

Petteri Alaluusua

**DIAGNOSOINTI- JA VALVONTA-ALUSTAN RAKENNUS SIEMENSIN LOGIIKKAOHJAIMILLE**

# **DIAGNOSOINTI- JA VALVONTA-ALUSTAN RAKENNUS SIE- MENSIN LOGIIKKAOHJAIMILLE**

Petteri Alaluusua  
Opinnäytetyö  
Kevät 2020  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Petteri Alaluusua

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Diagnosointi- ja valvonta-alustan rakennus Siemensin logiikkaohjaimille

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Building a diagnosing and monitoring platform for Siemens logic controllers

Työn ohjaaja: Manne Tervaskanto

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 34

---

Tämän opinnäytteen aiheena oli luoda Oulun ammattikorkeakoulun omistamalle Feston automaatio-opetuslaitteistolle etävalvontaliitettä käyttäen Siemensin Mindsphere-palvelua.

Liitettä testattiin S7/1200-sarjan automaatiolaitteistolla, ja kun toimivuus oli todettu, luotiin liitettä automaatio-opetuslaitteiston S7/1500-sarjan ohjaimille verkkoselaimen kautta.

Täyttä toimivuutta ei pystytty toteamaan IoT-2040-laitteiston epäkunnossa olevan PN/IE LAN X2-Ethernetportin vuoksi. Korvaavaa laitteistoa ei ollut saatavilla. Liitettä todettiin teoreettisesti toimivaksi.

## **ALKULAUSE**

Haluaisin kiittää Oulun ammattikorkeakoulua tästä opinnäytetyömahdollisuudesta sekä Manne Tervaskantoa työnohjauksesta.

Siemensin automaatio-ohjainlaitteet ovat yleisesti käytössä teollisuudessa, joten niiden käyttö tässä opinnäytetyössä oli erittäin opettavaista tulevaisuuden kannalta.

**Petteri Alaluusua 19.05.2021**

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 SIEMENSIN LOGIIKKAOHJAIMET	9
2.1 Siemens Simatic S7/1200-logiikat	9
2.2 Siemens Simatic S7/1500-logiikat	12
2.3 STEP 7	13
3 SIEMENS MINDSPHERE JA FLEET MANAGER	15
4 LAITTEISTO JA LOGIIKKAOHJELMOINTI	17
5 MINDSPHERE-LIITÄNNÄN RAKENNUS LOGIIKKAOHJAIMILLE	21
5.1 Testilogiikkaohjelma ja sen liitos Mindsphereen	22
5.2 Feston automaatio-opetusmoduulit ja niiden liitos Mindsphereen	28
6 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	35

## **SANASTO**

### **Aspect (MindSphere)**

Aspect on Mindspheressä käytetty termi, jolla kuvaillaan yhdistettyä ja esikoostettua dataa, joka luo perustan teollisuusseurannalle.

### **Asset (MindSphere)**

Asset on Mindspheressä käytetty termi, jolla kuvaillaan koostettua laitekokoisuutta.

### **IoT**

IoT (Internet of Things) tarkoittaa eri laitteiden välistä kommunikaatiota ja hallintaa verkon välityksellä.

### **OPC UA (OPC Unified Architecture)**

OPC Unified Architecture on OPC Foundationin luoma teollisuusautomaatiossa käytettyjen laitteiden välisen kommunikaation protokolla.

### **PROFIBUS**

Profibus (Process Field Bus) on teollinen standardi kenttäväylien väliseen viestintään automaatioteknologiassa.

### **PROFINET**

Profinet on teollisuudessa käytetty tekninen standardi dataviestimiseen Ethernet-liitännän kautta, suunniteltu datan keruuseen ja laitteiden hallintaan teollisessa ympäristössä.

## **Type (MindSphere)**

Type on Mindspheressä käytetty termi, jolla kuvaillaan esikoostettua mallia asetille.

# 1 JOHDANTO

Teollisuudessa laitteiden virheetön ja katkeamaton toiminta on tärkeää tuotannon ylläpitämiseksi, tämän vuoksi mahdollisten laitteistovikojen tunnistaminen ja ehkäisy on elintärkeää.

Automaatio-ohjainlaitteet (PLC) ovat pienimuotoisia, teollisuudessa käytettäviä ohjaustietokoneita, jotka voidaan helposti ohjelmoida eri prosesseihin sopivaksi. Siemensin valmistamille automaatio-ohjainlaitteistoille on saatavilla Siemensin luoma Mindsphere-etävalvontapalvelu, jota kautta automaatiolaitteistoja voidaan valvoa etänä verkon kautta reaaliaikaisesti. Mindsphereä käytettiin tässä työssä yhdistämään käytössä olevat Siemensin automaatio-ohjainlaitteet etävalvottaviksi.



## 2 SIEMENSIN LOGIikkaOHJAIMET

Työssä käytettiin kahdenlaisia logiikkaohjaimia: S7/1500-sarjan ohjaimet olivat ensisijainen työkohde ja S7/1200-sarjan ohjainta käytettiin Mindsphere-liitännän testaukseen kotoa käsin.

Logiikkaohjaimet (PLC) ovat pienimuotoisia, uudelleenohjelmoitavia tietokoneita, joita käytetään automaatioprosessien ohjauksessa reaaliaikaisesti.

### 2.1 Siemens Simatic S7/1200-logiikat

Siemens S7/1200-sarjan logiikat mahdollistavat joustavan tavan ohjata ja automatisoida useita eri laitekoonpanoja.

Keskusyksikössä on pienoisprosessori, sisäinen virtalähde, sisään- ja ulostulopiirit, sisäänrakennettu PROFINET, korkeanopeuksellinen liikeohjaus-I/O sekä mukana olevat analogisisääntulot, jotka näkyvät alla olevasta kuvasta 1.



KUVA 1. Ylänäkö näytelmä työssä käytetystä S7/1200-sarjan ohjelmointilogiikasta

Keskusyksikkö mahdollistaa laitteiden välisen keskustelun PROFINET-verkon kautta ja lisämoduulien avulla voidaan käyttää muitakin verkkoja kuten PROFIBUSSia (1 s. 19).

