

Peetu Rantala

ABB FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖNOTTO JA OPAS

ABB FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖNOTTO JA OPAS

Peetu Rantala
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

Tekijä: Peetu Rantala

Opinnäytetyön nimi: ABB FIM-järjestelmän käyttöönotto ja opas

Työn ohjaajat: Tero Hietanen ja Tommi Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 2023

Sivumäärä: 39

ABB FIM-järjestelmällä voidaan seurata HART-väylää hyödyntäen automaatiokenttälaitteita. Opin-
näytetyön tarkoituksena oli tehdä FIM-järjestelmän käyttöönotto ja opas, jossa käydään läpi FIM-
järjestelmän eri ominaisuuksia. Työn tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa kunnossapidon työtä,
jolloin aikaa säästyy muihin töihin. Työn tavoitteena oli luoda selkeä kokonaisuus, jota voidaan
hyödyntää apuna järjestelmää käytettäessä. Työ tehtiin Kokkolan suurteollisuusalueella sijaitse-
valle Jervois Finland Oy:lle.

Työssä käydään läpi eri käsitteitä, jotka liittyvät FIM-järjestelmään. Työn suorittamisen alkuvai-
heessa kartoitettiin automaatiolaitteet, joille piti ladata uudet laitepaketit. Tämän jälkeen suoritettiin
käyttöönotto, johon sisältyi laitepakettien lataaminen ja automaatiolaitteiden päivittäminen uusilla
laitepaketeilla FIM-järjestelmään. Työn yhteydessä lisättiin myös positiotageja automaatiolaitteille
FIM-järjestelmässä, sillä monen vanhemman laitteen kohdalla positiotunnusta ei ollut määritetty.
Lopuksi yhteenvedossa käydään läpi työn suorittamisen aikana tulleet onnistumiset ja ongelmat,
joita muodostui.

Asiasanat: FIM-järjestelmä, automaatiojärjestelmä, ABB800xA, HART

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author: Peetu Rantala
Title of thesis: Implementation and Guide of ABB FIM System
Supervisor(s): Tero Hietanen and Tommi Mäkelä
Term and year when the thesis was submitted: 2023
Number of pages: 39

The ABB FIM system can be used to monitor automation field devices by utilizing the HART signal. The objective of the thesis was to make an implementation of the FIM system and a guide that goes through the different features of the FIM system. The purpose of the work is to help facilitating the maintenance work, so that time can be saved for other tasks. The goal of the work was to create a clear entity of the FIM system and its features, so that the system can be utilized more efficiently in every day work. The work was done for Jervois Finland Oy, which is located in the industrial area of Kokkola.

The work covers various concepts related to the FIM system. In the initial phase of the work all the automation devices that needed to have new device packages were mapped. After all the new device packages were found they were loaded into the FIM system and automation devices were updated with the new packages. Work also included defining position tags using the FIM system for older automation devices. Finally, in the summary, the successes and problems that came during the execution of the work are reviewed.

Keywords: FIM system, automation system, ABB800xA, HART

SISÄLLYS

ALKULAUSE.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	9
2.1 PLC.....	9
2.2 DCS.....	10
2.1 ABB System 800xA.....	11
2.2 AC 800M.....	13
2.3 S800- ja S900-IO.....	13
2.4 HART.....	14
2.5 FDI.....	15
2.6 OPC UA.....	16
3 FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO.....	17
3.1 Field Information Manager.....	17
3.2 FIM-järjestelmän laitepaketit.....	18
3.3 Järjestelmän skannaus.....	19
3.4 Configuration.....	20
3.5 Device Catalog.....	22
4 OPAS FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖN.....	23
4.1 Topologiavalikko.....	23
4.2 Laitteen perustietojen tarkastelu.....	26
4.3 Diagnostiikka.....	27
4.4 Operointi.....	30
4.5 Device Settings.....	30
4.6 Dashboard.....	31
4.7 Loop Check.....	32
4.8 Tagien lisäys FIM-järjestelmään.....	33
5 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET.....	38

ALKULAUSE

Opinnäytetyön aiheena on ABB FIM-järjestelmän käyttöönotto ja opas. Haluan kiittää opinnäytetyön tilaajaa Jervois Finland Oy:tä mielenkiintoisen aiheen antamisesta minulle. Lisäksi haluan antaa kiitokset ohjaavalle opettajalle Tero Hietaselle, tilaajalle Jervois Finlandin Tommi Mäkelälle ja ABB:n tukihenkilölle Pekka Tervolle, jotka ovat auttaneet minua opinnäytetyön kanssa.

