 5. HTTP protokolla yksinkertaistettuna.

Kuvassa 5 oikealla on alhaalta ylös luettuna tietokanta, palvelinpuolen komentosarja ja Web-palvelin. Vasemmalla taas on Web-sivusto. Eli Web-sivuston yläpuolella on siis tietokanta, palvelinpuolen komentosarja ja Web-palvelin, jotka kommunikoivat keskenään. [8.]

### 2.3 Suojausprotokolla

Suojausprotokolla on pohjimmiltaan viestintäprotokolla – sovittu toimintosarja, jonka kaksi tai useampi viestintäyksikkö suorittaa jonkin molemminpuolisesti

toivottavan tavoitteen saavuttamiseksi – joka käyttää salaustekniikoita, jolloin viestivät entiteetit voivat saavuttaa turvallisuustavoitteen.

Tietty protokolla voi kuitenkin antaa viestiville osapuolille mahdollisuuden asettaa yhden tai useamman vastaavan tavoitteen. Joitakin yleisiä turvallisuustavoitteita ovat (tiedon ja entiteetin) todennus, luottamuksellisuus ja eheys. [9.]

### 2.3.1 TLS

*TLS* eli *Transport Layer Security* on siirtotason suojausprotokolla, joka tarjoaa yksityisyyden ja dataeheyden suojaamista internetin kommunikoinnissa.

TLS:ää käytetään ensisijaisesti verkkosovellusten ja palvelimien välisen viestinnän salaukseen, kuten verkkosivuja lataavat selaimet. TLS:ää voidaan käyttää myös muun viestinnän, kuten sähköpostin, viestien ja IP-äänien (VoIP) salaamiseen.

TLS-protokollalla on kolme pääkomponenttia: salaus, todennus ja eheys.

- Salaus piilottaa siirrettävät tiedot kolmansilta osapuolilta.
- Todennus varmistaa, että tietoja vaihtavat osapuolet ovat niitä, jotka he väittävät olevansa.
- Eheys varmistaa, että tietoja ei ole väärennetty tai muutettu.

Jotta verkkosivusto tai sovellus voi käyttää TLS:ää, sen alkuperäpalvelimelle on oltava asennettuna TLS-varmenne (varmenne tunnetaan myös nimellä "SSL-sertifikaatti").

TLS-varmenteen voi myöntää varmentaja yksityishenkilölle tai yritykselle, joka omistaa verkkotunnuksen. Varmenne sisältää tärkeitä tietoja siitä, kuka omistaa toimialueen, sekä palvelimen julkisen avaimen, jotka molemmat ovat tärkeitä palvelimen identiteetin vahvistamisen kannalta. [10.]



### 2.3.2 SSL

SSL eli *Secure Sockets Layer* on suojausprotokolla, joka luo salatun yhteyden verkkopalvelimen ja selaimen välille.

Lyhyesti se on standarditekniikka internetyhteyden turvaamiseen ja kaikkien kahden järjestelmän välillä lähetettävien arkaluonteisten tietojen suojaamiseen, mikä estää hakkereita lukemasta ja muokkaamasta siirrettyjä tietoja.

Nämä kaksi järjestelmää voivat olla palvelin ja asiakas (esimerkiksi ostossivusto ja selain) tai palvelimelta palvelimelle (esimerkiksi sovellus, jossa on henkilökohtaisia tunnistetietoja tai palkkatietoja).

SSL tekee tämän varmistamalla, että käyttäjien ja sivustojen välillä tai kahden järjestelmän välillä siirrettyä dataa ei voida lukea. Se käyttää salausalgoritmeja salaamaan tietoja siirrettäessä, salausalgoritmit estävät myös hakkereita lukemasta niitä, kun ne lähetetään yhteyden kautta. Nämä tiedot voivat olla mitä tahansa arkaluontoisia tai henkilökohtaisia, ja ne voivat sisältää luottokorttien numeroita ja muita taloudellisia tietoja, nimiä ja osoitteita. [11.]

## 2.4 Kenttäväylät

Kenttäväylä on sarjaväyläjärjestelmä, jota käytetään koneissa ja järjestelmissä antureiden ja toimilaitteiden (moottoreiden) yhdistämiseen toisiinsa ja yhteen tai useisiin isäntiin kuten mm. teolliset PC:t ja PLC:t.

Kenttäväylät mahdollistavat tiedon vaihdon eri järjestelmäkomponenttien välillä pitkiä matkoja. Kenttäväylien toiminta perustuu isäntä-orja-menetelmään: Kun isäntä on vastuussa prosessien ohjauksesta, orja käsittelee yksittäisiä alitehtäviä.

Kenttäväylät eroavat "fyysisestä kerroksesta" eli laitteistotasosta (esim. CAN, RS485, Ethernet) ja protokollatasosta, joka määrittää vaihdettavan tiedon muo-

don. On kenttäväyliä, kuten CANopen ja DeviceNet, jotka käyttävät samaa fyysistä tietovälinettä (CAN), mutta toimivat eri protokollilla. Samoin on olemassa protokollia, jotka voidaan toteuttaa kahdella eri laitteistotyypillä (esim. Modbus RS232:ssa ja Modbus/TCP Ethernetissä).

Laitteistotaso määrittää väylän perusominaisuudet, kuten kaapelin pituuden ja siirtokapasiteetin.

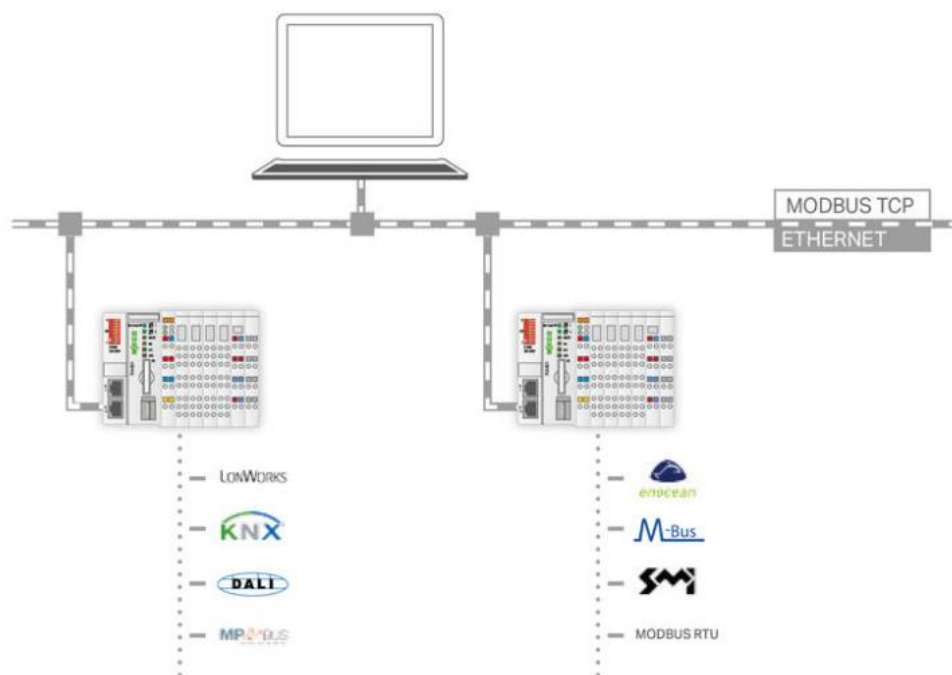
Protokollataso määrittää, mitkä standardoidut viestit ja toiminnot ovat käytettävissä isäntä- ja orjalaitteen välillä. Sovelluksesta riippuen jokaisella vakiintuneella kenttäväylällä on vahvuutensa ja heikkoutensa. Tietyn kenttäväylän valinta määräytyy usein tietyn kenttäväyläliitännän komponenttien saatavuuden mukaan. [12.]

#### 2.4.1 Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP (jatkossa modbus) -protokolla on tiedonsiirtoprotokolla, joka perustuu master/slave- tai client/server-malliin. Protokollan ensisijainen tarkoitus on mahdollistaa helpottaa luotettavaa sekä nopeaa tiedonsiirtoa automaatio- ja kenttälaitteiden välillä.

Käytännössä Modbus mahdollistaa master-laitteen, esim. tietokoneen ja usean slave-laitteen (esim. mittaus- ja ohjausjärjestelmät) liittämisen. Näitä versioita on kaksi: yksi sarjaliitännälle (RS-232) ja toinen Ethernetille (RS-485).

## MODBUS TCP/IP – Nopea ja puhdas tiedonsiirto



MODBUS-järjestelmägraafikka

Kuva 6. Kuvassa havainnollistetaan Modbus TCP/IP -väylän ratkaisua. [13.]

### 2.4.2 OPC UA

Vuonna 2008 julkaistu OPC Unified Architecture (UA) on alustariippumaton palvelukeskeinen arkkitehtuuri, joka yhdistää kaikki yksittäisten OPC Classic -määrittelysten toiminnot yhdeksi laajennettavaksi verkostoksi.

Tämä monikerroksinen lähestymistapa saavuttaa alkuperäiset suunnitteluspesifikaatiotavoitteet:

- toiminnallinen vastaavuus: kaikki COM OPC Classicin tekniset tiedot on yhdistetty OPC UA:han.
- alustariippumattomuus: sulautetusta mikro-ohjaimesta pilvipohjaiseen infrastruktuuriin.

- suojaus: enkryptaus, todennus ja tarkastus.
- laajennettavissa: mahdollisuus lisätä uusia ominaisuuksia vaikuttamatta olemassa oleviin sovelluksiin.
- kattava tiedon mallinnus: monimutkaisen tiedon määrittelyyn. [14.]

## 2.5 Teollisuusautomaation standardit

Teollisuusautomaation standardi IEC 61131-3 on laajasti käytetty ja hyväksytty standardi teollisuusautomaation alalla. Kuitenkin tämän päivän vaatimukset monimutkaisille teollisuusautomaation laitteille ovat muuttuneet, joihin kuuluu lisäksi mm. siirrettävyys, yhteen toimivuus, lisääntynyt uudelleenkäytettävyys ja jakelu.

Näiden rajoitusten ratkaisemiseksi IEC kehitti standardin IEC 61499, on esitetty kehittyneempänä ratkaisuna ongelmiin älykkääseen automaatioon.

Standardia ei kuitenkaan ole otettu täysin käyttöön teollisuudessa. Syitä tähän on monia, mutta ehkä päällimmäisenä tulee esiin sen tuomat vaatimukset ohjelmisto ja laite -puoleen sekä "alustan" riippumattomuus, jossa näitä voitaisiin hyödyntää. [15, s. 1, 7.]

Kuitenkin standardia on alettu ottamaan käyttöön teollisuudessa viime vuosina teknologian kehittyessä ja industry 4.0:n tullessa esiin. Esimerkiksi Schneider Electric käyttää mm. Ecosctruxture Automation Expert -ohjelmistossaan kyseisen standardin vaatimuksia.

Se, tekee standardi IEC 61499 erityisen käytännöllisen varsinkin ohjelmistopuolen tekijöille, mahdollista poistaa laitevalmistajan sidonnaisuus, jolloin sovelluksia voidaan lähteä toteuttamaan ilman tietoa siitä, mikä on laitteen "rautataso".

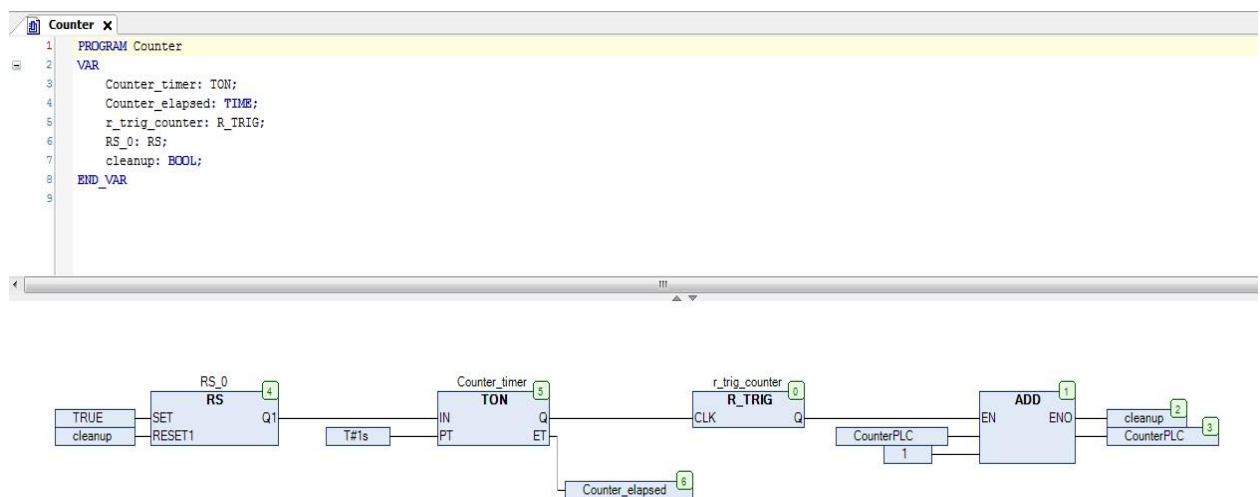
Standardista IEC 61499 tekee hyödyllisen tulevaisuudessa industry 4.0:n tuomat mahdollisuudet ja se, hyvin standardi toimii älykkäässä, vaihtuvassa teollisuudessa ja jatkuvassa viestinnässä koneiden kanssa. [16, s. 2–3, 5.]