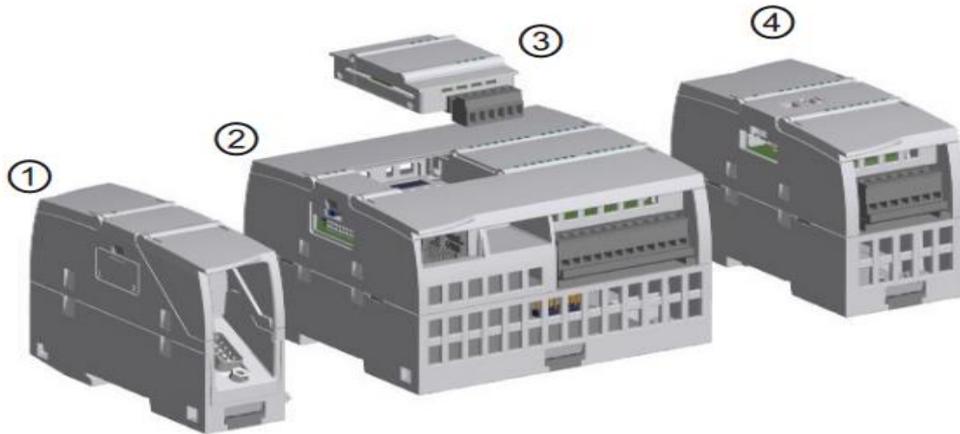
S7/1200-sarjan logiikkaohjaimet eroavat merkittävästi toisistaan, joten työn vaatimukset tulee tietää tarkasti. Alla olevasta taulukosta 1 löytyy S7/1200- sarjan teknisiä tietoja.

*TAULUKKO 1. Tekniset tiedot Siemensin S7/1200-sarjan logiikkaohjaimista (1, s. 20).*

Ominaisuudet		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Fyysinen koko (mm)		90 * 100 * 75	90 * 100 * 75	110 * 100 * 75	130 * 100 * 75
Käyttömuisti	Työ	30 kilotavua	50 kilotavua	75 kilotavua	100 kilotavua
	Kuorma	1 megatavu	1 megatavu	4 megatavua	4 megatavua
	Pito	10 kilotavua	10 kilotavua	10 kilotavua	10 kilotavua
Sisäinen I/O	Digitaalinen	6 sisääntuloa / 4 ulostuloa	8 sisääntuloa / 6 ulostuloa	14 sisääntuloa / 10 ulostuloa	14 sisääntuloa / 10 ulostuloa
	Analoginen	2 sisääntuloa	2 sisääntuloa	2 sisääntuloa	2 sisääntuloa
Prosessikuvan koko	Sisääntulot (I)	1024 tavua	1024 tavua	1024 tavua	1024 tavua
	Ulostulot (Q)	1024 tavua	1024 tavua	1024 tavua	1024 tavua
Bittimuisti		4096 tavua	4096 tavua	8192 tavua	8192 tavua
Signaalimoduulin lisäys		N/A	2	8	8
Signaalimoduuli (SB), akkupöytä (BB), tai viestintäpöytä (CB)		1	1	1	1
Viestintä moduuli (vasemmanpuoleinen lisäys)		3	3	3	3
Suur-nopeuslaskurit	Kokonais	Kolme sisäistä I/O, SB:ssä 5	Neljä sisäistä I/O, SB:ssä 6	6	6
	Yksivaiheistus	Kolme 100 kHz:ssä SB: Kaksi 30 kHz:ssä	Kolme 100 kHz:ssä Yksi 30 kHz:ssä SB: Kaksi 30 kHz:ssä	Kolme 100 kHz:ssä Kolme 30 kHz:ssä	Kolme 100 kHz:ssä Kolme 30 kHz:ssä
	Kvadratuurivaiheistus	Kolme 80 kHz:ssä SB: Kaksi 20 kHz:ssä	Kolme 80 kHz:ssä Yksi 10 kHz:ssä SB: Yksi 20 kHz:ssä	Kolme 80 kHz:ssä Kolme 20 kHz:ssä	Kolme 80 kHz:ssä SB: Kolme 20 kHz:ssä
Pulssiulostulot <sup>(1)</sup>		4	4	4	4
Muistikortti		SIMATIC muistikortti (valinnainen)			
Tosiajan säilytys		20 päivää / 12 päivää 40 °C			
Profinet		1 Ethernet viestintäportti			2 Ethernet viestintäporttia
Laskennan suoritus aika		1.3 µs/käskey			
Booilaskennan suoritus aika		0.08 µs/käskey			
(1) Releulostulollisiin CPU-malleihin tulee asentaa digitaalinen signaalipöytä (SB) pulssiulostulojen käyttöä varten					

S7/1200-sarjan ohjaimet sopivat parhaiten pienimuotoisiin automaatiotöihin, esimerkiksi yksittäisiin moottorijärjestelmiin.

S7/1200-sarjan automaatiologiikkoihin voidaan lisäksi lisätä moduuleja, jotka tehostavat ja lisäävät ohjaimen toimintoja (kuva 2). CPU:n (2) lisäksi valittavissa on muun muassa kommunikointimoduuleja (1), signaalilevyjä, viestintälevyjä tai akkulevyjä (3) tai signaalimoduuleja (4).



KUVA 2. Siemens S7/1200-ohjainlogiikan lisäysmahdollisuudet (1, s. 20)

Taulukossa 2 näkyvät signaalilevyjen ja signaalimoduulien sisään- ja ulostulot analogi- ja digitaalimuodossa.

TAULUKKO 2. Signaalilevyjen- ja moduulien tekniset tiedot (1, s. 22)

Digitaalisi signaalimoduulit ja signaalilevyt			
Tyyppi	Ainoastaan sisääntulo	Ainoastaan ulostulo	Yhdistelmä sisään/ulos
(3) Digital SB	4 x 24 VDC sisään, 200 khz 4 x 5 VDC sisään, 200 khz	4 x 24 VDC ulos, 200 khz 4 x 24 VDC ulos, 200 khz	4 x 24 VDC sisään/4 x 24 VDC ulos 4 x 24 VDC sisään/4 x 24 VDC ulos, 200 kHz 2 x 5 VDC sisään/ 2 x 5 VDC ulos, 200 kHz
(4) Digital SM	8 x 24 VDC sisään	8 x 24 VDC sisään 8 x rele sisään 8 x rele ulos (vaihto)	8 x 24 VDC sisään/8 x 24 VDC ulos 8 x 24 VDC sisään/ 8 x rele ulos 8 x 120/230 VDC sisään / 8 x rele ulos
	16 x 24 VDC	16 x VDC ulos 16 x rele ulos	16 x 24 VDC sisään/ 16 x 24 VDC ulos 16 x 24 VDC sisään/ 16 x rele ulos
Analogisi signaalimoduulit ja signaalipöydät			
Tyyppi	Ainoastaan sisääntulo	Ainoastaan ulostulo	Yhdistelmä sisään/ulos
(3) Analog SB	1 x 12 bittiä analogi sisään 1 x 16 bittiä RTD 1 x 16 bittiä termopari	1 x analogi ulos	-
(4) Analogi SM	4 x analogi sisään 4 x analogi sisään x 16 bittiä 8 x analogi sisään Termopari - 4 x 16 bittiä TC - 8 x 16 bittiä TC RTD - 4 x 16 bittiä TC - 8 x 16 bittiä TC	2 x analogi ulos 4 x analogi ulos	4 x analogi sisään / 2 x analogi ulos

## 2.2 Siemens Simatic S7/1500-logiikat

Siemensin Simatic S7-1500-ohjaimet (kuva 3) ovat tunnettuja maksimisuorituskyvystä, jonka mahdollistavat korkeasuorituskykyinen takalevyväylä, hyvin lyhyt päätteiden välinen vastausaika sekä signaalin erittäin nopea käsittely.