7.5.2023

Peetu Rantala

1 JOHDANTO

Teollisuuden lisääntyvän automatisoitumisen myötä prosessien seurantaan ja tarkkailuun käytettävien automaatiolaitteiden määrä lisääntyy, jonka vuoksi on entistä tärkeämpää saada ajantasaista tietoa automaatiolaitteiden mittaamista parametreista ja laitteiden toiminnasta. Tämä tekee automaatiojärjestelmien päivittämisestä ja prosessisovelluksien ylläpidosta tärkeää. Aiemmin huollot voitiin tehdä vain olemalla fyysisesti laitteen luona. Nykyään turvalliset verkkoyhteydet ja automaatiojärjestelmien kehittyneisyys avaavat uuden maailman etäkäyttöisille palveluille. Automaatioverkon tehokkuus vaatii edistyneitä ratkaisuja, jotka perustuvat uusimpiin digitaalisiin teknologioihin. Optimaalinen jakeluverkosto on tärkeässä osassa automaatioverkon toiminnan varmistamiseksi. Oikeanlaisella suunnittelulla päästään laitteiden ja järjestelmän valinnan osalta parhaimpaan lopputulokseen, jolloin tehtaan ylläpito ja kustannukset laskevat ja sitä kautta saadaan myös kustannussäästöjä pidemmällä aikavälillä. Nykyaikaisten automaatiojärjestelmien ja -laitteiden edistyksellisyydestä huolimatta, ihmisten väliintulo on kuitenkin edelleen välttämätöntä, koska laitteet ja järjestelmät eivät vielä osaa korjata itseään vikatilanteissa. (1.)

Kokkolan suurteollisuusalue koostui pitkään kahdesta suuresta toimijasta, jotka olivat Kemira ja Outokumpu. Outokumpu sijaitsi teollisuusalueen pohjoisosassa ja Kemira eteläosassa. Kemira aloitti toimintansa Kokkolan suurteollisuusalueella vuonna 1945 rikkihappo- ja superfosfaattituotannolla ja Outokumpu vuonna 1962 rikkitehtaalla ja voimalaitostoiminnalla. Outokumpu aloitti koboltintuotannon alueella vuonna 1968 ja sinkkituotannon vuonna 1969. Outokumpu myi koboltintuotannon amerikkalaistaustaiselle OMG Kokkola Chemicals Oy:lle vuonna 1993 ja sinkkituotannon vuonna 2003 ruotsalaiselle Bolidenille. OMG myi koboltintuotannon amerikkalaiselle Freeport-McMoranille vuonna 2013, jolloin Kokkolan kobolttitehtaan nimeksi tuli Freeport Cobalt Oy. Vuonna 2019 Freeport-McMoran myi noin 60 prosentin osuuden Kokkolan Freeport Cobaltin toiminnoista belgialaiselle Umicorelle. Vuonna 2021 Freeport-McMoran myi loput Freeport Cobaltin toiminnoista australialaiselle Jervois Miningille, joka tunnetaan nykyisin nimellä Jervois Global. (2.)

Jervois Finland Oy on vuonna 2021 perustettu johtava kobolttituotteiden toimittaja, joka tuottaa tuotteita palvelemaan kemian-, katalyytti-, epäorgaanista pigmentti-, jauhemetallurgia- ja akkuteollisuutta. Jervois Finland Oy:n tehdas sijaitsee Kokkolassa ja on osa australialaista Jervois Global konsernia. Jervois Global toimii Suomen ja Australian lisäksi myös Brasiliassa ja Pohjois-Amerikassa. Yrityksellä on Kokkolassa sijaitseva tehdas sekä globaalit myynti- ja jakeluverkostot

palvelemaan asiakkaita maailmanlaajuisesti. Pitkäaikaiset sopimukset takaavat vakaan koboltti-tuotteiden toimituksen markkinoille. Jervois Finland Oy on sitoutunut kestävään kehitykseen ja yhteiskuntavastuuseen. (3.)

Opinnäytetyö tehdään Jervois Finland Oy:lle. Työn aiheena on tehdä Field Information Manager -järjestelmän käyttöönotto ja opas käytöstä. Työn tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa kunnossapidon työtä käyttämällä FIM-järjestelmän tarjoamia ominaisuuksia. FIM-järjestelmää hyödyntämällä voidaan vähentää fyysistä kentällä kulkemista, sillä FIM-järjestelmällä voidaan automaatiolaitteisiin tehdä HART-väylän välityksellä muutoksia etäyhteydellä. Varsinkin välimatkojen kasvaessa ja uudemman laitekannan lisääntyessä FIM-järjestelmällä voidaan säästää aikaa muiden työtehtävien suorittamiseen.

Työn tavoitteena oli laatia selkeästi luettava kokonaisuus, jossa käydään vaihe vaiheelta läpi FIM-järjestelmän eri ominaisuuksia, sekä opas, jossa on tarkemmin tarkasteltu automaatiolaitteiden positiotagien lisäämisessä ja nimeämisessä huomioon otettavia asioita, sekä käytynä FIM-järjestelmän eri sivujen sisältämiä ominaisuuksia ja diagnostiikkoja.