Kuitenkin tässä insinööriyössä on käytetty versiossa standardia IEC 61131-3, sillä tämänhetkiset ohjelmistot ja laitteet ovat tämän standardin mukaisia.

## 2.6 Ohjelmointi

Ohjelmointiin tässä insinööriyössä käytetään Ecosctruxture Machine Expertin käyttämiä ohjelmointityyppejä, jollaisia ovat:

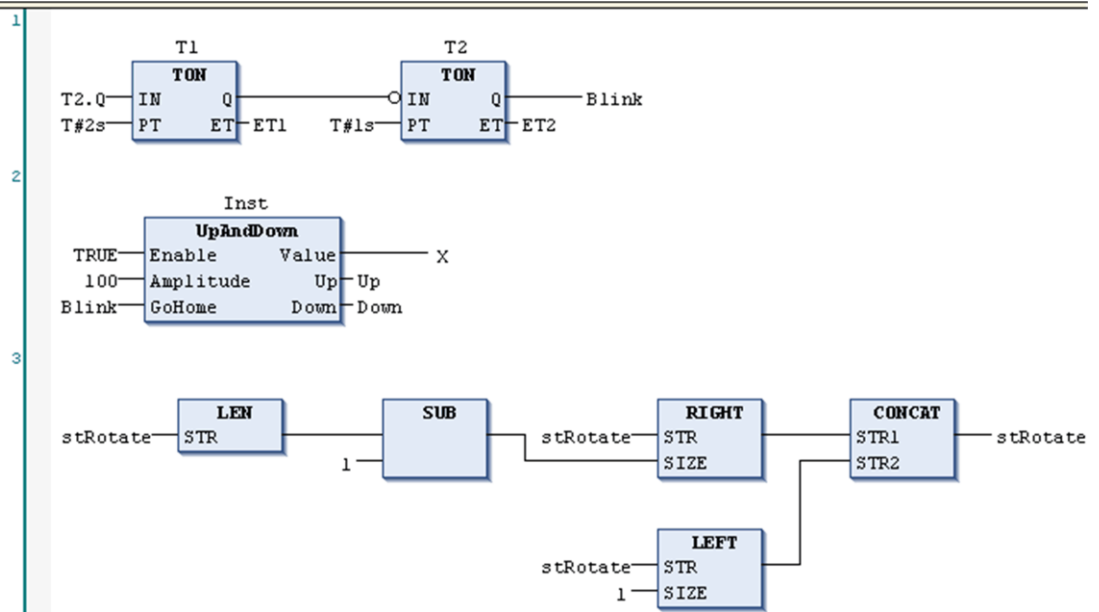
CFC (Continous Function Chart) eli jatkuva funktiokaava -ohjelmointi.



Kuva 6. Kuvassa esitelty CFC-ohjelmointia ajastinmuotoisessa laskurissa.

Kuvassa 6 nähdään ylhäällä aloitusmuuttujat, jonka jälkeen alle on alettu yhdistämään palikoita toisiinsa asettaen ne tuloihin ja lähtöihin, josta saadaan tulokseksi laskuri, joka toimii ajastimella. [18.]

FBD (Function Block Diagram) eli funktiolaatikko-ohjelmointi.



Kuva 8. Kuvassa havainnollistettu FBD-ohjelmointia.

Kuva 8 muistuttaa hyvin paljon CFC-ohjelmointia, mutta eroaa siinä, että se sisältää ainoastaan muuttujalaatikkojen muokkausta ja se muodostaa muuttujat laatikoiden kautta, kun taas mm. CFC:ssä määritettiin alkumuuttujat kirjoittamalla. [19.]

ST (Structured Text) on kirjoitus pohjainen ohjelmointitapa.

```

1 Program Counter
2 VAR
3     iStatus: INT :=0;
4     Counter_timer : TON;
5     Counter_elapsed: TIME;
6 END_VAR
7 VAR CONSTANT
8     StartTimer: INT := 0;
9     Increment : INT := 1;
10 END_VAR
11
12 CASE iStatus OF
13     StartTimer:
14         Counter_timer.PT:=TIME#1S;
15         Counter_timer.IN:=TRUE;
16
17         IF Counter_timer.Q THEN
18             iStatus := Increment;
19         END_IF
20
21     Increment:
22         CounterPLC := CounterPLC + 1;
23         Counter_timer.IN:=FALSE;
24
25         iStatus := StartTimer;
26
27 END_CASE;
28
29 Counter_timer();
30 Counter_elapsed:=Counter_Timer.ET;
31
32
33

```

Kuva 9. Kuvassa havainnollistettu ST-kielen ohjelmointia.

Kuvan 9 ohjelma lisää iStatus-kokonaislukuarvoa yhdellä yhden sekunnin välein. [20.]

Näin ollen voidaan todeta, että CFC-ohjelmointi on ST+FBD-ohjelmointia yhdessä ja ST- ja FBD-kielet erikseen. Niitä tarvitaan erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta tässä insinööriyössä on käytetty vain CFC- ja ST-ohjelmointikieliä, mutta FBD-ohjelmointi on otettu kuvaukseen paremman havainnollistamisen vuoksi.

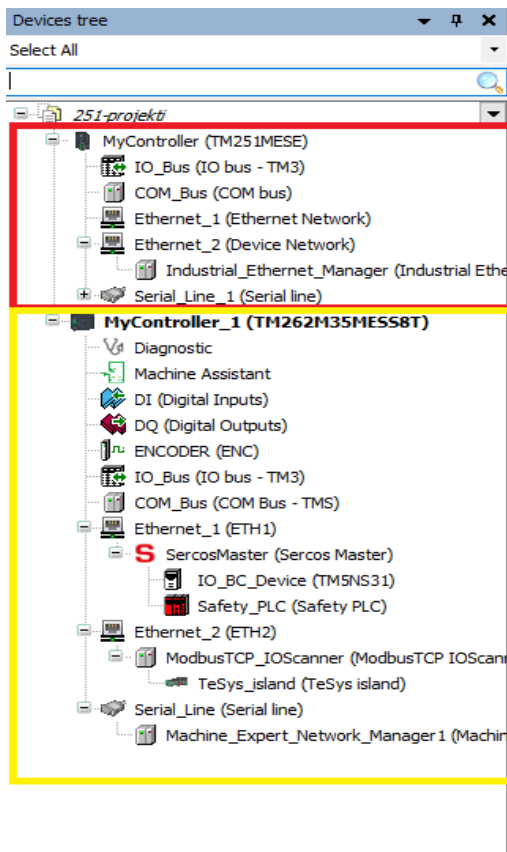
## 3 Laitteet ja järjestelmät

### 3.1 Ohjelmistot

#### 3.1.1 Ecosctruxture Machine Expert

Ecostruxture Machine Expert on ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointiympäristö, jossa voidaan ohjelmoida ohjelmoitavien logiikoiden toiminnot kentälle ja pilveen. Ohjelmassa voidaan myös suorittaa Ethernet-pisteiden konfigurointi ja lisätä kentälaitteita, jotta niitä voidaan ohjata ohjelmoitavilla logiikoilla.

Sovelluksessa voidaan määrittellä, mitä ohjelmoitavia logiikoita käytetään ja esim. kahta ohjelmoitavaa logiikkaa voidaan käyttää samassa ohjelmassa (ks. kuva 10).





Kuva 10. Kuvassa havainnollistettu Machine Expertin näkymää, käytössä on kaksi ohjelmoitavaa logiikkaa samassa sovelluksessa [Kuvakaappaus Machine Expert -ohjelmasta].

Kuvassa 10 punainen laatikko on Modicon M251:n kontrolloima osuus ja keltainen laatikko Modicon M262:n kontrolloima osuus.

### 3.1.2 Ecostruxture Operator Terminal Expert

Ecostruxture Operator Terminal Expert on ohjelmointiympäristö Schneider Electricin Magelis HMI- ja iPCs-näyttöille. Magelis HMI- ja iPCs- sarjaan kuuluu Harmony ST6-, STO & STU-, GTO- ja XBT N-, R-, Rt-sarjan näytöt.

Ohjelmalla voidaan ohjata virtuaalisesti kenttälaitteita ja tarkastella niiden toimivuutta. Tehdasympäristössä se toimii ihmisen ja koneen rajapintana (HMI).

Näyttö toimii tässä insinööriyössä ohjaavana elementtinä ja antaa komentoja kuten esim. Kontaktori auki-kiinni.

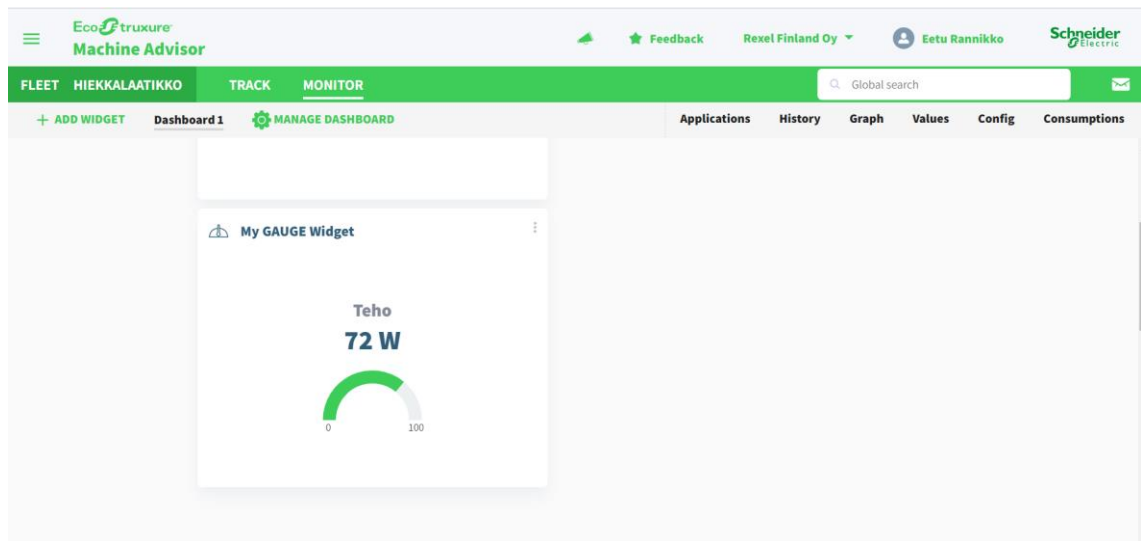
### 3.1.3 Ecostruxture Machine Advisor

Ecostruxture Machine Advisor (jatkossa Machine Advisor) on Schneider Electricin pilvipalvelu, josta voidaan tarkastella rekisteröidyn koneen tuloksia.

Machine Advisor toimii selaimessa siten, että palvelussa rekisteröidään kone palveluun, esim. tässä insinööriyössä Modicon M262 ja Harmony Edge Box (ks. Alemmaa tiedonsiirto ja enkrytaus - Harmony Edge Box), jonka jälkeen saadaan autentikaatiokoodit tiedonsiirtoa varten. Tämän jälkeen siirretään koodit oikeille paikoilleen ja voidaan alkaa rakentaa selaimessa visuaalista näkymää.

Rekisteröidyltä koneelta saatua dataa voidaan tarkastella visuaalisesti selaimesta erilaisten taulukoiden, kaavioiden tms. avulla. Saatua dataa voidaan muuttaa myös eri tulkintamuotoon, esim. jos rekisteröidyltä koneelta saadaan

vaikka jännitearvoksi 72 V ja virta-arvoksi 1 A, voidaan se muuntaa Machine Advisorissa esim. tehoksi.



Kuva 11. Dashboardin näkymä, jossa on luotu tehomäärän laskuri [kuvakaappaus Machine Advisor-ohjelmasta].

Samalla tavalla dashboardiin voidaan tuoda esim. pelkkä jännite.

### 3.1.4 SoMove

Schneider Electricin SoMove on sovellus, jossa voidaan määrittää laitteiden IP-osoitteet ja myös määrittää laitehierakia. Se on tärkeä osa järjestelmän toimivuutta etäyhteyden kannalta.