*KUVA 3. Työssä käytetty Siemens S7/1512C-PN- automaatio-ohjain (2, s. 41)*

Ohjain (CPU) suorittaa käyttäjäohjelman. Ohjaimen sisäänrakennettu järjestelmävirtalähde toimittaa virtaa takalevyväylään liitetyille moduuleille. Turvamekanismi on saatavilla jokaiselle Simatic S7/-1500-sarjan ohjaimelle (paitsi C-CPU:lle). Turvallisuusominaisuuksien käyttöön tarvitaan ”Step 7 Safety Advanced” vaihtoehtopakettia. Asennuksen aikana esimerkiksi voidaan CPU:n IP-osoitteita muuttaa suoraan ohjaimen näytöltä. Huoltotoimenpiteiden aikana tehdään tuotannon alhaalla olo voidaan minimoida nopealla pääsyllä diagnostiikkahälytyksille. Simatic S7-1500 sisältää myös seuraavat toiminnot:

- kommunikointi Ethernet/PROFINET- väylien kautta
- kommunikointi PROFIBUS- väylien kautta
- HMI-kommunikointi

- kommunikointi OPC UA:n kautta
- verkkopalvelin, teknologiatoiminnot, järjestelmädiagnostiikka, suojelutoiminnot sisäänrakennettuna
- F-CPU käytössä: Turvallisuustila
- S7-1500 R/H CPU käytössä: Varalaite.

(2, s. 41)

Lisää S7/1500-sarjan automaatio-ohjaimien teknisiä tietoja on taulukossa 3.

**TAULUKKO 3. Tekniset tiedot S7/1500-sarjan logiikkaohjaimista (2, s. 45)**

Ohjain	1511C-1 PN	1512C-1 PN
Artikkelinumero	6ES7511-1CK01-0AB0	6ES7512-1CK01-0AB0
Lähdejännite, sallittu alue	19.2 V DC - 28.8 V DC	19.2 V DC - 28.8 V DC
Koodityömuisti	175 KB	250 KB
Datatyömuisti	1 MB	1 MB
Bittioperaatioiden käsittelyaika	0.06 µs	0.048 µs
Word-operaatioiden käsittelyaika	0.072 µs	0.058 µs
PROFINET -liitännät	1	1
PROFINET- porttien määrä	2	2
Sisäistetyt analogiset sisään/ulostulot	5 sisääntuloa/ 2 ulostuloa	5 sisääntuloa/ 2 ulostuloa
Sisäistetyt digitaaliset sisään/ulostulot	16 sisääntuloa/ 16 ulostuloa	32 sisääntuloa/ 32 ulostuloa
<b>Teknologia</b>		
Liikehallintaresurssit	800	800
Sijoitusakselien tyypillinen määrä	5	5
Sijoitusakselien maksimi määrä	10	10
Isokroninen tila	Jaettu	Jaettu
Korkeanopeuslaskurit	6 (max. 100kHz)	6 (max. 100kHz)
Taajuusmittari	6 (max. 100kHz)	6 (max. 100kHz)
Ajanjakson keston mittaus	6 kanavaa	6 kanavaa
Pulssigeneraattori (pulssin leveysmodulointi, pulssisarjan lähetys, taajuuslähtö)	4	4
Verkkopalvelin	X	X
<b>Koodityömuisti: Haihtuva muisti, joka sisältää ohjelmakoodin käytönaikaiset osat</b>		
<b>Datatyömuisti: Haihtuva muisti, joka sisältää datablokkien ja teknologian käytönaikaiset osat</b>		

## 2.3 STEP 7

STEP 7 on Siemensin luoma ohjelmointialusta logiikkaohjaimien ohjelmoimiseen ja testaukseen. STEP 7:n avulla Siemensin valmistamat automaatio-ohjaimet voidaan helposti ohjelmoida suorittamaan halutut toiminnot.

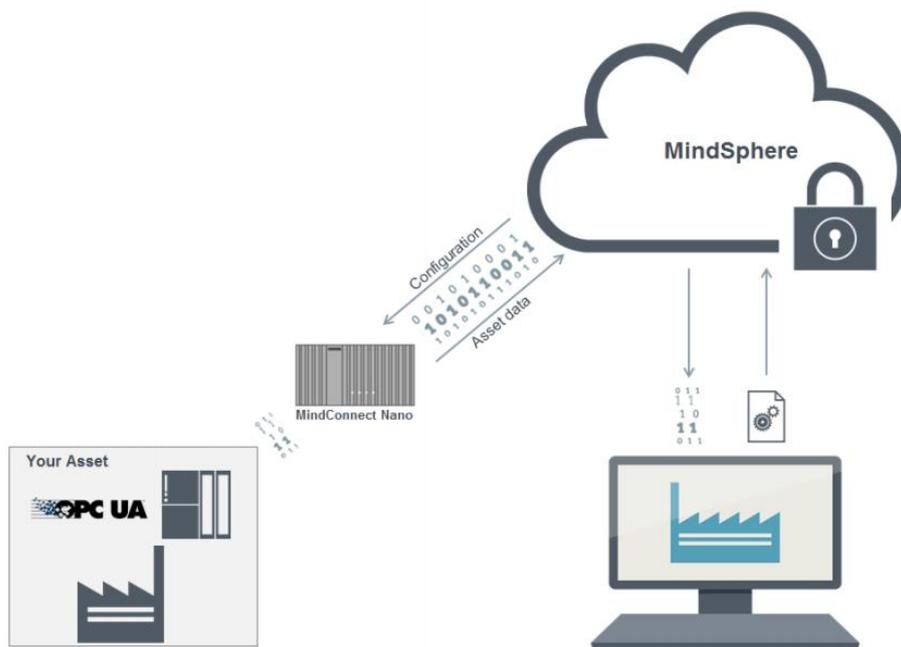
STEP 7- alusta käyttää seuraavia perusohjelmointikieliä hallinnointiohjelman kokoamisen helpottamiseksi:

- LAD (ladder logic) on graafinen ohjelmointikieli, jonka () perustuu piirikaavioihin.
- FBD (Function Block Diagram) on Booleanin algebrassa käytettäviin graafisiin logiikkasymboleihin perustuva ohjelmointikieli.
- SCL (structured control language) on tekstiin perustuva korkean tason ohjelmointikieli.

(1, s. 29.)

### 3 SIEMENS MINDSPHERE JA FLEET MANAGER

Mindsphere on Siemensin luoma avoin pilvipohjainen IoT-käyttöjärjestelmälusta. Tämä alusta mahdollistaa laitteiden ja prosessien liittämisen verkon kautta valvottavaksi ja diagnosoitavaksi kuvan 4 esittämällä tavalla: automaatio-ohjaimen liitetty välinlaite lähettää verkkoliitännän kautta halutut tarkkailtavat tunnistet MindspHEREen niiden aktivoiduttua ja muuttaa ne visuaaliseen muotoon hallittavaksi.