Ensin opinnäytetyössä käydään läpi aiheeseen liittyviä käsitteitä. Seuraavaksi käydään käytännön osuudessa läpi FIM-järjestelmää ja laitepakettien hakua ja suoritetaan laitteille positiotagien nimeämiset. Lopuksi yhteenvedossa arvioidaan työn onnistumista asetettuihin tavoitteisiin nähden sekä käydään läpi työn suorittamisen aikana havaittuja ongelmia ja huomioitavia asioita.

2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Automaatiojärjestelmä on eri sensoreiden, ohjainten ja toimilaitteiden yhdistelmä, jonka tarkoituksena on suorittaa erilaisia toimintoja mahdollisimman pitkälle ilman ihmisen väliintuloa. Automatisoidut robotit voivat tehdä samaa työtä millin tarkasti väsymättä, kuten metallin leikkaaminen tai hitsaus. Teollisuudessa automatisointi on isossa roolissa. Automaatiojärjestelmillä voidaan seurata esimerkiksi putkistossa tapahtuvaa virtausta, säiliön pinnankorkeutta tai nesteen lämpötilaa. Näitä ja lukemattomia muita automaatiotratkaisuja hyödyntämällä ja yhdistelemällä saadaan tehostettua laitoksen tai tehtaan prosessia.

ABB toimii sähköistyksen ja automaation alalla, ja sen tarkoituksena on rakentaa kestävämpää ja resurssitehokkaampaa tulevaisuutta. ABB:n ratkaisut yhdistävät osaamisen ja ohjelmistot, joiden avulla saadaan optimoituja kuinka tavaroiden valmistus, siirtäminen, sähköistys ja operointi toteutetaan. ABB:lla on 105 000 työntekijää eri puolilla maailmaa. ABB muodostuu sanoista Asea Brown Boveri. (4.)

Tässä luvussa käydään läpi automaatiotermejä, jotka liittyvät automaatiojärjestelmään ja joita hyödynnetään Field Information Managerin toiminnassa. Lisäksi tässä luvussa perehdytään ABB:n automaatiojärjestelmään. Pohjana kaikelle toimii ABB System 800xA -järjestelmä, josta päästään syventymään eri laitteistotasolle. Jervois Finland Oy käyttää ABB System 800xA -automaatiojärjestelmää. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Field Information Manager (FIM) -järjestelmää, joka on yksi ABB:n tuotteista.

2.1 PLC

PLC eli Programmable Logic Controllerit ovat teollisuustietokoneita, joita käytetään ohjaamaan erilaisia sähkömekaanisia prosesseja tehtaissa ja muissa automaatioympäristöissä. PLC:t ovat laajalti käytössä teollisuudessa, koska ne ovat nopeita, helppokäyttöisiä ja helposti ohjelmoitavia. Useimmat PLC:t käyttävät nykyään yhtä viidestä ohjelmointikielestä: Ladder Diagram, Function Block Diagram, Structured Text, Instruction List tai Sequential Function Chart. PLC:t toimivat fyysisinä alustoina automaatiolaitteille tai SCADA- tai HMI-järjestelmille. PLC:t kommunikoivat,

valvovat ja ohjaavat automatisoituja prosesseja, kuten kokoonpanolinjoja, koneiden toimintoja tai robotisoituja laitteita. (5.)

PLC:n toiminnot voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan: tulot, lähdöt ja mikroprosessori (CPU). Tulot voidaan jakaa laitteiden ja koneiden suorittamiin ja ihmisten suorittamiin tuloihin. Sensoreiden ja laitteiden tulotieto lähetetään PLC:lle. Tulotietoihin lasketaan erilaisten nappien painamisesta, kytkimistä ja lukijoista tuleva päälle-pois -tieto PLC:lle. Myös lämpöantureiden ja paineantureiden ylä- ja alarajoista tuleva tieto sekä pumppujen päälle- ja pois- tieto ovat tulotietoja. Lähdöt ovat fyysisiä toimintoja tai visuaalisia tuloksia perustuen PLC-logiikan vastaukseen laitteilta tuleviin tuloihin. Fyysisiä lähtöjä voivat olla esimerkiksi moottorin käynnistäminen, valon sytyttäminen, venttiilin tyhjennys, lämpötilan säätäminen tai pumpun sammuttaminen. CPU on tietokoneen mikroprosessori, joka suorittaa tietokoneen tiedonsiirron ja laskennan. CPU prosessoi laitteelta tulevan tiedon. Käyttäjän kehittämän logiikan mukaan CPU suorittaa näitä lähettämällä halutun tiedon yhdistetylle laitteelle. Markkinoille tulevista uusista kilpailevista tuotteista huolimatta, PLC:t pysyvät edelleen suosittuina niiden yksinkertaisuuden, kohtuuhintaisuuden ja hyödyllisyyden vuoksi. (5.)