## 3.2 Ohjelmoitavat logiikat

### 3.2.1 Modicon M251

Modicon M251 (jatkossa M251) on Schneider Electricin tuottama ohjelmoitava logiikka, jolla voidaan ohjata mm. kontaktoreita, turvalaitteita jne.

Modicon M251:n joutuu tiedonsiirrossaan käyttämään Edge Boxia, sillä M251 ei pysty itse enkryptoimaan generoitua dataa, joten sitä varten tulee data siirtää Edge Boxille.

Tässä insinööriyössä toimi generoidun datan lähettäjänä Edge Boxille ja oli myös liitettynä käyttöliittymän (Harmony Magelis HMIST6) kanssa, joka taas ohjasi toimintoja, joita M251 suoritti.

Syy tälle on se, että insinööriyön tarkoitus on vain demonstroida M251:n toimivuutta ja kuinka dataa voidaan tarkastella Machine Advisorissa.

Mikäli ohjelmoitavalle logiikalle haluttaisiin viedä jotain ohjattavaa esim. moottorilähtö ja moottori, voitaisiin ne vain lisätä kenttälaitteiden perään.

### 3.2.2 Modicon M262

Modicon M262 (jatkossa M262) on Schneider Electricin tuottama ohjelmoitava logiikka, joka pystyy tarvittaessa siirtämään enkryptattua dataa pilvipalveluun. Tässä insinööriyössä M262 siirsi dataa pilveen itsenäisesti ilman Edge Boxia.

Tässä insinööriyössä sen tehtävä oli olla liitettynä käyttöliittymään (Harmony Magelis HMIST6), joka taas ohjasi toimintoja, jotka M262 suoritti.

Sillä myös generoitiin täysin samanlaista dataa kuin M251, joka siirrettiin sitten pilveen. Lisäksi se oli linkitetty M251:in kanssa, jonka avulla pystyttiin tarvittaessa siirtämään dataa ohjelmoitavien logiikoiden avulla OPC UA:ta käyttäen. Kuitenkin tässä insinööriyössä tiedonsiirtoa ei käytetty ohjelmoitavien logiikkojen välillä, mutta se on olemassa tulevaisuuden suunnitelmia varten.

Tämän ohjelmoitavan logiikan oli tarkoitus näyttää, miten M262 toimii rakennuksessa tehdasympäristössä ja miten dataa voidaan viedä eteenpäin.

### 3.3 Kenttälaitteet

Kenttälaitteiksi valikoitui Schneider Electricin IEC 61131-3 standardisoidut laitteet, joita ohjataan PLC:iden ja näytön kautta. Tässä insinööriyössä oleelliset kenttälaitteet olivat käyttöliittymä eli HMI ja kontaktoriperhe TeSys Island Load Management.

#### 3.3.1 Harmony Magelis HMIST6

Harmony Magelis HMIST6 on Schneider Electricin tuottama 12-tuumainen käyttöliittymä, jota tässä insinööriyössä on hyväksi M262 -ohjaukseen ja visuaaliseen näkymään asiakkaalle.

Käyttöliittymä siis toimii koneen ja ihmisen rajapintana, jolla voidaan ohjata toimintoja, jonka toiminta sitten taas näkyy näytöllä.

#### 3.3.2 TeSys Island Load Management

TeSys Island Load Management -tuoteperhe on Schneider Electricin tuottama ohjauspaketti, jolla voidaan toteuttaa muun muassa moottorin suunnanvaihto jne.

Tässä insinööriyössä M262 -ohjelmoitava logiikka ohjaa TeSys-islandin kontaktoria, johon voidaan liittää sitten myöhemmin ohjattava objekti, esim. sähkömoottori.

#### 3.3.3 Muut kenttälaitteet

Seuraavat kenttälaitteille tuotiin ohjausjännite ja asetettiin IP-osoitteet, mutta muuta niille ei tehty.

- Preventa XPSMCM modular safety

- Modicon TM5 SLC safe logic controller
- Modicon TM5 safety and performance I/O
- Modicon TM3 Optimized I/O Island
- 2 kpl: Lexium 32 servo Drive
- Altivar 320 ja 340 Variable Speed Drive.

### 3.4 Tiedonsiirto ja enkryptaus

Tiedonsiirtoon ja enkryptaukseen on tässä insinööriyössä käytetty M251:n puolelta Schneider Electricin tiedonsiirto- ja enkryptauslaitetta nimeltä Harmony Edge Box sekä laitteiston ja pilvipalveluiden yhdistämiseksi ja kontrolloimiseksi Node-RED:illa tehtyä ohjelmaa, ja M262:n puolelta omaa tiedonsiirto- ja enkryptaukseen, johon ei tarvita erillistä välittäjää.

#### 3.4.1 Harmony Edge Box

Harmony Edge Box Schneider Electricin Harmony iPC -tuotekategoriaan kuuluva tiedonsiirto- ja enkryptauslaite, joka käyttää kerätyn siirtämiseen pilveen Node-RED:illä tehtyä ohjelmaa.

Harmony Edge Boxista löytyy 4G-kortti, jolla saadaan yhteys julkiseen verkkoon, jota sitten hyödynnetään yhteyden muodostamiseen pilvipalvelun (Machine Advisor) välille. Edge Box on yhteydessä molempiin ohjelmoitaviin logiikoihin, joten mm. tässä insinööriyössä M262 pystyy käyttämään hyväksi Edge Boxin 4G-verkkoa datan lähettämiseksi itsenäisesti.

Harmony Edge Box toimii siis pilvipalveluiden ja ohjelmoitavien logiikoiden välillä. Dataa ei suoraan voida siirtää pilveen ilman enkryptaukseen, joten täten tarvitsemme välikappaleen (ottamatta huomioon M262:a, joka pystyy enkryptaamaan datan itsenäisesti ja lähettämään datan). Harmony Edge Box toimii siten, että

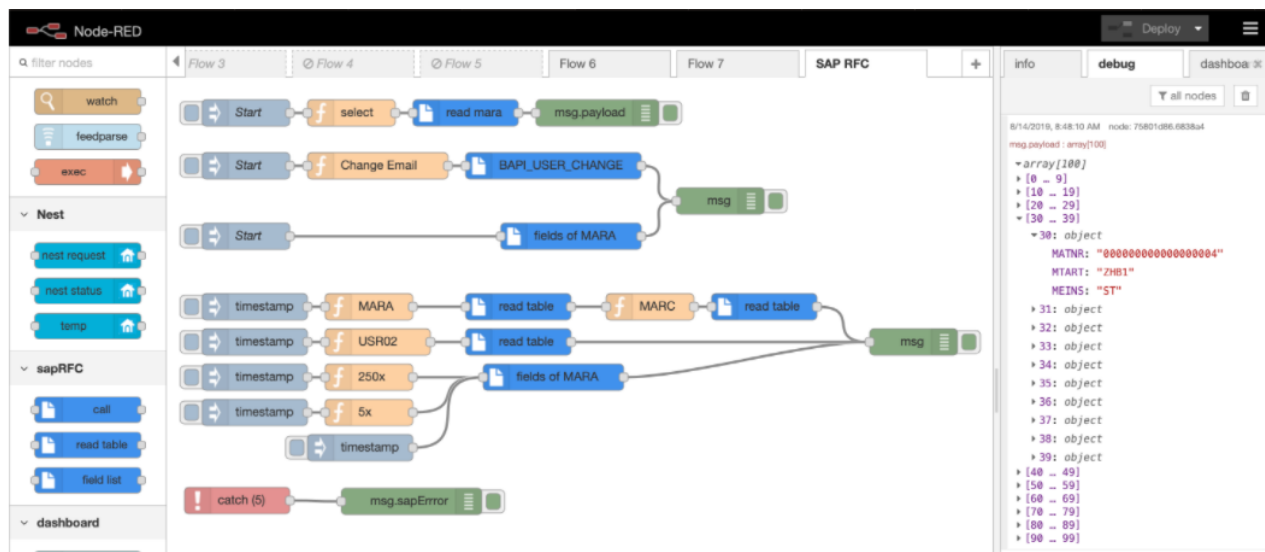
siihen on sisäänohjelmoitu Node-RED-palvelin, johon yhdistetään selaimen kautta ja Node-RED-ohjelmisto tehdään halutulla tavalla määrätystä IP-osoitteesta.

### 3.4.2 Node-RED

Node-RED on virtauspohjaista ohjelmointityyliä käyttävä solmupohjainen selainpohjainen ohjelmointiympäristö.

Node-RED on ohjelmointityökalu, jolla voidaan yhdistää laitteistot, API:t ja online-palvelut uusilla tavoilla. Node-RED tarjoaa selainpohjaisen ohjelmointiympäristön, joka yksinkertaistaa liitännäismahdollisuudet.

Lisäksi Node-RED pystyy myös valitsemaan internetprotokollan, joita ovat HTTPS ja MQTTS. Niiden avulla määritellään datan liikkuminen selainten välillä.



Kuva 12. Node-RED:lla tehty sovellus, jonka tarkoitus on näyttää, miltä ohjelmointi Node-RED:ssä näyttää [21].

Node-RED:iä käytettiin linkin muodostamiseen Machine Advisorin ja Harmony Edge Boxin välillä.

Toimiakseen tarvitaan ohjelmassa määrittää muistirekisterien paikat, joita lue-  
taan Machine Expertistä ja Machine Advisorista tarvitaan rekisteröidyn koneen  
”token” ja ”server”, jotta Machine Advisor pystyy vastaanottamaan kerättyä da-  
taa. [17.]

## **4 Työn toteutus ja vaiheet**

### **4.1 Työn suunnittelu**

Työ aloitettiin rakentamalla fyysinen laitekonfiguraatio pöytään, jonka jälkeen li-  
sättiin ohjausjännitteet laitteille ja yhteydet Ethernet-kaapeleilla laitteiden välille.

Tämän jälkeen aloitettiin sovellusten tekeminen, joita aletaan toteuttamaan luo-  
malla ohjelmoitavien logiikoiden Machine Expert -ohjelma, HMI-käyttöliittymän  
Operator Terminal Expert -ohjelma ja kenttälaitteiden SoMove-konfigurointi.  
Näiden jälkeen siirryimme pilvipalvelun eli Machine Advisorin koneiden rekiste-  
röintiin ja graafisten näkymien muodostamiseen.

### **4.2 Fyysinen laitestrukturi**

Fyysinen laitestrukturi on tehty yksinkertaiseksi, jotta asiakas ymmärtäisi hel-  
pommin, mistä on kyse. Mallinnus muistuttaa tehdasympäristössä käytettävästä  
struktuurissa, mutta huomattavasti pienemmässä mittakaavassa.



Kuva 13. Kuvassa valmis fyysinen laitestrukturi. Keskellä vasemmalta oikealle Edge Box → Modicon M251 → Modicon M262 → HMI-käyttöliittymä ja alimmalla rivillä oikeanpuolimmaisena TeSys Islandin -laittekokonaisuus. Muut laitteet alimmalla rivillä ovat turvalaitteita sekä servo- ja taajuusmuuttajia.

### 4.3 Ohjelmoitavien logiikoiden sovellus

Ohjelmoitavien logiikoiden sovellusta alettiin määrittämällä aluksi yhteyspisteet eli (Ethernet-porttien IP-osoitteet) (kohta 1), jonka jälkeen konfiguroitiin TeSys Island -paketti sovellukseen tulevaisuudessa tehtävää ohjausta varten (kohta 2).

Näiden jälkeen aloitettiin ohjelmien tekeminen, joiden avulla voitaisiin generoida dataa ohjelmoitavilla logiikoilla ja ohjata sitä kenttäväylän kautta sekä lähettää tämä kyseinen data reaaliajassa pilveen (kohdat 3 & 4).

#### Kohta 1

Yhteyspisteiden määrittäminen aloitettiin suunnittelemalla fiksut muistisääntö kaikille kentälaitteille ja miten muistaa ohjelmoitavien logiikoiden pisteet. Kun IP-osoitteet oli mietitty, lisättiin kyseisten Ethernet-porttien osoitteet ohjelmaan.



## Kohta 2

Tämän jälkeen lisättiin mahdolliset kenttälaitteet sovellukseen ohjattaviksi, joita tässä tapauksessa oli vain TeSys Island -laittekokonaisuus, jota oli tarkoitus ohjata käyttöliittymän avulla. Siitä puuttui vielä yksi SIL-starter, joten sitä tullaan ohjaamaan sen saapuessa tulevaisuudessa. Kuitenkin konfigurointi ja suoritettiin ja asetettiin Machine Expert -ohjelmassa Ethernet 2 -portin alle, sillä fyysisessä pöydässä oli kytkennät rakennettu näin.