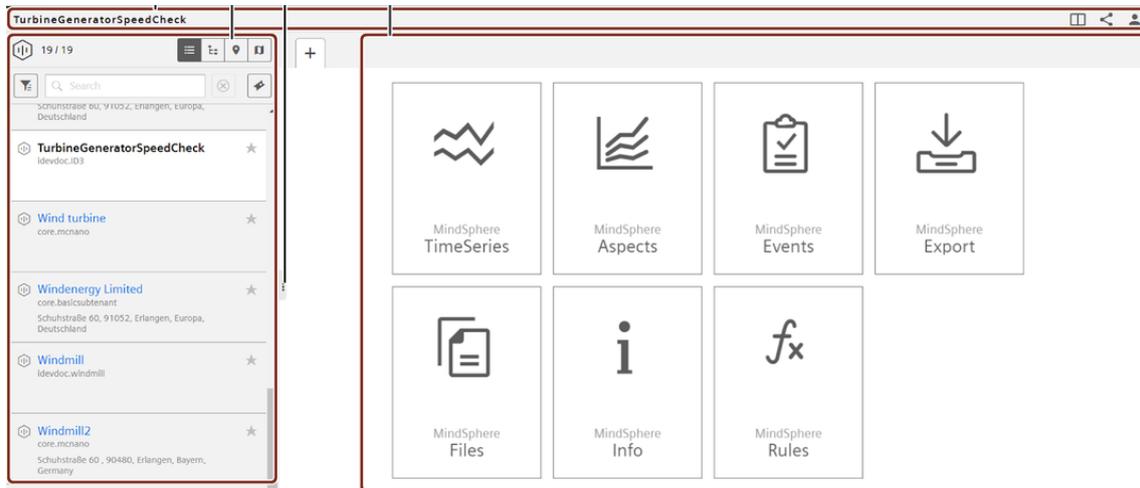


*KUVA 4. Siemens Mindspheren toiminta pelkistettynä (4, s. 21)*

Siemens Fleet Manager on MindspHERen tärkeä komponentti. Fleet Manager mahdollistaa verkkoon liitettyjen laitteiden analysoinnin, visualisoinnin ja monitoroinnin.

Laitteiden verkkoliitettä luodaan Asset Managerilla, joka kokoaa laitteiden data-rakenteen ja dataliitännän, jotka sitten voidaan järjestää "aspekteiksi". Aspektit voivat pitää sisällään useita erilaisia datatunnisteita. Fleet Manager sitten muuntaa nämä datatunnisteet visuaaliseen muotoon näkyväksi käyttöliittymään, joka näkyy kuvassa 5.

Fleet Managerin avulla voidaan monitoroida eri laitteistojen toimintaa kätevästi pitkänkin matkan päästä verkkoyhteyden kautta kätevästi (3, s. 9).



KUVA 5. Fleet Managerin käyttöliittymä



## 4 LAITTEISTO JA LOGIIKKAOHJELMOINTI

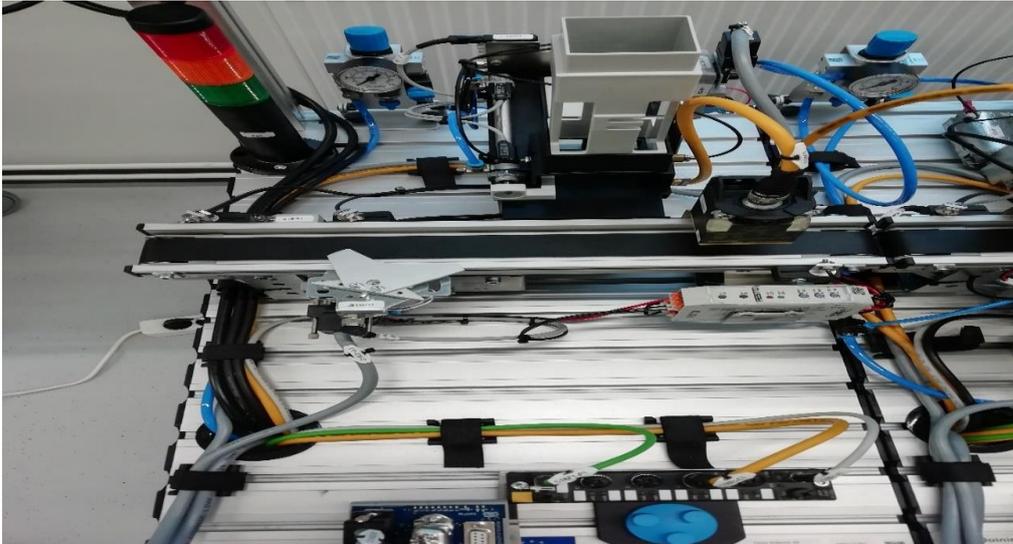
Työn kohteena oli rakentaa diagnosointi- ja valvonta-alusta Oulun ammattikorkeakoulun omistamille ja Feston valmistamille automaatio-opetuslaitteistoille käyttäen Siemensin Mindsphere-ohjelmistoa. Itse laitteisto oli koululla, mutta sain lainaan S/1200-sarjan logiikkaohjaimen, jonka avulla pystyin testaamaan logiikan liittämistä Mindsphere-palveluun.

Feston valmistama automaatio-opetuslaitteisto koostuu viidestä eri automaatiomodulistista (syöttö, liitäntä, lajittelu, varastointi ja pakkaus) ja näitä ohjaa S7/1500- sarjan automaatiologiikkaohjain. Kaikki opetusmoduulit näkyvät kuvassa 6 liitettynä toisiinsa.



*KUVA 6. Feston automaatio-opetuslaitteisto*

Syöttömoduuli (kuva 7) syöttää tilauksessa määritellyn määrän testikappaleita liukuhihnalle kuljetettavaksi liitäntämoduuliin. Moduuli ei pysty erottamaan syötölippaassa olevien kappaleiden väriä, vaan syöttää kappaleet lippaaseen pinotussa järjestyksessä.



*KUVA 7. Syöttömoduuli*

Liitäntämoduulissa (kuva 8) testikappaleihin kiinnitetään tilauksesta riippuen kansikappale erilliseltä liukuhihnalta käyttäen imukupilla varustettua nosturia.



*KUVA 8. Liitäntämoduuli*

Lajittelumoduulissa (kuva 9) vastaanotetut testikappaleet tarkistetaan ja jaotellaan. Jos havaitaan, että testikappale ei vastaa annettua tilausta (väärä väri, ei kansikappaletta), nämä kappaleet hylätään ja lajitellaan laitimmaiseen kouruun. Hyväksytyt testikappaleet jaotellaan kahteen eri varastoliukuun niiden värin mukaan.