2.2 DCS

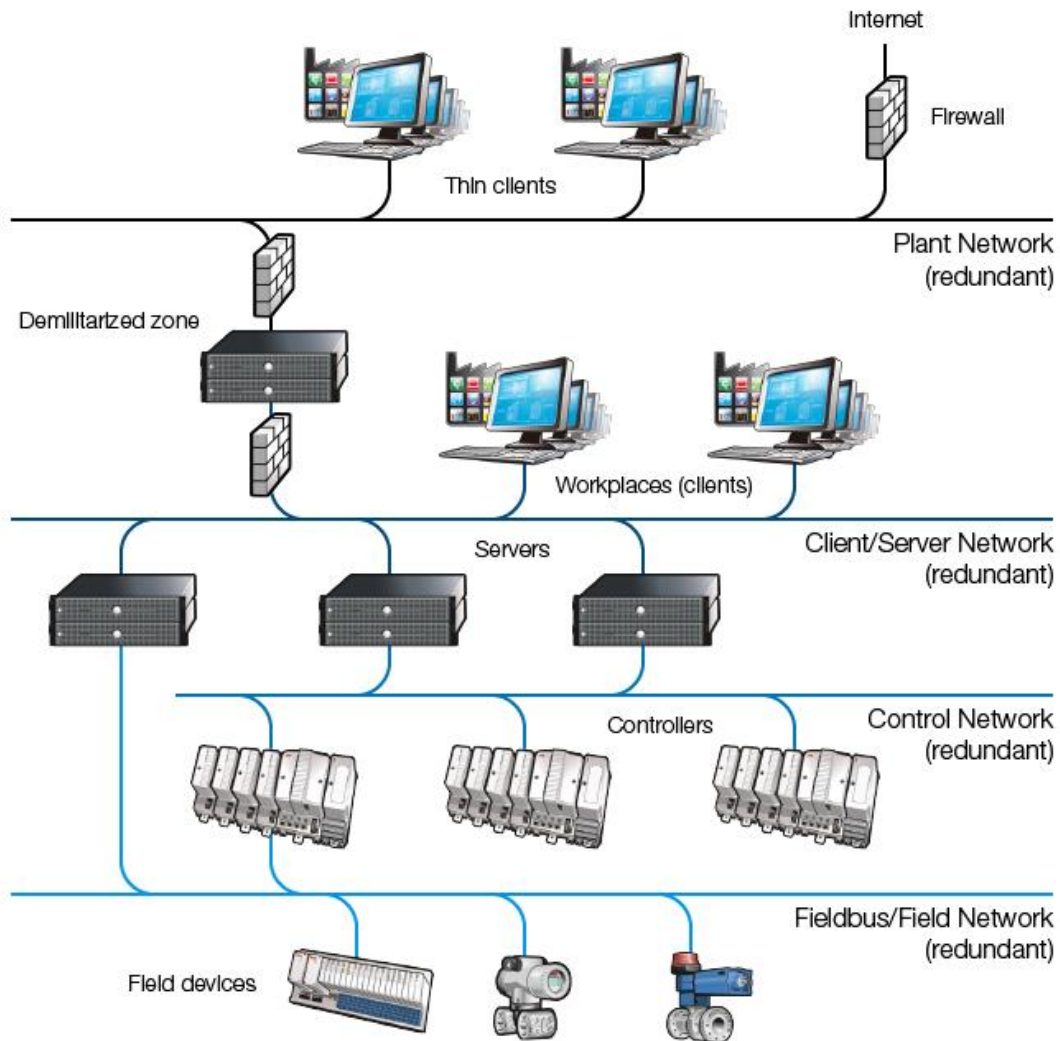
Distributed Control Systems eli DCS on ohjelmallinen ohjausjärjestelmä esimerkiksi prosessille tai laitokselle. DCS-ohjausjärjestelmä koostuu suuresta määrästä ohjaussilmukoita, joissa autonomiset ohjaimet on hajautettu läpi koko järjestelmään. Järjestelmän ohjaus hoidetaan keskitetyn operaattorin valvontajärjestelmän kautta. DCS-ohjausjärjestelmän avulla voidaan alentaa asennuskustannuksia ja parantaa luotettavuutta sijoittamalla ohjaustoiminnot lähelle kohteita, joita pystytään seuraamaan ja valvomaan etänä. Näitä DCS-ohjausjärjestelmää hyödyntäviä järjestelmiä käytetään suurissa laitoksissa, joille jatkuvuus, luotettavuus ja turvallisuus ovat tärkeässä osassa. Tämänkaltaisia järjestelmiä käytetään erityisesti ns. eräprosesseissa, joissa useammassa prosessissa valmistetaan erilaisia tuotteita. (6.)

DCS-ohjausjärjestelmä sisältää järjestelmän lohkojen käsittelyn koko järjestelmän ympärille. Tämä vähentää yksittäisen prosessorin mahdollista vikaa. Laskentatehon jakautuminen tulo ja lähtö (I/O) -kenttätietoon varmistaa myös nopeat kontrollerin prosessointiajat poistamalla mahdolliset verkko- ja prosessointiviiveet. (6.)