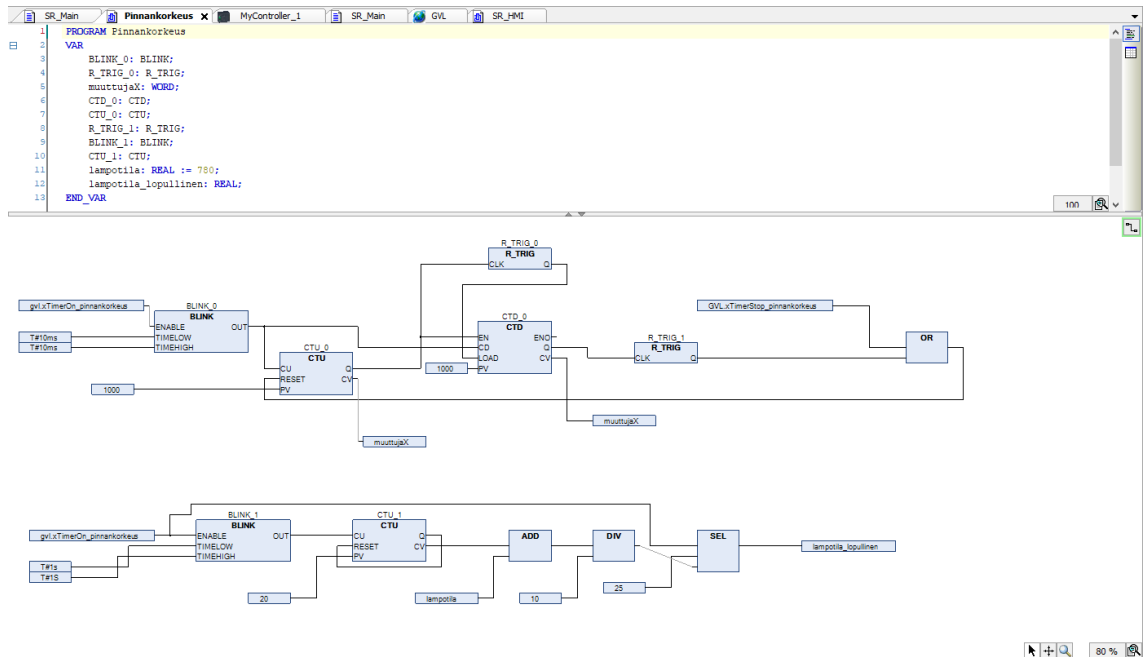
## Kohta 3

Datan generointia alettiin toteuttamaan siten, että Machine Expert -sovellukseen tehtiin koodipätkät, jotka generoivat dataa Machine Advisoriin.

Koodit generoivat pinnankorkeutta, nesteen lämpötila-arvoa, OEE-arvoa, huoltosuunnitelmaväliä ja pumpun käyttölaskuritietoa.

Pinnankorkeus, lämpötila-arvo ja pumpun käyntilaskuritiedot myös toimivat reaaliajassa Operator Terminal Expertin kanssa ja niitä ohjataan käyttöliittymän kautta.

Laadituiden koodien runkoa esitellään seuraavissa kuvissa ja esimerkkikoodi-  
deissa.



Kuva 14. Kuva laaditusta CFC-laskurista [kuvakaappaus Machine Expert -ohjelmasta].

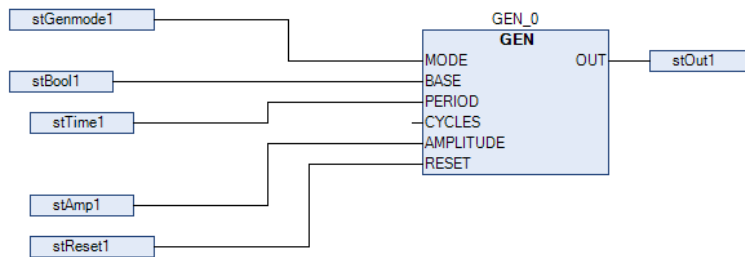
Ylempi laskuri ohjaa pinnankorkeuden hallintaa. Arvo on alussa 0 ja alkaa kasvamaan yhdellä ja lisääntyä 10 millisekuntin välein, kunnes päästään arvoon 1000, jonka jälkeen arvo alkaa putoamaan yhdellä taas 10 millisekuntin välein. Prosessi alkaa alusta, mikäli sitä ei lopeteta STOP-painikkeella.

Alempi laskuri ohjaa lämpötilaa. Arvo on alussa 25, ja mikäli pumppu laitetaan päälle, alkaa se lisäämään 0,1 arvoa sekunnin välein alkaen 8 asteesta 80 asteeseen.

```

1  PROGRAM SR_HMI
2  VAR
3  GEN_0: GEN;
4  stGenmode1 : GEN_MODE;
5  stBool1 : BOOL;
6  stTime1: TIME := T#500MS ;
7  stAmp1: INT := 1;
8  stReset1: BOOL;
9  stOut1: INT;
10 END_VAR
11

```



Kuva 15. CFC-koodilla laadittu SIN-aaltoa generoiva koodi [kuvakaappaus Machine Expert -ohjelmasta].

```
OEE_laskuri(IN := OEE_tilatieto, PT := T#1S);
```

```
IF NOT(OEE_laskuri.Q) AND GVL.G_rVariable1 <= 40 THEN
```

```
GVL.G_rVariable1 := GVL.G_rVariable1 +1;
```

```
OEE_tilatieto := TRUE;
```

```
ELSIF GVL.G_rVariable1 >= 40 THEN
```

```
GVL.G_rVariable1 := 0;
```

```
ELSE
```

```
OEE_tilatieto := FALSE;
```

```
END_IF
```

```

IF GVL.G_rVariable1 <= 20 THEN
GVL.OEE_arvo := 826;

ELSIF GVL.G_rVariable1 >=20 THEN
GVL.OEE_arvo := 917;

END_IF

```

### Esimerkkikoodi 1. Ote laaditusta OEE-arvon generointikoodista.

Esimerkkikoodissa 1 laskuri pitää arvon 82,6 % 20 sekuntia ja 91,7 % seuraavat 20 sekuntia ja alkaa alusta.

```

huoltovali(IN := xTimerOn1, PT := T#1S);

IF NOT(huoltovali.Q) AND GVL.G_rVariable6 <= huoltovaliarvo
THENGVL.G_rVariable6 := GVL.G_rVariable6 +1;
xTimerOn1 := TRUE;

ELSIF GVL.G_rVariable6 >= huoltovaliarvo THEN
GVL.G_rVariable6 := 0;

ELSE
xTimerOn1 := FALSE;

END_IF

```

### Esimerkkikoodi 2. Ote laaditusta huoltovälin generointikoodista.

Esimerkkikoodi 2:n koodi lisää arvoa sekunnin välein yhdellä. Kun se saavuttaa viikon sekuntimäärän (604800 sekuntia), alkaa se alusta. Tämän laskurin tarkoitus on olla ns. huoltovälin kuvaaja.

```

pumpun_laskuri(IN := xTimerOn2, PT := T#1M);

IF NOT(pumpun_laskuri.Q) AND GVL.G_rVariable2 <= 1440 AND nayttoHMI =
TRUE THEN

```

```

GVL.G_rVariable2 := GVL.G_rVariable2 +1;
xTimerOn2 := TRUE;

ELSIF GVL.G_rVariable2 >= 1440 THEN
GVL.G_rVariable2 := 0;

ELSE
xTimerOn2 := FALSE;

END_IF

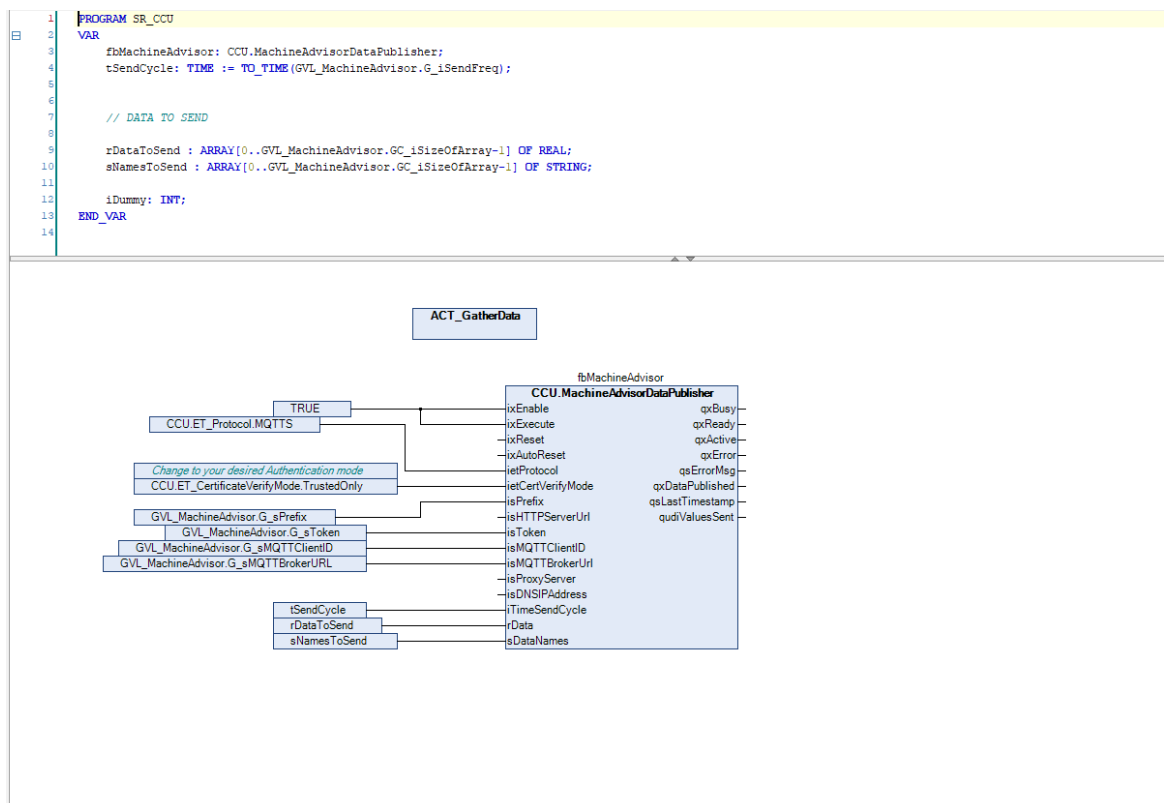
```

Esimerkkikoodi 3. Ote laaditusta pumpun käytitietolaskurikoodista.

Esimerkkikoodi 3:n koodi lisää arvoa minuutin välein yhdellä. Kun pumppu käynnistetään, arvo näkyy reaaliajassa käyttöliittymässä.

## Kohta 4

Tiedonlähetystä varten tehtiin myös seuraavanlainen CFC-koodi.



Kuva 16. Kuvassa CFC-ohjelmointikielellä tehty koodi tiedonsiirtoa varten Modicon M262 -logiikkaa varten (kuvakaappaus Machine Expert -ohjelmasta).

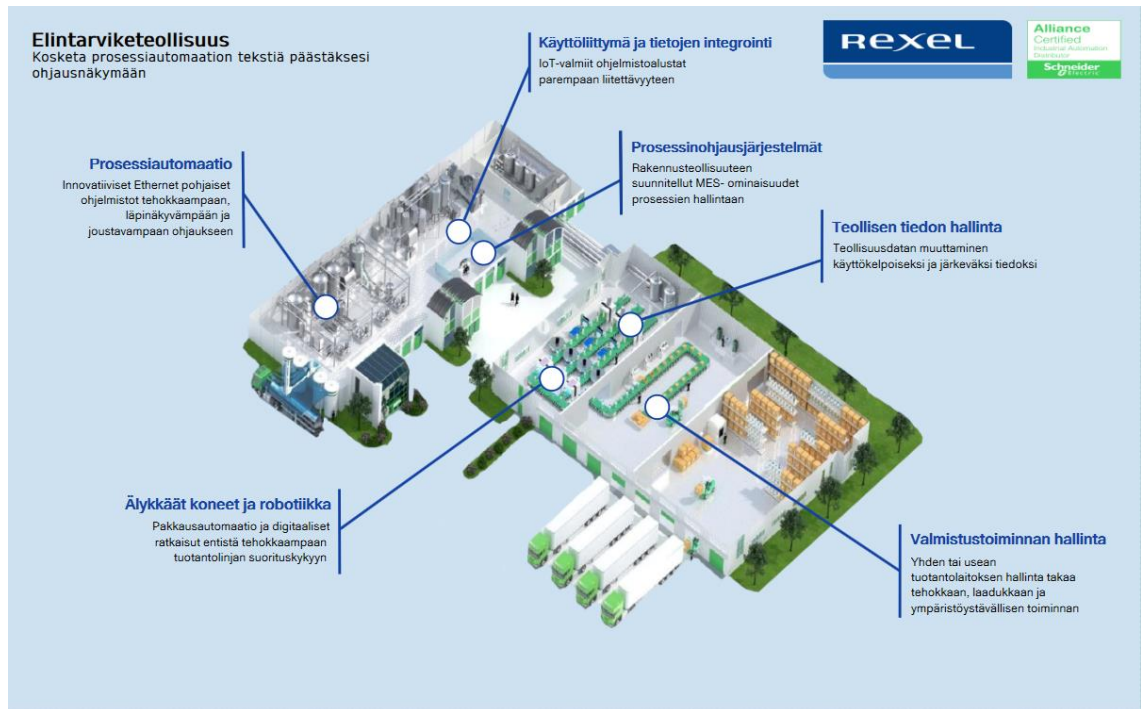
#### 4.4 HMI-käyttöliittymä

HMI-käyttöliittymän sovellus toteutettiin Operator Terminal Expert -ohjelmalla ja sitä käytettiin näyttösovelluksen tekemiseen, jonka rakenne on seuraavanlainen:



Kuva 17. Päänäyttö [Kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta].