*KUVA 9. Lajittelumoduuli*

Varastomoduulissa (kuva 10) testikappaleet varastoidaan moduulin eri varastotasoille niiden värin mukaan: punaiset kappaleet esimerkiksi tasolle 1, mustat kappaleet esimerkiksi tasolle 2 ja niin edelleen. Jännitteen tuominen hallintakonsolin porttiin I4 muuttaa laitteen sisäistä bittikoodia (0–5), joka määrittelee varastosta poistuvan kappaleen värin.



*KUVA 10. Varastomoduuli*

Pakkausmoduuli (kuva 11) nostaa vastaanotetut kappaleet nosturilla ja asettaa ne pahvilaatikoihin ja lopulta paketoit ne.



*KUVA 11. Pakkausmoduuli*

## 5 MINDSPHERE-LIITÄNNÄN RAKENNUS LOGIIKKAOHJAIMILE

Työn aikana selvisi, että lot2040-laitteiston PN/IE LAN X2-ethernetportti (3) (kuva 12) oli epäkunnossa eikä toista lähetintä ollut saatavilla. Tästä seurasi, ettei automaatiologiikan ja IoT2040-lähettimen välistä kommunikointia pystytty täysin toteamaan. Tämän opinnäytetyön teksti perustuu siltä osin teoreettiseen aineistoon.



*KUVA 12. lot2040-lähettimen Ethernet- portit*

Työn ensimmäisenä tehtävänä oli luoda Mindsphere-liitäntä testilogiikalle ja -laitteistolle muokkaamalla opetusmoduulien logiikoiden ohjelmointia siten, että ne pystyvät kommunikoimaan Mindspheren kanssa.

Työn kohteena oli rakentaa diagnosointi- ja valvonta-alusta Oulun ammattikorkeakoulun omistamille ja Feston valmistamille automaatio-opetuslaitteistoille käyttäen Siemensin Mindsphere-ohjelmistoa. Itse laitteisto oli koululla, mutta sain lainaan S/1200-sarjan logiikkaohjaimen, jonka avulla pystyin testaamaan logiikan liittämistä Mindsphere-palveluun.

Ennen kuin laitteisto voidaan liittää Mindsphereen, tulee lot2040-lähettimelle luoda Asset Managerissa Assets-lehdelle oma osio. Tämä mahdollistaa laitteiden välisen verkkoliitännän ja datapisteiden luonnin. Valmis IoT2040-asset näkyy kuvassa 13.

**Mindsphere IoT2040**  
 core.mclot2040 Europe/Berlin Performance

**Description**  
 No description available

**Location**  
 Kotkantie 1  
 -  
 90250 Oulu, Finland  
[Show in map](#)

**Events**  
 Last updated: 2021-01-18 13:11:19  
 No events in the last 24 hours  
[Refresh](#)

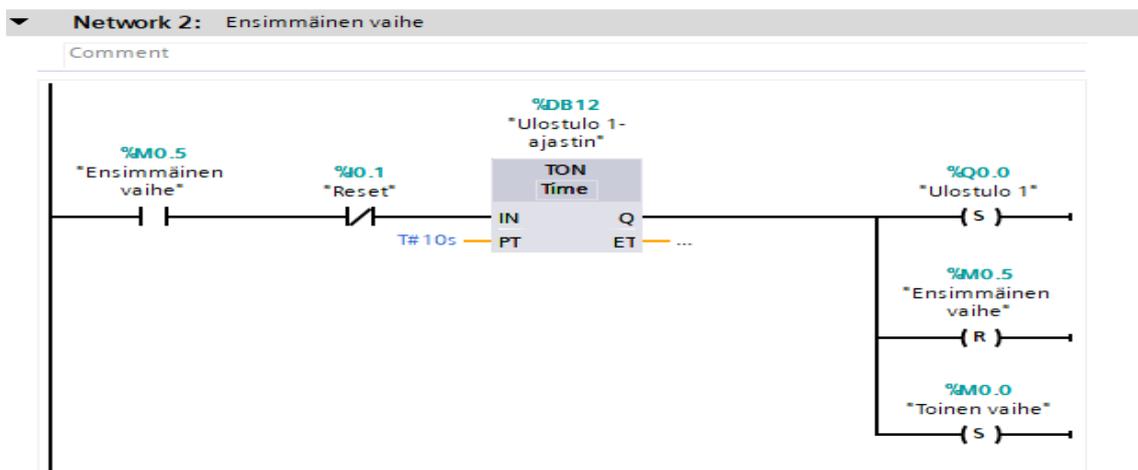
**Aspects**  
 Last updated: 2021-01-18 13:11:19

1 OFFLINE 0 ONLINE 1 STATIC  
 No dynamic aspects entered yet

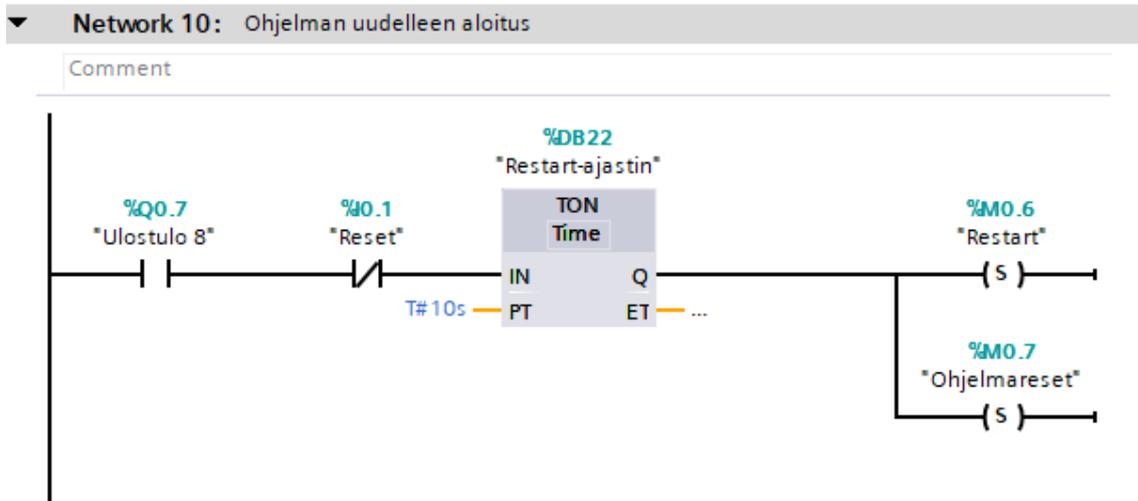
KUVA 13. IoT2040-laitteistolle luotu asset

## 5.1 Testilogiikkaohjelma ja sen liitos Mindsphereen

Siemensin luomaa TIA-alustaa käyttämällä loin yksinkertaisen testiohjelman, jonka avulla pystytään toteamaan Mindsphere-liitännän toimivuus. Ohjelma käynnistetään sisääntulosta 0.0, jonka jälkeen ulostulot aktivoituvat kymmenen sekunnin väliajoin (kuva 14). Ulostulon 0.6 aktivoitumisen jälkeen kuluu 10 sekuntia, jolloin ohjelma palaa alkupisteeseen ja aloittaa toimintansa uudelleen (kuva 15).