PLC:n nopeus tekee siitä kuitenkin paremman valinnan sovelluksiin, jotka edellyttävät nopeaa tuotannon käynnistystä käyttäen erillistä I/O:ta. Myös PLC tarjoaa skaalan I/O:n tarkkuutta ja ylläpidettävyyttä. Suurin ero PLC:n ja DCS:n välillä on niiden käyttämä tietokanta. DCS-ohjausjärjestelmää käytettäessä suunnittelu voidaan suorittaa yhdessä ympäristössä. DCS-ympäristössä voidaan esimerkiksi tehdä ohjelmointia, tarkastella trendejä ja luoda raportteja. PLC-ympäristössä tarvitaan kaksi tietokantaa suunnittelun suorittamiseen, kuten ohjelmointiin ja I/O-konfigurointiin. (6.)

2.1 ABB System 800xA

ABB System 800xA -järjestelmä on laaja hajautettu ohjausjärjestelmä. System 800xA -järjestelmä on rakennettu toiminnallisiin ja fyysisiin tasoihin. Näiden tasojen väliset yhteydet perustuvat Ethernet- ja TCP/IP-verkkoihin. (7.) Kuvassa 1 on havainnollistettu System 800xA -järjestelmän verkkoa kokonaisuudessaan sekä sitä, kuinka järjestelmä rakentuu eri tasojen välille.



KUVA 1. System 800xA -järjestelmän verkko kokonaisuudessaan (7).

System 800xA -järjestelmä laajentaa perinteisten automaatio-ohjausjärjestelmien soveltamisalaa kattamaan kaikki automaatiotoiminnot yhteen operointi- ja suunnittelu ympäristöön. Tämä mahdollistaa prosessilaitosten suoriutumisen älykkäämmin ja paremmin, säästään samalla huomattavasti kustannuksissa. (8.)

System 800xA -järjestelmää voidaan liittää useisiin eri ABB:n ohjauksiin, mukaan lukien AC 800M, AC 100, Advant/Master, Advant/MOD 300, DCI, Harmony/INFI 90, Melody, Freelance ja Safe-guard. Tämän lisäksi System 800xA -järjestelmään voidaan kytkeä yli 400 erilaista ohjausta ja tietoliikennelinkkiä käyttämällä PLC Connect -vaihtoehtoa. (8.)

Jervois Finland Oy:ssä käytetään ABB System 800xA -järjestelmää automaatioissa. Tiedonsiirto kulkee yleisesti kenttälaitteilta, moottoreilta tai taajuusmuuttajilla ensin kenttäkaapille. Kenttäkaapin I/O-kortilta tieto jatkaa Profibus- tai Profinet-kenttäväylänä AC 800M -sarjan prosessiasemalle automaatiokytkimen kautta, koska välimatkat voivat olla teollisuusautomaatioissa pitkiä. Pitkien välimatkojen vuoksi kenttäkaappeja on useita siten, että ne ovat sijoitettu eri paikkoihin kentällä. Tällöin säästytään liian pitkiltä kaapelivedoilta kentällä. Prosessiasemalta tieto kulkee lopulta loppukäyttäjälle, kuten operoijalle ja kunnossapidolle.

2.2 AC 800M

AC 800M on laitteistoalusta, joka koostuu yksittäisistä laitteistoyksiköistä, jotka on mahdollista konfiguroida ja ohjelmoida suorittamaan useita toimintoja. Konfiguroinnin ja ohjelmoinnin jälkeen AC 800M -laitteistoalustasta muodostuu AC 800M- tai AC 800M HI -kontrolleri. Tähän laitteistomoduliin, josta AC 800M -kontrolleri muodostuu, kuuluu muun muassa Jervois Finland Oy:n käytössäkin PM864-, PM866-, PM891-sarjaa olevia prosessoriyksiköjä. Tiedonsiirtorajapinnat eri protokollille suorittavat mm. CI854A-, CI867- ja CI871A-sarjan ABB:n laitteistot. AC 800 -kontrollerin kokonaisuuteen kuuluu myös CEX-Bus -yhteysyksikkö, virtalähde ja vara-akku mahdollisten sähkökatkojen varalle, jotta prosessi pysyy käynnissä. (9.)

2.3 S800- ja S900-IO

ABB:n S800 I/O on kattava, laajasti jaeltu ja modulaarinen prosessi I/O-järjestelmä, joka kommunikoi pääohjaimen avulla kenttäväylän kautta noudattaen alan standardeja. Laajan liitettävyyden ansiosta S800 I/O on yhteensopiva useiden ABB:n sekä muiden valmistajien prosessiohjaimien kanssa. S800 I/O:ta käytetään sovelluksissa ympäri maailmaa useilla teollisuuden aloilla ja ohjausjärjestelmillä. S800 I/O mahdollistaa asennuksen kentällä lähelle antureita ja toimilaitteita. Kentällä tapahtuvalla asennuksella voidaan vähentää asennuksesta aiheutuvia kustannuksia esimerkiksi säästämällä kaapelointikustannuksissa. S800 I/O:n ominaisuuksia ovat muun muassa mahdollisuus I/O-korttien vaihtoon nopeasti ja helposti toiseen ilman erityistyökaluja, lisäksi online-tilassa on mahdollisuus tehdä uudelleenmäärittäisiä automaatiojärjestelmässä. Nämä mahdollistavat tuotannon keskeyttämättömän toiminnan ilman käyttökatkoja. (10.)