Päänäkymässä, josta voidaan valita neljästä vaihtoehdosta mieluinen, kaikkien kuvakkeiden takaa avautuu "oma" laitospäätös (ks. kuva 18). Muille kuin elintarviketeollisuudelle laitospäätöksille on tehty aloitusnäytöt, muttei kuvattu vielä toimintoja.

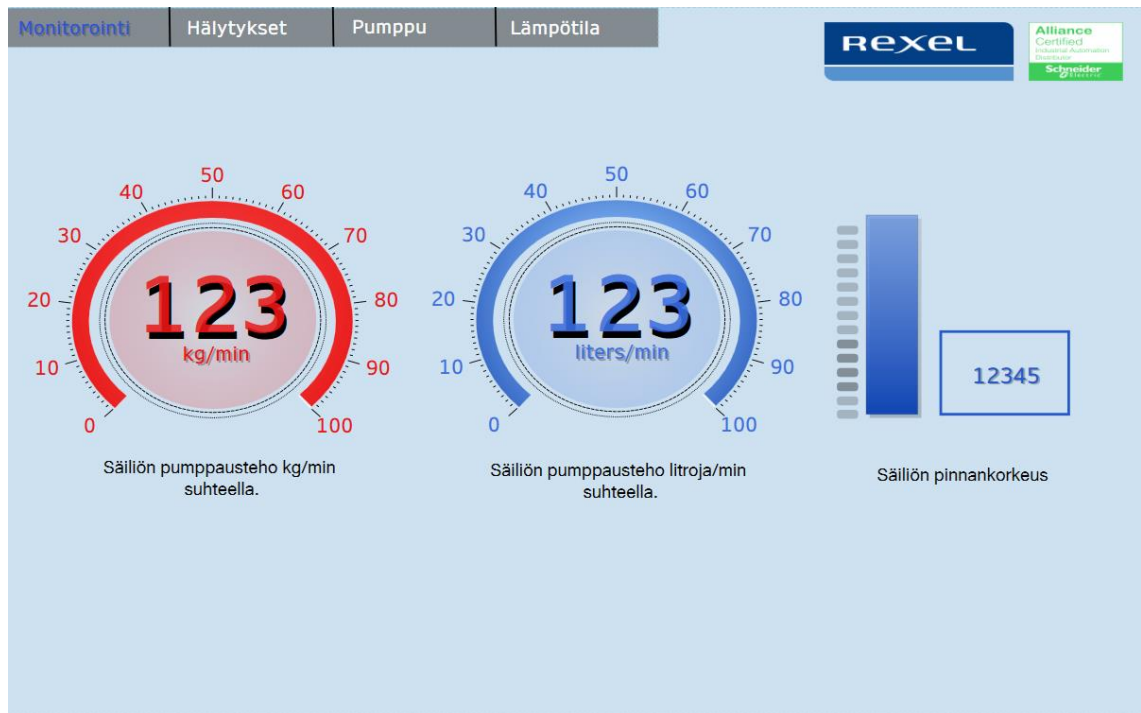


Kuva 18. Elintarviketeollisuuden näkymä, josta painamalla prosessiautomaation tekstiä päästään ohjausnäkyymään. Muut tekstit ovat yleistä informaatiota varten (Kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta).



Kuva 19. Prosessiautomaation ohjausnäkyvä – Pumppu (Kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta).

Tällä ruudulla voidaan ohjata pumpun käyntitilatietoa, tarkastella pumpun aika-tietoa (kauan on ollut käynnissä), tarkastella pumpun pinnankorkeutta sekä vaihtaa ohjausnäkyvää vaihtoehtoihin monitorointi, hälytykset tai lämpötila.



Kuva 20. Prosessiautomaation ohjausnäkyvä – Monitorointi (kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta).

Tällä ruudulla voidaan tarkastella pumpun pinnankorkeutta, säiliön pumppaustehoa sekä litroja/min- ja kilogrammoja/min- tahdilla.



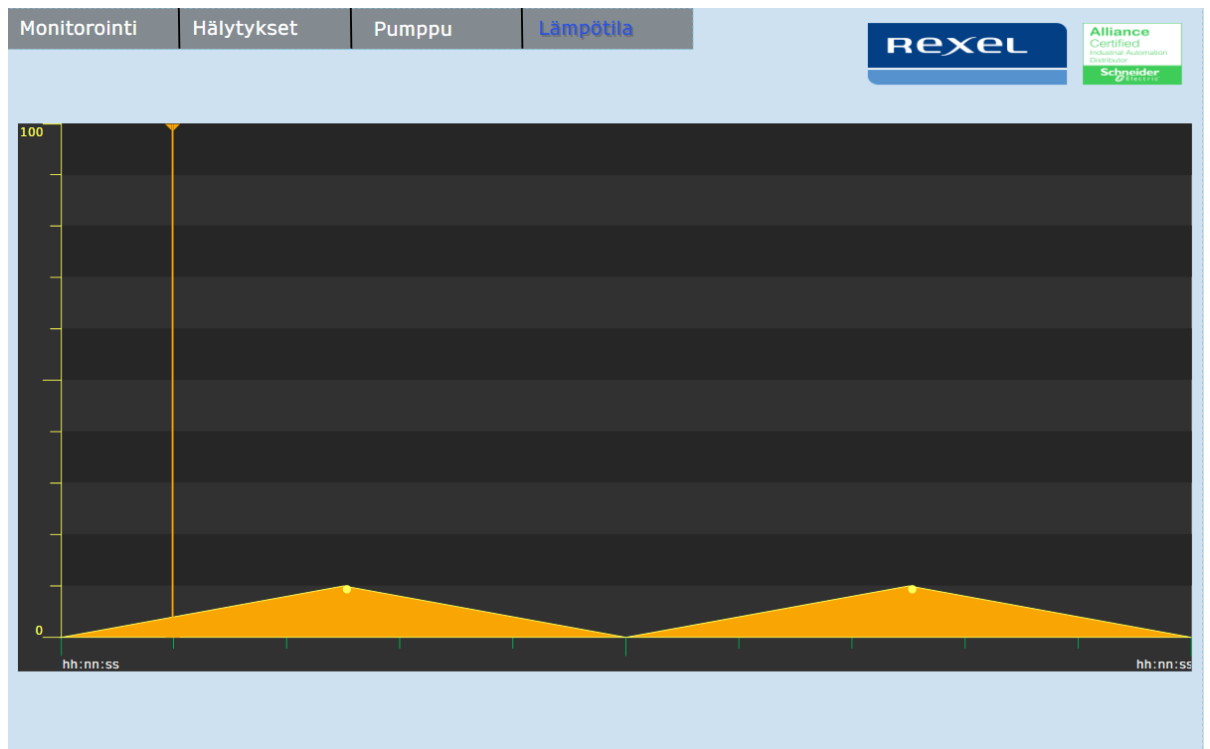
Date	Time	AlarmMessage	AlarmStatus	AlarmType

OK    Varoitus    Hälytys

●    ●    ●

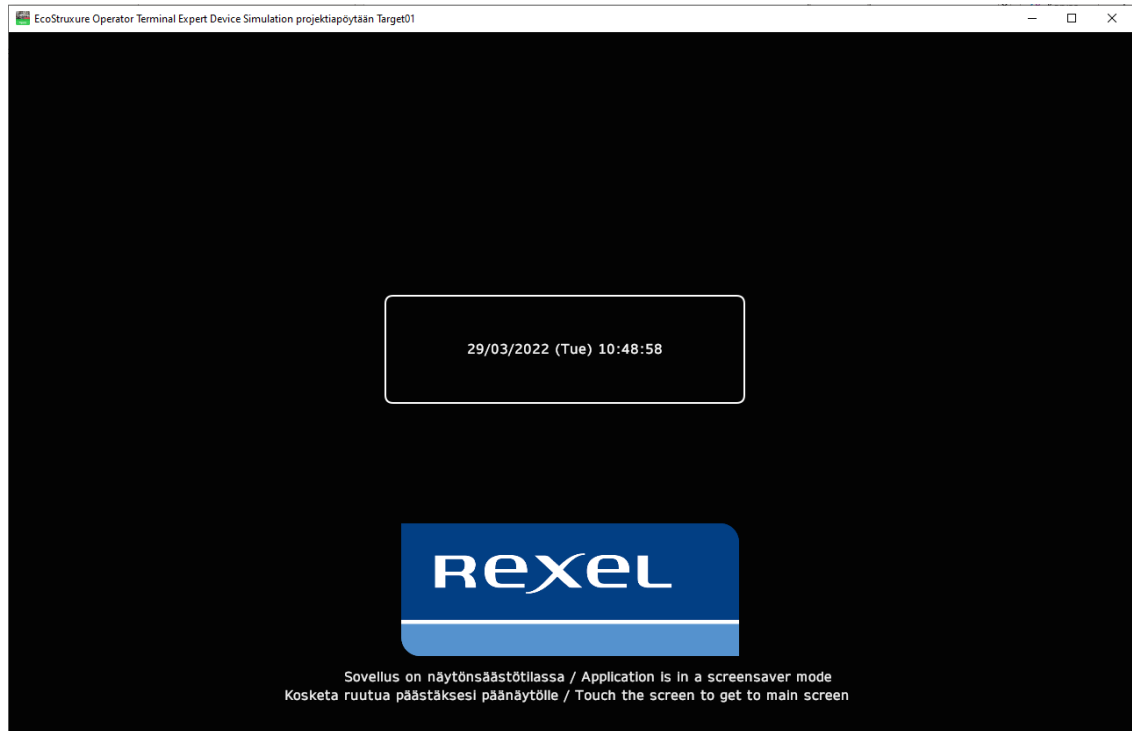
Kuva 21. Prosessiautomaation ohjausnäkyvä – Hälytykset (kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta).

Tällä ruudulla voidaan tarkastella pinnankorkeudelle asetettuja hälytysrajoja.



Kuva 22. Prosessiautomaation ohjausnäkyvä – Lämpötila [Kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta].

Tällä ruudulla voidaan tarkastella säiliön lämpötilan trendikäyriä.



Kuva 23. Näytönsäästäjä -näkyvä [Kuvakaappaus Operator Terminal Expert -ohjelmasta].

Mikäli näyttöön ei kosketa viiteen (5) minuuttiin, tulee näytölle seuraavanlainen näkyvä, josta pääsee takaisin päänäytölle painamalla mitä tahansa kohtaa ruudulla.

#### 4.5 Kenttälaitteiden konfigurointi

Kenttälaitteiden konfigurointi toteutettiin SoMove-ohjelmalla. Tässä insinöörityössä sitä käytettiin virtuaalisen laitestruktuurin muodostamiseen, joka käytännössä tarkoittaa sitä, että kun pöydässä laitteet ovat muodostettu järjestykseen tietyllä tavalla, niin muodostetaan ne samalla tavalla virtuaalisesti (ks. kuva 12). Lisäksi ohjelmalla määritettiin myös IP-osoitteet kenttälaitteille.

## 4.6 Pilven hallinta

Pilven hallintaa alettiin rakentamaan siten, että Machine Advisorin puolella rekisteröintiin kaksi konetta, yksi Edge Boxia (M251) varten sekä toinen M262:tä varten.