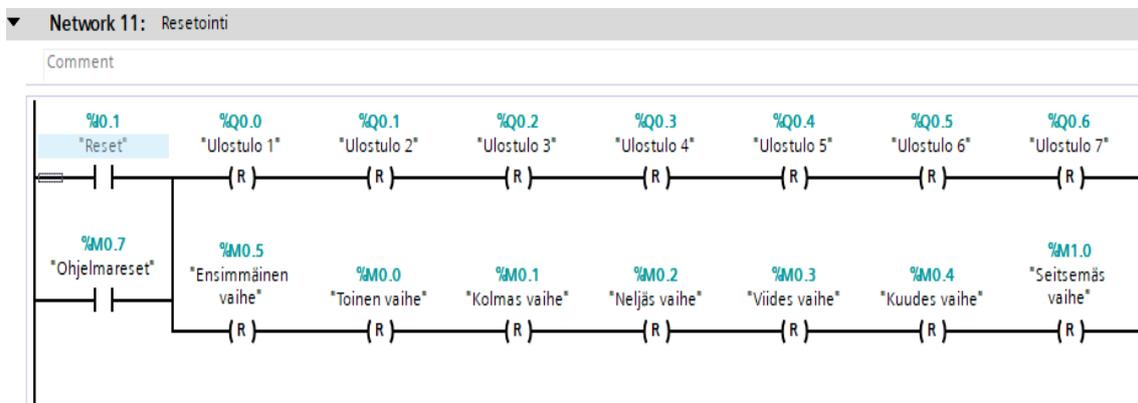


KUVA 14. Näkymä yhdestä ohjelman osasta



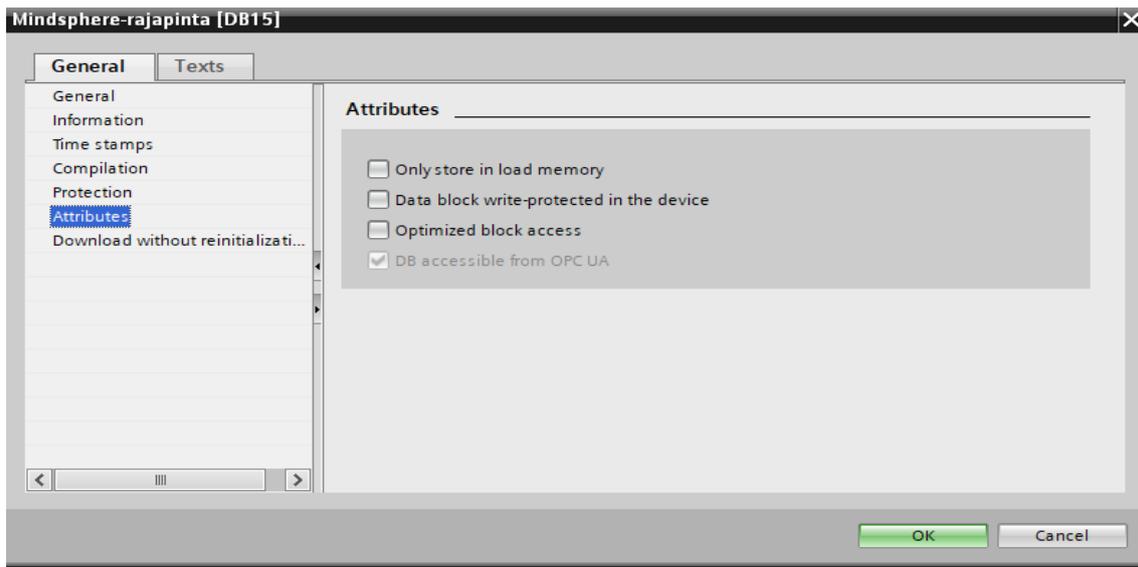
KUVA 15. Ohjelman uudelleen aloittava osio

Ohjelman jokaiseen kohtaan on luotu keskeytysmekanismi (kuva 16), jolla voidaan keskeyttää ohjelman toiminta kytkemällä päälle sisääntulo 0.1. Keskeytyksen jälkeen ohjelma voidaan käynnistää uudestaan kytkemällä päälle sisääntulo 0.0.



KUVA 16. Ohjelman keskeytysmekanismi

Koska Mindsphere pystyy lukemaan tietoa ainoastaan data block -laatikoista, pitää tämä tieto pystyä siirtämään data blockiin. Tämä onnistuu klikkaamalla Data blockin ominaisuuksista Optimized Block Access -kohta (kuva 17) pois, jolloin data blockin tunnisteet saavat omat offset-numeronsa (kuva 18), tällöin niistä tulee sekä luettavia että päällekirjoitettavia.



KUVA 17. Data blockin ominaisuudet ja Optimized block access -kohta

	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setp...
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ulostulo 0	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Ulostulo 1	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Ulostulo 2	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ulostulo 3	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ulostulo 4	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Ulostulo 5	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Ulostulo 6	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Ulostulo 7	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KUVA 18. Mindspheren kanssa kommunikoivan data blockin tunnisteet

Koska kyseessä on vain binäärimuotoista tietoa, on sen muuttaminen luettavaan muotoon yksinkertaista: valitaan haluttu binääritiedon lähde ja liitetään se seuraavasti data blockiin (kuva 19).





KUVA 19. Binääritiedon siirto data blockiin.

Tämän liitännän ansiosta data blockiin kirjautuu tieto Ulostulo 0 -tunnisteen aktivoitumisesta ja tätä kautta se välittyy Mindsphereen.

Ohjelman liitosta jatketaan luomalla Mindsphereen ensimmäiseksi ohjelmakohtainen aspect, johon kirjataan tarkkailtavat tunnisteet, niiden yksiköt sekä mitä tietotyyppiä ne ovat (kuva 20).

**Testilaitteisto**

oamkdev.Testilaitteisto Dynamic 8 Variables

**Description**  
No description available

**Variables**

Name ↕	Unit	Data type
Ulostulo0	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo1	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo2	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo3	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo4	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo5	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo6	ON/OFF	BOOLEAN
Ulostulo7	ON/OFF	BOOLEAN

KUVA 20. Ohjelmakohtainen Aspect-sivu ja luodut tunnisteet

Kun käytettävä aspect on luotu, sitä käytetään Types-välilehdellä luomaan siitä oma typensä (kuva 21).