S900 I/O on etänä toimiva järjestelmä, joka voidaan asentaa suoraan kentälle ja räjähdysvaarallisille ATEX-alueille (Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles). S900 I/O sisältää kaikki tarvittavat lähtö- ja tulomodulit, jotka tarvitaan luonnostaan turvalliseen kenttäsignaaliliitännään. Kenttäsignaalit vahvistetaan jokaisessa S900 I/O:n toiminnallisessa modulissa. Nämä signaalit erotetaan sähköisesti ja lähetetään sitten sisäisen sarjaväylän kautta laitteelle. Kommunikaatorajapinta muuntaa digitoidut signaalit mukauttaakseen ne standardoituun PROFIBUS DP-V1 -kenttäväyläprotokollaan. Prosessin ohjausjärjestelmät, kuten DCS- tai SCADA-järjestelmä käyttävät luonnostaan turvallista kenttäväylää kommunikoidakseen kommunikaatorajapinnan kanssa. Kaikki toiminnalliset modulit voidaan vaihtaa helposti ja nopeasti asennettaessa tai huollettaessa. Pienen tilantarpeensa sekä vankan ja ympäristöä kestävä kotelonsa ansiosta S900 I/O -kortti on hyvä valinta käytettäväksi paikan päällä erityisesti räjähdysvaarallisilla alueilla. (11.)

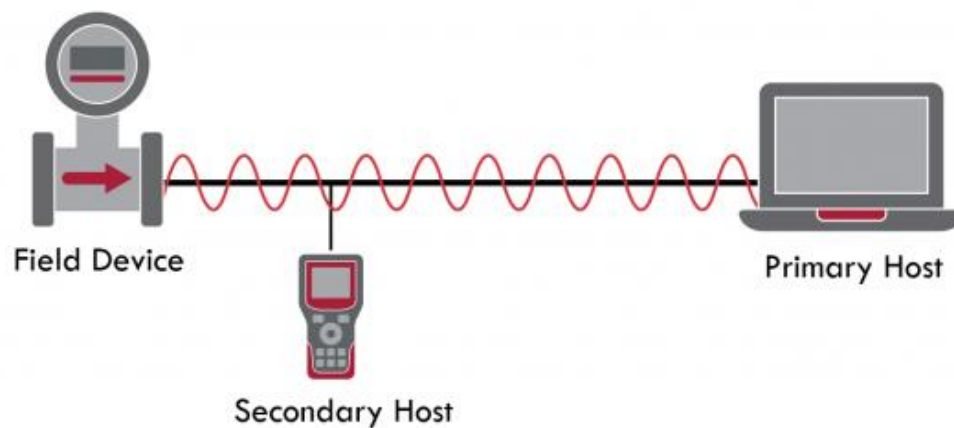
S900 I/O on kooltaan pienempi kuin S800 I/O, joten se ei vie kenttäkaapissa yhtä paljon tilaa. S900 I/O:n heikkous S800 I/O:hon verrattuna on se, ettei sitä pystytä liittämään suoraan Profinet-kenttäväylään toisin kuin S800 I/O, jolloin S900 I/O:ta käytettäessä joudutaan pysymään Profibus-kenttäväylän käytössä.

2.4 HART

Highway Addressable Remote Transducer eli HART on kaksisuuntainen tiedonsiirtoprotokolla, joka tarjoaa älykkään tiedonsiirron kenttälaitteiden ja automaatiojärjestelmän välillä. Kommunikaatio tapahtuu kahden HART-tiedonsiirtoprotokollaan yhteensopivan laitteen välillä, kuten esimerkiksi älykkään kenttälaitteen ja ohjaus- tai valvontajärjestelmän välillä. (12.)