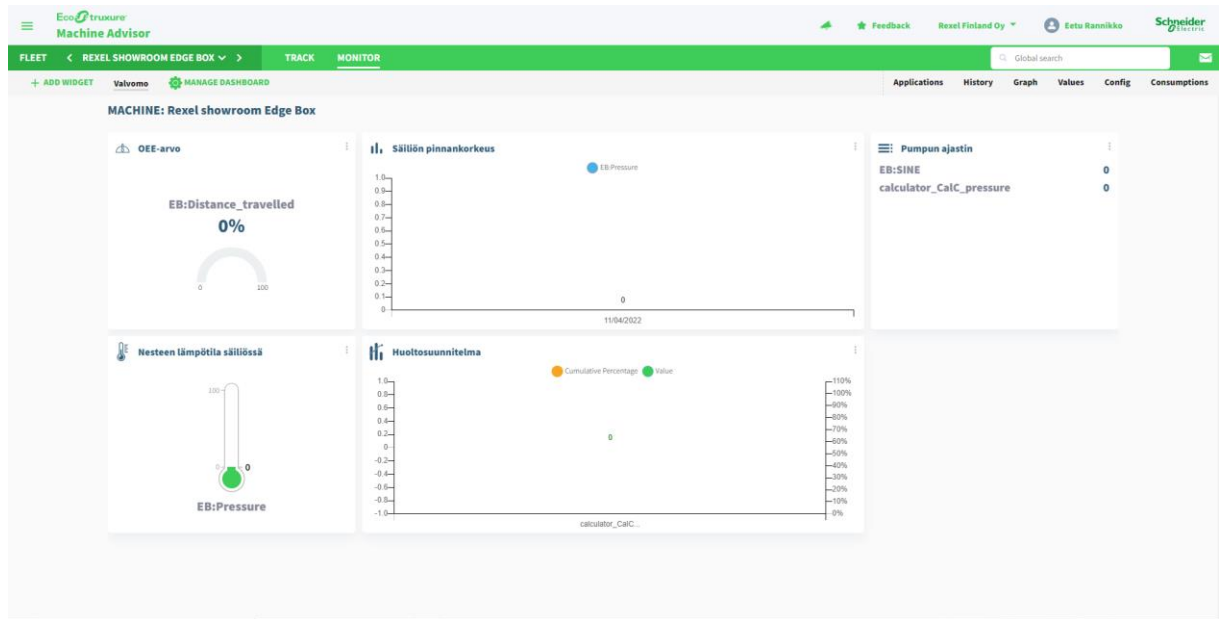
Tämä tehtiin sen takia, koska Modicon M251 tarvitsee tiedonsiirtoon ja enkryptaukseen Edge Boxia ja Modicon M262 taas ei, sillä se voi enkryptoida datan itse. Toisena syynä oli myös ohjelmoitavien logiikoiden mahdollisuuksien esittely tuleville asiakkaille, joten tarpeen tullen voidaan tarjota erilaisia ratkaisuja erilaisiin tarpeisiin.

Koneiden rekisteröinnin voidaan määritellä tiedonsiirron ja protokollien kannalta oleelliset tiedot. Internet -protokolliksi asetettiin Edge Boxille HTTPS ja M262:lle MQTTS. Tämä tehtiin sen takia, että voidaan osoittaa asiakkaalle, että molempia protokollia voidaan käyttää, mikäli asiakas niin vaatisi.

Tiedonsiirtoa varten palvelusta saa tarvittavat autentikaatiokoodit, joita olivat Edge Boxin tapauksessa "Server" ja "Token". M262:in tapauksessa nämä olivat "Broker-url", "Publish topic", "Username", "Client ID" ja "Token". Näitä tarvitaan tiedonsiirtoa varten valituilla protokollilla.

Edge Boxin autentikaatiokoodit laitettiin Node-RED-ohjelmaan, ja M262 autentikaatiokoodit Machine Expert -sovellukseen.

Tämän jälkeen pääsimme suunnittelemaan visuaalista näkymää asiakkaille. Sen rakenteesta tuli seuraavanlaisen näköinen:



Kuva 24. Asiakkaan näkymä pilvipalvelussa (kuvakaappaus Machine Advisor ohjelmasta).

Kuvassa näkyy tuleva data ohjelmoitavilta logiikoilta eri muodoissa ja indikaattoreissa. Tämä näkymä on Edge Boxilta tulevan datan näkymä, mutta M262:lta tuleva datan näkymä on samanlainen, sillä data on täysin samaa.

## 5 Lopputulokset

Lopputuloksena saatiin aikaan valmis automaatiosovellus elintarviketeollisuuden osalta, jossa ohjelmoitavat logiikat siirtävät dataa pilveen ja käyttöliittymällä voidaan virtuaalisesti tarkastella ja ohjata automaatioprosessia eri tavoilla ja muodoissa -käyttöliittymästä. Lisäksi ohjelmoitavien logiikoiden generoimaa dataa voidaan tarkastella pilvipalveluympäristössä.

Alkuperäisen suunnitelman kannalta tavoitteet saavutettiin. Valmis pöytä on rakennettu moitteettomasti, ja se kuvastaa hyvin elintarviketeollisuuden ratkaisua, jota asiakas voisi myös käyttää.

Mitä tulee asiakasrajapintaan ja uusasiakashankintaan niin Rexel Finland Oy:n ollessa Suomen toiseksi suurin sähkötukkuri ja Schneider Electricin IAD-asiakkuuskumppani, saadaan käytännönläheisyyttä ja suurempaa näkyvyyttä uusiin asiakkaisiin ja kaupankäynnin tulisi vilkastua.

Rexel Showroom -demopöytä toimii tällä hetkellä Vantaan Antaksentien myymälässä valmiina palvelemaan elintarviketeollisuuden asiakkaita.

### **Asiakkaan näkymä**

Asiakkaan näkymänä toimii siisti ja valmis demopöytä elintarviketeollisuuden osalta, josta näkee yksinkertaisesti yhteydet ja kenttälaitteiden hierarkian.

Näytöltä asiakas pystyy ohjaamaan virtuaalista ohjausnäkyä ja tarkastella prosessin toimivuutta. Asiakas saa myös samanaikaisesti kosketuksen HMI-käyttöliittymän toimintaan.

Pilvipalvelun toimivuutta esitetään erillisellä näytöllä, josta asiakas voi nähdä ohjelmoitavien logiikoiden generoiman datan.

### **Tulevaisuuden näkymä**

Tulevaisuuden näkymä tulee kehittymään elintarviketeollisuuden näkymän viimeistelyllä, metsäteollisuuden, OEM:n ja uusiutuvan energian näkymillä ja ohjauksilla. Lisäksi pöydän lisäksi viereen ollaan rakentamassa EcoStruxure Plant -arkkitehtuurilla toimiva demopöytä ja itse tämän insinööriyön demopöytään ollaan tuomassa lisälaitteistoa.

## Lähteet

- 1 Rexel Group. 2022. Nettisivut. Verkkoaineisto.  
<<https://www.rexel.com/en/group/history/>>. Luettu 18.2.2022.
- 2 Schneider Electric. 2022. Nettisivut. Verkkoaineisto.  
<<https://www.rexel.com/en/group/history/>>. Luettu 18.2.2022.
- 3 Schneider Electric. 2022. Verkkoaineisto.  
<[https://fi.wikipedia.org/wiki/Schneider\\_Electric](https://fi.wikipedia.org/wiki/Schneider_Electric)> Luettu 18.2.2022.
- 4 What is a programmable logic controller (PLC)?. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.polycase.com/techtalk/electronics-tips/what-is-a-programmable-logic-controller.html>>. Luettu 11.3.2022.
- 5 Internet Protocol (IP). 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://networkencyclopedia.com/internet-protocol-ip/>>. Luettu 22.2.2022.
- 6 Publish MQTT Messages and Subscribe to Message Topics. 2022. Verkkoaineisto. <<https://se.mathworks.com/help/supportpkg/raspberypi/ref/publish-and-subscribe-to-mqtt-messages.html>>. Luettu 22.2.2022.
- 7 What is HTTPS?. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.cloudflare.com/learning/ssl/what-is-https/>>. Luettu 22.2.2022.
- 8 HTTP - overview. 2022. Verkkoaineisto.  
<[https://www.tutorialspoint.com/http/http\\_overview.htm](https://www.tutorialspoint.com/http/http_overview.htm)>. Luettu 22.2.2022.
- 9 What is security protocol. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.igi-global.com/dictionary/security-protocol/26119#:~:text=A%20security%20protocol%20is%20essentially,to%20achieve%20a%20security%20goal.>>. Luettu 22.2.2022.
- 10 What is TLS (Transport Layer Security)?. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.cloudflare.com/learning/ssl/transport-layer-security-tls/>>. Luettu 23.2.2022.
- 11 What is an SSL Certificate?. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.websecurity.digicert.com/security-topics/what-is-ssl-tls-https>>. Luettu 23.2.2022.

- 12 FIELDBUS SYSTEMS. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://en.nanotec.com/knowledge-base-article/fieldbus-systems#:~:text=A%20fieldbus%20is%20a%20serial,and%20under%20high%20external%20load.>>. Luettu 28.2.2022.
- 13 NOPEA TIEDONSIIRTO AUTOMAATIO- JA KENTTÄLAITTEIDEN VÄLILLÄ: MODBUS. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.wago.com/fi/modbus>>. Luettu 28.2.2022.
- 14 Unified Architecture. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>>. Luettu 28.2.2022.
- 15 Thramboulidis, Kleanthis. 2013. Lisää julkaisujen näkyvyyttä verkossa: käytä metadattaa. Verkkoaineisto.  
<<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.4761.pdf> >. Luettu 3.3.2022.
- 16 Conway, John. 2020. Lisää julkaisujen näkyvyyttä verkossa: käytä metadattaa. Verkkoaineisto.  
<[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=White+Paper&p\\_File\\_Name=998-21041914\\_GMA\\_WhitePaper.pdf&p\\_Doc\\_Ref=998-21041914](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Name=998-21041914_GMA_WhitePaper.pdf&p_Doc_Ref=998-21041914) >. Luettu 3.3.2022.
- 17 Node-RED. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://nodered.org/about/>>. Luettu 7.3.2022.
- 18 SAMPLE CONTINUOUS FUNCTION CHART CFC PROGRAM: TIME BASED COUNTER. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://community.parker.com/technologies/electromechanical-group/w/electromechanical-knowledge-base/1509/sample-continuous-function-chart-cfc-program-time-based-counter>>. Luettu 25.3.2022.
- 19 Function Block Diagram (FBD) Language. 2022. Verkkoaineisto.  
< [https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/en/SoMProg/SoMProg/FBD\\_LD\\_IL\\_Editor/FBD\\_LD\\_IL\\_Editor-4.htm](https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/en/SoMProg/SoMProg/FBD_LD_IL_Editor/FBD_LD_IL_Editor-4.htm)>. Luettu 25.3.2022.
- 20 SAMPLE CONTINUOUS FUNCTION TEXT ST PROGRAM: TIME BASED COUNTER. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://community.parker.com/technologies/electromechanical-group/w/electromechanical-knowledge-base/1510/sample-structured-text-st-program-time-based-counter>>. Luettu 25.3.2022.
- 21 Node-red-contrib-saprfc. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-saprfc>>. Luettu 7.3.2022.

- 22 TCP/IP protocols. 2022. Verkkoaineisto.  
< <https://www.ibm.com/docs/en/aix/7.2?topic=protocol-tcpip-protocols>>.  
Luettu 11.4.2022.



## **Automaattoratkaisut elintarviketeollisuudessa ja niiden markkinointi**

Tässä liitteessä on esiteltyä automaation ratkaisuja elintarviketeollisuudessa ja niiden markkinointihyötyjä.



**AUTOMAATORATKAISUT  
ELINTARVIKETEOLLISUUDESSA  
JA NIIDEN MARKKINOINTI**

Rannikko Eetu

## SISÄLLYS

<a href="#">Elintarviketeollisuuden automaattoratkaisut tänä päivänä</a>	4
<a href="#">Elintarviketeollisuuden automaattoratkaisujen hyödyt</a>	4
<a href="#">elintarviketeollisuuden Automaattoratkaisut käytännössä</a>	10
<a href="#">Markkinoinnin näkökulma</a>	12
<a href="#">Käytännön esimerkkejä</a>	14
<a href="#">yhteenveto</a>	18
<a href="#">Lähteet</a>	19

## ELINTARVIKETEOLLISUUDEN AUTOMAATIORATKAISUT TÄNÄ PÄIVÄNÄ

Nykyaikaiset elintarviketuotantolaitokset, kuten meijerit, ovat varsin monimutkaisia yksiköitä, jotka sisältävät paljon automaatiota. Tuotteiden ja tuotantoprosessien tulee olla ehdottoman puhtaita, mikä tuo erityisiä vaatimuksia myös automaatiojärjestelmälle ja mittausantureille.