**S7\_1200 PLC**

oamkdev.S7\_1200PLC 1 Aspect

**Description**  
No description available

General Usages

**Variables**  
No variables entered yet

**Aspects**

Name	Aspect	Category
> Testilaitteisto	oamkdev.Testilaitteisto	Dynamic <span>Defined</span>

*KUVA 21. Aspectia käyttäen luotu type.*

Viimeiseksi luodaan aiemmin tehtyä typeä käyttäen uusi asset (kuva 22).

**Testilogiikka**

oamkdev.S7\_1200PLC Europe/Berlin Performance

**Description**  
No description available

**Location**  
Kotkantie 1  
-  
90250 Oulu, Finland  
[Show in map](#)

**Events**  
Last updated: 2021-01-26 13:30:40

No events in the last 24 hours

[Refresh](#)

**Aspects**  
Last updated: 2021-01-26 13:30:40

Name	Status
Testilaitteisto	<span>No data available</span> 2021-01-26 13:30:00

1 OFFLINE 0 ONLINE 0 STATIC

*KUVA 22. Typeä käyttäen luotu asset*

Kun on luotu tarvittavat assetit, tyypet ja aspectit, siirrytään luomaan liitää Mindspheren ja lot2040-laitteen välillä. Valitaan ensiksi luotu Mindsphere lot 2040 -asset ja syötetään siihen laitekohtainen tunnus, jonka avulla voidaan luoda yhteys laitteen ja Mindspheren välillä. Yhteyden luonnin jälkeen syötetään automaatiologiikan ja datapisteiden tiedot sekä osoitteet kuvan 23 mukaisesti.

KUVA 23. Automaatiologiikan liitos Mindsphereen.

Laiteliitännän jälkeen siirrytään luomaan logiikan seurattavia tunnisteita seuraavasti: annetaan niille tunnistettava nimi, mahdollinen kuvaus, toimintaa kuvaava yksikkö, mitä tietotyyppiä se käyttää, mistä data blockista ja mitä tietoa tarvitaan sekä mitä sillä tiedolla tehdään kuvan 24 mukaisesti.

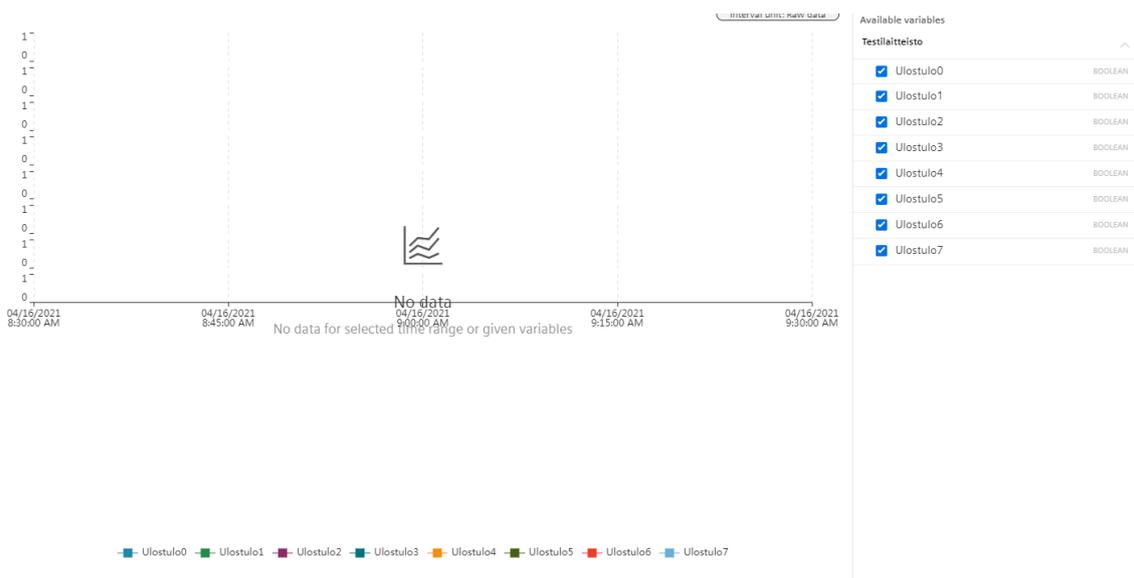
KUVA 24. Luettavan tunnisteen tiedot.

Valmiit datapointit näkyvät Mindspheren käyttöliittymässä kuvan 25 mukaisesti.

PLC						
		Protocol: S7	Reading Cycle: 1 s	8 Datapoints		
Datapoint	Linked	Type	Datatype	Unit	Hysteresis	Log
Ulostulo0		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo1		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo2		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo3		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo4		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo5		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo6		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A
Ulostulo7		READ	BOOLEAN	ON/OFF	0	N/A

KUVA 25. Testilogiikalle luodut datapointit Mindspheressä.

Kun Mindspheren liitos automaatio-ohjaimiin on valmis, automaatio-ohjelman tunnisteet näkyvät Fleet Managerissä aikajanalla (kuva 26).



KUVA 26. Testilogiikan tunnisteet Fleet Managerissä

## 5.2 Feston automaatio-opetusmoduulit ja niiden liitos Mindsphereen

Feston automaatio-opetuslaitteiston tunnisteista (kuva 27) vain pieni osa sopi etävalvontaan. Ne tunnisteet, joita voidaan käyttää tarkkailuun, siirretään niille luotuun data blockiin kuten tehtiin S7/1200-laitteiston liitännän tapauksessa (kuva 28).

1	SF1	OpMode	Bool	%I11.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Taster Start / Start button
2	SF2	OpMode	Bool	%I11.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Taster Stop (Öffner) / Stop Button (normal...
3	SF4	OpMode	Bool	%I11.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schlüsselschalter Auto-Manuell / Key Switc...
4	XD6	OpMode	Bool	%I11.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Folgestation belegt / dvonstream station ...
5	SF3	OpMode	Bool	%I11.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Taster Richten / Reset button
6	G1BG1	SeqTransport	Bool	%I0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Werkstück bei Bandanfang / workpiece AT...
7	G1BG2	SeqTransport	Bool	%I0.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Werkstück bei Bandmitte / workpiece AT c...
8	G1BG3	SeqTransport	Bool	%I0.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Werkstück bei Bandende / workpiece AT c...
9	C2BG1	Module_SM	Bool	%I0.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schieber eingefahren / slide retracted
10	C2BG2	Module_SM	Bool	%I0.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schieber ausgefahren / slide extended
11	C2BG3	Module_SM	Bool	%I0.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Magazin leer / magazine empty
12	PF1	OpMode	Bool	%Q5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Leuchtmelder Start / Start indicator light
13	PF2	OpMode	Bool	%Q5.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Leuchtmelder Reset / Reset indicator light
14	PF3	OpMode	Bool	%Q5.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Leuchte Q1 / Indicator light Q1
15	XD4	OpMode	Bool	%Q5.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Station frei / Station free
16	indLightGn	OpMode	Bool	%Q5.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ampel grün / indicator lights green
17	indLightYe	OpMode	Bool	%Q5.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ampel gelb / indicator lights yellow
18	indLightRd	OpMode	Bool	%Q5.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Apel rot / indicator lights red
19	G1BF1_A1	SeqTransport	Bool	%Q4.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bandmotor vorwärts / Conveyor motor for...
20	G1BF1_A2	SeqTransport	Bool	%Q4.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bandmotor rückwärts / Conveyor motor b...