HART-tiedonsiirtoprotokolla tarjoaa samanaikaisesti kaksi kommunikaatiokanavaa, joista toinen on analoginen ja toinen digitaalinen. Signaaliviesti (4–20 mA) välittää ensisijaisen mitatun arvon eli PV-virran analogisena arvona käyttämällä johdotusta, joka antaa instrumentille virran. Tämän mitatun virran analogisen arvon järjestelmä muuntaa fyysiseksi arvoksi HART Softwaren parametrien mukaisesti. Digitaalisessa kommunikaatiossa tiedot välitetään koodaamalla digitaalinen signaali. Se tehdään yleensä käyttämällä Frequency Shift Key (FSK) -tekniikkaa samassa 4–20 mA johdotuksessa, jota käytetään analogiseen viestintään. HART-tiedonsiirtoprotokollan avulla nämä kaksi viestintäkanavaa tarjoavat täydellisen kenttäviestintäratkaisun, mikä tekee tästä helposti suunniteltavan, helppokäyttöisen, edullisen ja luotettavan automaatoratkaisun. HART-

tiedonsiirtoprotokollan digitaalinen kommunikaatio käyttää FSK-tekniikkaa päällekkäin kaksisuuntaiselle digitaaliselle kommunikaatiolle 4–20 mA käyttävän laitteen virtasilmukkasignaaliin. HART-signaali kommunikoi 1 200 sykystä sekunnissa tyypillisesti antaen 2–3 PV-virran päivitystä joka sekunti, eli tieto kulkee koko ajan laitteen ja automaatiojärjestelmän välillä. Kuvassa 2 nähdään HART-signaalin tiedonkulku kenttälaitteelta automaatiojärjestelmään ja sitä kautta käyttäjälle ja sen lisäksi myös HART-kapulaalla saatava tieto suoraan laitteelta, kun mennään siihen fyysisesti kiinni yhdistämällä kapula laitteeseen. (12.)



Primary and Secondary Hosts

The HART Protocol permits several hosts on the network.

KUVA 2. HART-signaalin tiedonsiirto laitteelta käyttäjälle (12).

2.5 FDI

Field Device Integration (FDI) on kenttälaitteiden hallintateknologia. Laiteintegraatio oli aiemmin haaste, koska loppukäyttäjät ja laitetoimittajat kohtasivat saman ongelman, jossa eri valmistajien järjestelmät vaativat erilaisia laiteajureita. Tämä aiheutti loppukäyttäjälle työtä löytää oikeanlaiset ajurit tietyille työkalulle. Myös laitevalmistajille tämä teetti lisää työtä kehittää, testata ja ylläpitää laiteajureita järjestelmälle. Tämän seurauksena saattoi käydä niin, että usein loppukäyttäjältä jäi hyödyntämättä älykkään laitteen integrointia, jolloin jäi myös hyödyntämättä laitteiden tarjoamia lisätietoja tai -ominaisuuksia. (13.)

Field Device Integration eli FDI kehitettiin ratkaisemaan integroinnin ongelmat kenttälaitteiden osalta prosessiteollisuudessa käytettävien verkkojen, käyttöjärjestelmien ja ohjausjärjestelmien kanssa. Tarkoituksena oli yhdistää kaksi olemassa olevaa integraatioteknologiaa yhteen eli Electronic Device Description (EDD) ja Field Device Tool (FDT) yhdeksi uuden sukupolven teknologiaksi. FDI-tekniikan ovat kehittäneet automaatioalan teknologiasäätiöt ja -toimittajat. FDI-yhteensopiva ratkaisu vaatii kaksi osaa: järjestelmän, joka tukee FDI-tekniikkaa sekä laitteen, joka sisältää tuen FDI-paketeille. Suuret toimijat, kuten ABB, Endress+Hauser, Siemens, Honeywell, Schneider, Emerson Process Management ja Yokogawa ovat muun muassa tukeneet tätä projektia. (14.)

HART-laitteiden määrykset suoritetaan käyttäen EDDL:ää (Electronic Device Description Language). Suurin osa HART-kenttälaitteista käyttää 4–20mA analogista ja digitaalista viestintää EDDL:n määryksien mukaan. Tämä EDDL-kieli kattaa useita kenttälaitteen käyttämiseen tarvittavia tehtäviä koko elinkaaren ajan. (15.)

ABB:n Field Information Manager -ohjelmisto hyödyntää FDI-tekniikkaa ja on varustettu graafisella käyttöliittymällä, joka auttaa henkilöitä työskentelemään mahdollisimman tehokkaasti prosessi-instrumenttien parissa. (16.)

2.6 OPC UA

Open Platform Communications Unified Architecture eli OPC UA on toimittajasta riippumaton viestintäprotokolla teollisuusautomaatiosovelluksia varten. Se perustuu asiakas–palvelin -periaatteen ja mahdollistaa saumattoman kommunikaation yksittäisistä antureista ja toimilaitteista ERP-järjestelmään (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmään tai pilvipalvelimeen. Protokolla on alustasta riippumaton ja sisältää sisäänrakennetut turvamekanismit. OPC UA -viestintäprotokollan tarkoitus on muun muassa yhdistää käyttöliittymät ja tiedonsiirtoportit yhden protokollan alle, jolloin tiedonsiirron yhteydessä tapahtuvaa tiedonhäviämistä ei enää olisi. OPC UA -viestintäprotokollan hyödyntämisellä voitaisiin luopua tai vähentää tarvetta tehdastason Fieldbus-järjestelmille. (17.)