Automaation korkea saatavuus on elintarviketeollisuudessa vielä tärkeämpää kuin muilla toimialoilla. Tuotteille ei ole säilytystilaa. Koko tuotanto perustuu tilauksiin. Erilaisten tuotteiden määrä on melko suuri. Vain täysin automatisoidut prosessit, jotka perustuvat kehittyneisiin reseptivalvontaan, voivat taata tuotteiden korkean laadun. Sama koskee myös bioteknologian tuotteita, kuten entsyymejä, joita valmistetaan käymisreaktoissa. [1]

## ELINTARVIKETEOLLISUUDEN AUTOMAATIORATKAISUJEN HYÖDYT

Monet toimialat ovat jo tuoneet automatisoitua teknologiaa päivittäiseen toimintaansa. Vaikka elintarvike- ja juomateollisuus on vastustanut tätä muutosta, digitaalinen muutos näyttää vihdoinkin alkavan. Esimerkiksi elintarvikeyritykset ovat havainneet automaation mahdollistaneen täyden näkyvyyden toimitusketjustaan, suojelemaan työntekijöitään vakavilta loukkaantumisilta ja alentamaan työvoimakustannuksia. [2]

Tarkastellaanpa näitä tarkemmin ja tarkastellaan elintarvike- ja juomateollisuuden automaation etuja:

1. **Laadunvarmistus.** *Laadunvalvonnan parantuminen koko prosessin ajan*
2. **Työturvallisuus.** *Automaatio pitää työntekijät turvassa loukkaantumiselta*
3. **Hallinta.** *Prosessin jäljitettävyys päästä päähän*
4. **Tehokkuus.** *Tehokkuuden nostaminen ja asiakaskunnan lisääntyminen*
5. **Tuotevarmuus.** *Brändin suojaus haitallisilta tuotteiden takaisinveitoilta*
6. **Joustavuus.** *Joustavuus ja mukautuvuus*
7. **Ympäristöystävällisyys.** *Jätteen vähentyminen paremalla kysynnän ja tarjonnan hallinnan avulla*

## **Laadunvarmistus**

Ruoan ja juoman toimitusketjussa on niin monia prosesseja, työntekijöitä ja kosketuspisteitä, että ruoan laadun seuranta voi olla vaikeaa, saati sitten mahdotonta. On sanomattakin selvää, että tuotteiden laatu on uskomattoman tärkeää, mutta monimutkaisessa järjestelmässä on vaikea minimoida turvallisuusongelmia.

Automatisointi auttaa ratkaisemaan nämä ongelmat parantamalla linjan tehokkuutta, maksimoimalla ainesosien käytön ja parantamalla elintarviketurvallisuutta samalla, kun vähennät ihmisten aiheuttamien virheiden riskiä.

Johdonmukaisuus on elintärkeää myös elintarvikealan yrityksille – kuluttajat haluavat ostaa saman tuotteen yhä uudestaan ja haluavat, että sillä on

sama koostumus maun ja koostumuksen suhteen. Automaatio tarjoaa tämän eliminoimalla inhimillisten virheiden mahdollisuudet ja hallitsemalla tehokkaasti tuotantoa, mikä puolestaan vähentää tuotteiden takaisinvetojen riskiä ja viime kädessä suojaa brändiä.

### **Työturvallisuus**

Automatisointi eliminoi työntekijöiden tarpeen suorittaa yksitoikkoisia, toistuvia liiketoita tai vaarallisia tehtäviä, kuten raskaiden esineiden nostamista. Se myös vapauttaa tiimin keskittymään liiketoimintakriittisempiin tehtäviin.

Esimerkiksi lihanjalostuslaitokset voivat käyttää robotiikkaa vaikeiden lihapalojen käsittelyssä. Tämä auttaa vähentämään työntekijöiden loukkautumisriskiä ja nopeuttaa prosessia.

Työntekijöiden lisääntynyt turvallisuus auttaa myös vähentämään käyttö-/huoltokustannuksia pitkällä aikavälillä. Perinteisesti uusiin säännöksiin tehtävät muutokset sisältävät yleensä uusia laitteita tai lisäkoulutusta työntekijöille, mikä voi viedä aikaa. Työnantaja saattaa jopa hankkimaan kalliita (mutta välttämättömiä) turvavarusteita.

Automaatio mahdollistaa nopeamman käyttöönoton, ja se on yhtä yksinkertaista kuin nykyisten laitteistojen ja ohjelmistojen päivittäminen vaatimusten mukaisiksi.

### **Hallinta**

Elintarvikkeiden takaisinvetojen määrän ja allergeenien aiheuttamien sairaalahoitojen lisääntyessä viime aikoina uutisoivat, että päästä päähän -

jäljitettävyyden parantaminen on edelleen korkealla elintarvikeyritysten asialistalla.

Automaatio ja modernit analytiikkatyökalut voivat seurata tuotteita ja tavaroita koko toimitusketjun matkan ajan.

Automaatiotyökalujen avulla voidaan esimerkiksi löytää saastunut tilaus ja paikantaa, missä se on ollut ja minne suuntaan. Tällä tavalla ongelmien eristäminen on mahdollista ennen kuin ne vaikuttavat suurempaan yleisöön ja samalla brändin arvo pysyy samana ja paranee.

Lisäksi automaatio voi auttaa lievittämään stressiä ja säännöstenmukaisuuskustannuksia parantamalla toimitusketjun yleistä suorituskykyä ja tarjoamalla täyden näkyvyyden tärkeimpiin prosesseihin.

Esimerkiksi ERP-järjestelmä integroi tiedot yhteen paikkaan ja luo yhden tietolähteen. Tämä mahdollistaa nopeiden tarkastusten tekemisen eli kuinka kauan tuotteet viipyvät tietyissä toimitusketjun pysähdyksissä sekä antaa syvempää analytiikkaa parannettavista kohdista.

## **Tehokkuus**

Yritys voi hyötyä lisääntyneestä tehokkuudesta ja suuremmista tuotantomääristä automaation avulla. Tämä johtuu siitä, että tekniikka voi operoida 24/7 (satunnaisilla huoltokatkoilla) ja usein tehokkaammin kuin mitä ihmiset voivat tehdä.

Automatisoinnin avulla voi myös kerätä tuotantolinjalta tietoja, joita voidaan käyttää ylläpidon parantamiseen.

Esimerkiksi älykäs tehdas, jossa on IoT (Internet of Things) -yhteensopivia laitteita, voi kerätä automaattisesti tietoja suorituskyvystään ja siirtää ne suoraan ERP-järjestelmään. Tämä reaaliaikaisten tietojen käyttö auttaa

tunnistamaan mahdolliset ongelmat nopeammin ja voi varoittaa, kun huoltoa tarvitaan.

Se myös eliminoi koneiden manuaalisten tarkastusten tarpeen, jolloin työntekijät vapautuvat muihin tehtäviin.

### **Tuotevarmuus**

Elintarvike- ja juomateollisuudessa näemme lisäpainetta nykypäivän kuluttajilta, jotka haluavat tietää useista käytännöistä ennen elintarvikkeiden ostamista. Tämä sisältää sen alkuperän ja matkan, joka kesti päästäkseen koriin.

Siksi, jotta voi säilyttää luottamuksen kuluttajiin, on varmistettava, että yritys noudattaa parhaita käytäntöjä. Useat tuotteiden takaisinvedot tai taudinpurkaukset voivat vahingoittaa suuresti sekä yrityksen mainetta että voittoja, mikä johtaa lopulta siihen, että yritys menettää arvokasta liiketoimintaa kilpailijoille.

Integroitu yritysjärjestelmä voi keskittää tiedot useista lähteistä, jotta on helpompi ja nopeampi löytää tarpeellinen. Tämän voi myös viedä askelta pidemmälle investoimalla elintarviketeollisuuskohtaiseen ERP-järjestelmään, joka voi tarjota näkyvyyttä säännöksistä. Ristiviittauksena toimitusketjuista ja prosesseista kerätyt tiedot voi varmistaa, että elintarvikeliiketoiminta noudattaa vaatimuksia.

Joskus takaisin veto voi olla täysin väistämätöntä, mutta automaatio voi rajoittaa niiden vaikutusta sekä kuluttajiin että yritykseen.

### **Joustavuus**



Viimeiset 12 kuukautta ovat korostaneet, kuinka tärkeää on pysyä ketteränä selviytymään modernin yhteiskunnan häiriöistä. Prosessien manuaalinen päivittäminen vastaamaan muuttuvia kuluttajien vaatimuksia ja säännöksiä kuluttaa valtavasti aikaa ja resursseja.

Automaatioon investoimalla voi muuttua joustavammaksi ja mukautua helposti muuttuviin tuotantotarpeisiin ja säädöksiin. Nämä muutokset voidaan yksinkertaisesti ohjelmoida automaatio-ohjelmistoon, jolloin työvoiman lisäkoulutusta ei tarvita.

### **Ympäristöystävällisyys**

Jätteiden vähentäminen on pitkään ollut keskeinen painopistealue. Erityisesti elintarvikkeiden sisältämä toimitusketjun jäte on aina huolenaihe, kun otetaan huomioon tiettyjen tuotteiden lyhyt säilyvyys. Ylitarjonta voi myös johtaa siihen, että tuotteet menevät hukkaan, jos niitä ei käytetä ajoissa.

Automaatio voi auttaa elintarvikeyrityksiä parantamaan kysynnän ja tarjonnan hallintaa. Päästä päähän -ratkaisu, kuten elintarvikekohtainen ERP-järjestelmä, voi tarjota tarkat tiedot tarvittavasta varastomäärästä reaaliaikaisen kysynnän perusteella.

ERP-järjestelmä voi myös auttaa elintarvikeyrityksiä välttämään varastotasojen yhdenmukaistamisen puutteita ja pienentämään ketjun hiilijalanjälkeään minimoimalla matkat koko toimitussyklin ajan. [2, 4]

## ELINTARVIKETEOLLISUUDEN AUTOMAATORATKAIKISUT KÄYTÄNNÖSSÄ

Automaatoratkaisut ovat liiketoimintaratkaisuja, jotka on suunniteltu korvaamaan hitaita, vanhentuneita manuaalisia prosesseja virtaviivaistetuilla, automatisoiduilla työkuluilla, mikä lisää tehokkuutta ja tarkkuutta. Automaatoratkaisut vähentävät huomattavasti monimutkaisuutta ja yksinkertaistavat prosesseja sekä liike- että IT-toiminnoissa. [7]

Elintarviketeollisuuden automaatiossa käytetään ohjausjärjestelmiä ja laitteita, kuten tietokoneohjelmistoja ja robotteja, suorittamaan tehtäviä, jotka on historiallisesti tehty manuaalisesti. Nämä järjestelmät käyttävät teollisuuslaitteita automaattisesti, mikä vähentää merkittävästi käyttäjän osallistumista ja vaadittavaa valvontaa. [5]

Yksi paljon käytetty automaatoratkaisu elintarviketeollisuudessa on PLC, eli *Programmable Logic Controller*. Se on teollisuustietokone, joka valvoo tuloja ja lähtöjä tehdäkseen päätöksiä PLC:n muistiin tallennettujen ohjelmien perusteella. PLC:iden käyttö auttaa vähentämään ihmisten päätöksentekoa tehokkuuden lisäämiseksi. [6]

Mitä tulee koko prosessin automaatoratkaisuihin, niin esimerkiksi Schneider Electric tarjoaa EcoStruxure arkkitehtuuriaan ratkaisuna koko prosessin hallintaan.

Tähän kuuluu kenttälaitteet, rajanhallinta ja applikaatiot. Alapuolella olevassa kuvassa on havainnollistettu elintarviketeollisuuden EcoStruxure -arkkitehtuuria.

## EcoStruxure for Food and Beverage



\* The Schneider Electric industrial software business and AVEVA have merged to trade as AVEVA Group plc, a UK listed company. The Schneider Electric and Life is On trademarks are owned by Schneider Electric and are being licensed to AVEVA by Schneider Electric.

Kuva 1. Schneider Electricin EcoStruxure -arkkitehtuuri elintarviketeollisuuden ratkaisuihin. [8, s. 8]

Käytännön esimerkkinä tästä arkkitehturista voidaan mainita Rexel Finland Oy:n ja Schneider Electricin kanssa tuotettu Rexel showroom demopöytä joka on rakennettu fyysisesti Vantaan Antaksentien myymälään.



Kuva 2. Kuvassa Rexel Showroom demopöytä Vantaan Antaksentien myymälässä. Kuvassa näkyy yksinkertaistettu ratkaisu elintarviketeollisuuden laiteratkaisuista ja väylistä. [Oma kuva]

## MARKKINOINNIN NÄKÖKULMA

Liiketoiminnassa automaattioratkaisut auttavat yrityksiä työskentelemään tehokkaammin virtaviivaistamalla työnkulkuja ja korvaamalla virhealttiit manuaaliset prosessit tarkkoilla automatisoiduilla. IT-toiminnoissa ne virtaviivaistavat prosesseja, kuten sovelluskehitystä ja testausta, yksinkertaistakseen työnkulkuja ja monimutkaisten teknologiaympäristöjen hallintaa. Suuremman tehokkuuden ja vähemmän esteiden ansiosta yritykset voivat edetä nopeammin ja keskittää ajan ja energian kriittisiin prioriteetteihin.