KUVA 27. Ote syöttömoduulin tunnisteista

Syöttömoduulin tapauksessa data blockiin siirrettiin tunnisteet, jotka käsittelevät kappaleen asemaa moduulissa, kappaleiden määrää lippaassa sekä laitteen ilmoittamat virheilmoitukset.

1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	C2BG1	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Liuku sisällä
3	C2BG2	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Liuku ulkona
4	C2BG3	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lipas tyhjä
5	xErrorSignal1	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Virheilmoitus 1
6	xErrorSignal2	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Virheilmoitus 2
7	xErrorSignal3	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Virheilmoitus 3
8	G1BG1	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Työkappale liukuhinnan alussa
9	G1BG2	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Työkappale liukuhinnan keskellä
10	G1BG3	Bool	1.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Työkappale liukuhinnan lopussa

KUVA 28. Syöttömoduulin valitut tunnisteet

Ohjelman muutoksen jälkeen siirrytään luomaan syöttömoduulin asetuksia Mindsphereen. Menetelmä on sama kuin aiemman S7/1200-sarjan ohjaimen liitos: luodaan jakelumoduulille oma aspect, johon määritellään valitut tunnisteet (Kuva 29) ja type, johon linkitetään aiemmin luotu aspect. Lopuksi luodaan aiemmin tehdyllä tyypellä laitekohtainen asset.

**Distribution**  
 camkdev.Distribution Dynamic 9 Variables

**Description**  
 No description available

**Variables**

Name ↕	Unit	Data type	Max. length	Default value
C2BG1	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
C2BG2	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
C2BG3	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
G1BG1	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
G1BG2	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
G2BG3	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal1	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal2	ON/OFF	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal3	ON/OFF	BOOLEAN	-	-

*KUVA 29. Syöttömoduulista valitut tarkkailtavat tunnisteet Mindspheren aspektissa.*

Tämä menetelmä toistetaan muiden moduulien liitoksiin, ainoana erona on vain laitekohtaiset tunnisteet.

Liitäntämoduulin tunnisteisiin (kuva 30) kuuluvat työkappaleen aseman kertovat tunnisteet, liitoskappaleiden määrän hinnalla sekä moduuliaseman virheilmoitukset.

**Joining**  
 camkdev.Joining Dynamic 8 Variables

**Description**  
 No description available

**Variables**

Name ↕	Unit	Data type	Max. length	Default value
G1BG1	Kappale alussa	BOOLEAN	-	-
G1BG2	Kappale keskellä	BOOLEAN	-	-
G1BG3	Kappale päädyssä	BOOLEAN	-	-
xConveyerFull	Hihna täynnä	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal1	Virhe	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal2	Virhe	BOOLEAN	-	-
xErrorSignal3	Virhe	BOOLEAN	-	-
xSlideEmpty	Hihna tyhjä	BOOLEAN	-	-

*KUVA 30. Liitäntämoduulin tunnisteet.*

Lajittelumoduulin tunnisteisiin (kuva 31) kuuluvat työkappaleiden lajittelueroittimet, kappaleiden väritunnistin sekä virheilmoitukset.

**Sorting**  
oamkdev.Sorting Dynamic 6 Variables

**Description**  
No description available

**Variables**

Name	Unit	Data type
G1BG1	Erotus 1	BOOLEAN
G1BG4	Erotus 2	BOOLEAN
iResultValue	Väri	INT
xErrorSignal1	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal2	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal3	Virhe	BOOLEAN

KUVA 31. Lajittelumoduulin tunnisteet.

Varastomoduulin tunnisteet (kuva 32): logiikan sisäisistä tunnisteista vain virheilmoitustunnisteet olivat hyödyllisiä etävalvontaan.

**Storage**  
oamkdev.Storage Dynamic 3 Variables

**Description**  
No description available

**Variables**

Name	Unit	Data type
xErrorSignal1	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal2	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal3	Virhe	BOOLEAN

KUVA 32. Varastomoduulin tunnisteet.

Paketointimoduulin tunnisteisiin (kuva 33) kuuluvat kappaleen sijainnin hinnalla ilmoittavat tunnisteet, kappaleen nosto ja lasku hinnalta paketoitavaksi sekä virheilmoitukset.

 **Packing**

oamkdev.Packing Dynamic 8 Variables

**Description**  
No description available

**Variables**

Name ↕	Unit	Data type
G1BG1	Kappale alussa	BOOLEAN
G1BG2	Kappale keskellä	BOOLEAN
G1BG3	Kappale lopussa	BOOLEAN
PickUp	Nosto	BOOLEAN
PutDown	Lasku	BOOLEAN
xErrorSignal1	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal2	Virhe	BOOLEAN
xErrorSignal3	Virhe	BOOLEAN

*KUVA 33. Paketointimoduulin tunnisteet.*



## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa toimiva etävalvontayhteys Oulun ammattikorkeakoulun omistamiin ja Feston valmistamiin automaatio-opetuslaitteistoihin. Laitteistot käyttivät Siemensin S7/1500-sarjan automaatio-ohjaimia ja etävalvontaliitettä luotiin käyttäen Siemensin omaa Mindsphere-palvelua. Liitettä testattiin ensin pienemmällä S7/1200-sarjan ohjaimella kotioloissa itse tehdyllä automaatio-ohjelmalla.

Työn aikana selvisi, että IoT-2040-välityslaitteen X2-Ethernet-portti oli epäkunnossa eikä välityslaitteen ja automaatiologiikan välistä yhteyttä voitu luoda. Liitännän kaikki muut osat olivat kuitenkin teoreettisesti toimivia.

## LÄHTEET

1. SIEMENS SIMATIC S7/1200- Programmable controller System Manual. 2012. Saatavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att\\_106119/v1/s71200\\_system\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf)
2. SIMATIC S7-1500, ET 200MP Automation system System Manual. 2019. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/59191792/simatic-s7-1500-et-200mp-automation-system?dti=0&lc=en-BR>
3. SIEMENS MindSphere Fleet Manager System Manual. 2019. Saatavissa: osoitteesta <https://documentation.mindsphere.io/resources/pdf/fleet-manager-en.pdf>
4. SIEMENS MindSphere Getting Started. 2016. Saatavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/499/109483499/att\\_887971/v1/MindSphere\\_\\_Getting\\_Started\\_V1.1.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/499/109483499/att_887971/v1/MindSphere__Getting_Started_V1.1.pdf)