[7]

Kuluttajat etsivät jatkuvasti uutta ja erilaista ja asettavat etusijalle maun ja ravintoarvon. Tämä tarkoittaa, että on saatava uusia, korkealaatuisia tuotteita laitosten kautta nopeasti, pidettävä hinnat alhaisina ja ruoka turvallisenä. [4]

Automatisointi mm.

- *Paranna tuottoa*
- *Lisää tuottavuutta*
- *Vähennä turvallisuusriskejä*
- *Optimoi resurssien hallinta*
- *Parantaa omaisuuden käyttöä*

Schneider Electric on valmis esittämään kattavan raportin tilasta digitaalista muutosta maailmanlaajuisen asiakasotoksen joukossa.

Maailmanlaajuinen ruoka ja juoma Digital Transformation Benefits Report tuo esiin konkreettisia todisteita tehosta digitointia tämän alan yhteydessä.

Nämä todisteet ovat tietopisteitä, jotka on kehitetty 130 asiakkaan arkistosta Schneider Electricin projekteja viimeisen viiden vuoden aikana 50 maassa.

Lisäksi, raportti sisältää tarinoita yhdeksältä asiakkaalta ja antaa yleiskatsauksen heidän aloittamistaan tavoitteista, kohtaamistaan haasteista, valitsemistaan ratkaisuista ja saavuttamistaan tuloksista.

Raportin ytimessä on digitaalisen muutoksen neljä keskeistä liiketoimintatietua. Nämä hyödyt pyörivät kahden tilaston ympärillä: asiakkaiden keskimääräinen suorituskyky näistä eduista sekä "up-to" -skenaarioista tai parhaista skenaarioista. Raportin tavoitteena on tarjota hyödyllinen ja realistinen vertailukohta digitaalisen muutoksen mahdollisuuksista. [8, s. 9]

## KÄYTÄNNÖN ESIMERKKEJÄ

Tässä osiossa käydään läpi muutamia elintarviketeollisuuden yrityksiä eri toimialoilta, ja miten Schneider Electricin EcoStruxure arkkitehtuuri on parantanut tuottoa ja vähentänyt huoltokustannuksia ja niin edespäin.

### **Berto Coffee Roaster**

Kahvinpaahtokoneiden kysyntä Indonesiassa on kasvanut merkittävästi viime vuosina, kiitos alueen kukoistavasta kahvintuotantoteollisuudesta yhdessä maailmanlaajuisen kasvavan kahvinhalun kanssa.

Kun Indonesian teollisuuden konevalmistaja Berto näki tarjolla olevan mahdollisuuden, yritys päätti, että sen oli modernisoitava järjestelmänsä, jotta voi myydä paahtokoneensa kilpailukykyisesti.

Schneider Electric auttoi Berto Coffee Roasteria modernisoimaan sen käsittelyjärjestelmät toteuttamalla EcoStruxure-ratkaisuja.

Voimanlähteenä toimii esineiden internet (IoT), plug-and-play-alusta tuo lisäarvoa turvallisuuteen, luotettavuuteen, toimivuuteen, tehokkuuteen, kestävyYTEEN ja liitettävyyteen.

Berto kohtasi kolme erityistä haastetta järjestelmänsä nykyaikaistamiseen.

Sen täytyi vahvistaa kilpailukykyään kasvavilla markkinoilla, hyödyntää teollisuuden esineiden internetiä (IIoT) parantaakseen koneen tuottavuutta ja vähentää seisokkeja ja huoltoa sekä lisätä arvoa vientimarkkinoilla.

Berto asensi ohjelmoitavan Schneiderin Modicon M221:n logiikkaohjaimet (PLC) ja Magelis HMI (Human-Machine) -käyttöliittymän, jotka auttavat koneenkäyttäjiä johdonmukaisesti paahtamaan kahvipavut haluttujen standardien mukaan.

Kaiken kaikkiaan käyttämällä Schneider Electricin EcoStruxure -arkkitehtuuria on Berto Coffee Roasters on pystynyt lisätä tuotannon tuottoa, laatua ja johdonmukaisuutta automatisoimalla ja digitalisoimalla paahdotuslaitteet.

## **Wilmar Sugar**

Wilmar Sugar on Australian johtava sokeri raaka-aineen valmistaja. He ovat myös Australian johtava uusiutuvan energian tuottaja biomassasta.

Sähkö tuotetaan Wilmarin kahdeksalla tehtaalla paikan päällä teollisuuskattiloissa polttamalla bagassia – kuitumateriaali, joka jää jäljelle sen jälkeen, kun mehu on uutettu sokeriruokosta.

Wilmarin kahdeksan tehdasta tuottavat tarpeeksi energiaa vuodessa yli 80 000 australialaisen kodin sähkön tuottamiseksi.

Turvallisuuden ja luotettavuuden tehon tuotantokapasiteetin varmistamiseksi vaadittiin merkittävä päivitys heidän Invicta Millin kattilan ohjausjärjestelmään.

Ratkaisuna ongelmaan asennettiin Modicon M580 Safety PLC:t, vähentämään varaosien varasto- ja huoltokustannuksia. Sen avulla tehtailla oli myös täydellinen näkymä kaikesta tehtaan järjestelmistä yhdessä helppokäyttöisessä käyttöliittymässä.

Ratkaisun ytimessä oli EcoStruxure-tehdasarkkitehtuuri yhdistettynä Citect SCADA -ohjelmistoon yhdistää kaikki ohjausjärjestelmät ja luoda yhtenäisen tarkka kuva, mitkä laitteet ovat käynnissä ja miten tehokkaasti.

Yksinkertaistamalla Wilmar Sugar Australian ohjausjärjestelmät yhdeksi käyttöliittymäksi, Wilmar paransi turvallisuutta, tehokkuutta ja tuottavuutta nykyaikaisella järjestelmällä, jota on helppo käyttää.

Erityisesti, M580 Safety PLC:iden asennus on mahdollistanut Wilmarin lisätä tehdasautomaatiota ja parantaa tehokkuutta paremman toiminnallisen suorituskyvyn ansiosta ja säästävät jopa 2 miljoonaa dollaria vuodessa kustannussäästöissä tuottavuuden lisääntymisen takia.

## **SOMIC Group**

Integroimalla EcoStruxure Machine -ratkaisuja, innovatiivinen koneenrakentaja SOMIC toimittaa älykkäitä, tehokkaita pakkausjärjestelmiä, jotka tarjoavat kaksi kertaa enemmän puolella jalanjäljellä.

SOMIC pyrki vähentämään kustannuksia ja aikaa reagoida asiakkaiden vaatimuksia sekä parantaa palveluaan liiketoimintana.

He halusivat täyttää markkinoiden vaatimukset innovatiivisille, älykkäille ja älykkäämmille koneille ja rakentaa kompakteimman ja tehokkaimman mahdollisen kahvikapselin pakkauskoneen.

Kun SOMIC päätti rakentaa korkean suorituskyvyn kahvikapselin pakkauskoneen 76:lla liikeakselilla, he suunnittelivat koneen lähes ilman koskettamaan ruuvimeisseliin.

He käyttivät digitaalista kaksosta, joka simuloi todellista suorituskykyä koneesta.

Älykäs Schneider Electric -ohjain ja EcoStruxure Machine Expert antoivat heidän työskennellä virtuaalisesti joustavuuden lisäämiseksi.

Lopputuloksena oli puolet tilaa vievä laite ja kaksinkertainen teho:

Schneider Electricin EcoStruxure Machine mahdollisti SOMICin saavuttamisen maksimaalisen suorituskyvyn kahvikapselistaan rakentamalla pakkauskoneen, joka kaksinkertaistaa tuotantonsa.



Tällä hetkellä se on kompaktein ja nopein konelajissaan ja pystyy käsittelemään 1400 kahvikapselia – tai 140 laatikkoa minuutissa.

## **Agrial**

Château-Salinsin tehtaalla, joka on yksi Ranskan 24 teollisuusalueesta, Agrial valmistaa 50 000 tonnia maitotuotteita vuosittain. Siirron jälkeen tuotantolinjaa pitkin jogurtti- ja jälkiruoat-astiat kulkevat kylmätilat steriloitavaksi.

Moottorit ja valot sekä jäähdytys ja höyry. Näiden toimintojen tukemiseen tarvittavat järjestelmät kuluttavat 40 miljoonaa kilowattituntia (kWh) sähköä vuodessa. Tämän suuren energiankäytön vuoksi Château-Salins tehdas valittiin pilottihankkeeksi energiatehokkuusohjelmaan sekä myös tehtaat Rennes:issä ja Domagné:issä.

Monivaiheinen lähestymistapa kehitettiin tavoitteena vähentää kWh-kulutusta 10 % vuoteen 2025 mennessä kaikilla maataloustoimipaikoilla. Tämän saavuttaminen auttaisi myös Agrialia vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään merkittävästi, seuratakseen yhtiönsä mukaisesti sosiaalisen vastuun tavoitteita.

Projekti aloitettiin sellaisten kohteiden valinnalla, joilla oli korkea potentiaali energian optimoimiseksi ja edustivat jokaista Agrialin divisioona mukaan lukien Château-Salins.

Kunkin kohteen tekniset ja kaupalliset suunnitelmat tarkistettiin ennen siirtymistä operaatiovaiheeseen, joka sisälsi edistyneet hallintalaitteet prosessilaitteille, kattiloiden parannukset, kylmäyksiköiden muutoksia ja ilmakompressorin parannukset, LED-valot jne. – mitä seurasi energian suoritusopimuksen allekirjoitus, jossa sitoudutaan saavutettuihin säästöihin.

Schneider Electric otti käyttöön myös energianseurantatyökalun, joka antaa Agrialille yhden vakioratkaisun kulutuksen seurantaan, suorituskyvyn seurantaan, muiden mahdollisten säästöjen ja tuotteiden pitkäkestoisten tulosten havaitsemiseen.

Château-Salinsin alueella tulokset ovat olleet merkittäviä. Agrial iskee sijoitetun pääoman tuottotavoitteensa alle 3 vuodessa, mikä edistää yhtiön tavoitetta vähentää energiakustannuksia 10 prosenttia.

Menestys Château-Salinsin, Rennesin ja Domagnén Agrial-työmaillasai yrityksen tutkimaan 20 muun laitoksen potentiaalia, joista seitsemän valittiin sitten hyötymään samasta energian optimointimenetelmästä. [8, s. 11–12, 15 ja 17]

## YHTEENVETO

Globaalin ruoan leviäminen ja juomamarkkinat ovat linjassa ei vain liiketoiminnan, vaan myös liiketoiminnan muutoksen kanssa ja ovat kokonaisia toimialoja ja jatkuvasti muuttuvia trendejä.

Koska toimialat ovat yhä riippuvaisempia selviytymistä koskevista tiedoista, ei-digitaalisesti muunnetun ruoan ja juoman rajoituksista tulevat päivä päivältä näkyvämmiksi ja vähemmän suvaitsemiksi.

Teknologian ratkaisut ovat täällä valmiina auttamaan yrityksiä saavuttamaan potentiaalinsa, läpinäkyvyydensä ja jäljitettävyytensä koko toimitusketjussa.

Se myös mahdollistaa yrityksen ekologisuutta ja yksinkertaistaa toimintojen hallintaa, markkinoiden monimutkaisuutta ja antaa avaimet korkeampaan tuottavuuteen.

## LÄHTEET

- 1 Automation solutions for food industry. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.valmet.com/more-industries/food-industry/>>. Luettu 7.3.2022.
- 2 Bostan, Asif. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.columbusglobal.com/en-gb/blog/7-benefits-of-automation-in-the-food-and-beverage-industry>>. Luettu 7.3.2022.
- 3 Yerroju, Ansuha. 2005. Verkkoaineisto. <<https://electrical-engineering-portal.com/download-center/books-and-guides/automation-control/plc-beverage-routing-control>>. Luettu 8.3.2022
- 4 Food and Beverage Automation. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.rockwellautomation.com/en-us/industries/food-beverage.html>>. Luettu 8.3.2022
- 5 What is Industrial Automation?. 2019. Verkkoaineisto. <<https://conceptsystemsinc.com/what-is-industrial-automation-types-of-industrial-automation/>>. Luettu 14.3.2022
- 6 WHAT IS PLC PROGRAMMING AND AUTOMATION?. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.innovativeautomation.com/plc-programming-automation/>>. Luettu 14.3.2022

- 7 Automation Solutions. 2022. Verkkoaineisto.  
<<https://www.cognizant.com/us/en/glossary/automation-solutions>>. Luettu 14.3.2022
  
- 8 Transformation Benefits Report. 2020. Lisää julkaisujen näkyvyyttä verkossa: käytä metadattaa. Verkkoaineisto.  
<[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=998-20706023](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=998-20706023)>. Luettu 14.3.2022