3 FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖNOTTO

Tässä luvussa kerrotaan Field Information Managerista yleisesti, sekä kuinka järjestelmään lisätään laitekohtaisia paketteja. Lisäksi käydään läpi järjestelmän skannaukseen ja synkronointiin liittyviä asioita.

3.1 Field Information Manager

ABB oli vuonna 2015 ensimmäinen yhtiö, joka tarjosi FDI:hin perustuvan ohjelmistotyökalun, jolla voidaan hallita HART-tietoa käyttäviä kentälaitteita. FIM 1.0. uusimmalla versiolla käyttäjät voivat ladata FIM-ohjelmiston Windows-pohjaisiin laitteisiin, kuten tabletteihin tai tietokoneisiin. FIM-järjestelmällä voidaan tutkia laitteen ominaisuuksia nopeasti ja tehokkaasti. Kenttälaitteen ja prosessiaseman skannaaminen, tunnistaminen ja hallinnan aloittaminen voidaan suorittaa muutamassa minuutissa riippuen löydettävien laitteiden määrästä. FIM-järjestelmää voidaan käyttää HART-tiedonsiirtoprotokollaa tukevien laitteiden käyttöönottoon, konfigurointiin, diagnoosien tekemiseen ja kalibrointiin, jotka ovat FDI-standardien mukaisia, mukaan lukien myös muiden valmistajien laitteet. FIM-järjestelmää on mahdollista käyttää myös offline-tilassa, jolloin laitteen konfigurointi voidaan tehdä muodostamatta yhteyttä laitteeseen. Offline-tilassa tehdyt konfiguroinnit on mahdollista ladata laitteelle ennen käyttöönottoa tai sen aikana. (15.)

System 800xA -järjestelmän kautta FIM:llä voidaan laiteliitännän kautta konfiguroida keskitetysti HART- ja Profibus-laitteita. Omaisuudenhallintamahdollisuudet pystytään ottamaan käyttöön OPC UA -viestintäprotokollan kautta ABB Ability -yhteyden avulla. FIM-järjestelmässä on panostettu helppokäyttöisyyteen ja navigointiin, ja käyttäjä pääsee helposti käsiksi kaikkiin avoimiin laitteisiin. FIM-järjestelmä on yhteensopiva asennetun pohjan kanssa ja tukee sekä vanhoja DD-paketteja että uusia FDI-paketteja, joten yksi työkalu käy olemassa oleville ja uusille laitteille. FIM-järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi suunnitteluasemalla, kentällä, paneelin kautta tai kunnossapidon tiloissa. (16.)

3.2 FIM-järjestelmän laitepaketit

FIM-järjestelmään voidaan ladata eri valmistajien EDD-laitepaketteja, jolloin päästään näkemään mahdollisimman paljon tietoa automaatiolaitteesta, jota HART-tiedonsiirtoprotokollan kanssa yhteensopiva laite voi lähettää. FIM-järjestelmällä on mahdollista nähdä tietoa laitteista myös ilman valmistajan ladattua laitepakettia, mutta tällöin laitetiedot on supistettu vain yleisimpiin tietoihin, kuten mittausalueeseen ja laitteen malliin. FIM-järjestelmään on mahdollista ladata .FM8-, .FDIX-, .XML-, .FIMLET- ja .CSV-tiedostoja. Tässä työssä ladattiin ainoastaan .FM8- ja .FDIX-tiedostoja. Edellä mainittuja tiedostoja löytyi parhaiten valmistajien sivuilta. Kuvassa 3 on ladattuina EDD-laitepaketteja FIM-järjestelmän Device Catalogissa. ABB:n omat paketit ovat valmiina sovelluksessa, mutta kuvan 3 Rosemountit, Endress+Hauserit, AUMAt, Fisher Controlit ja Yokogawat on pitänyt käyttäjän itse lisätä. Laitevalmistajien omilta sivuilta näitä EDD-tiedostoja on mahdollista etsiä ladattavaksi, esimerkiksi laitevalmistajan download centeristä. Yksinkertaisimmillaan suurimman osan laitepaketeista voi löytää Fieldcomm-internetsivuilta, johon on keskitetty eri valmistajien HART-paketteja. Fieldcommin lataussivu on osoitteessa: <https://www.fieldcommgroup.org/register-products>

ABB FIM -järjestelmässä on ominaisuus, jossa ohjelma hakee automaattisesti tarvittavia laitepaketteja suoraan Fieldcommin sivuilta. Tätä opinnäytetyötä varten laitepakettien automaattista latausta ei kuitenkaan voitu hyödyntää, koska Jervois Finlandin automaatioverkko on irrallaan internetistä, eikä automaatioverkkoa ole turvallisuussyistä tarkoituksenmukaista siihen kytkeä.

Tässä opinnäytetyössä lisättiin FIM-järjestelmään 27 eri laitepakettia, joita ei vielä ollut järjestelmään lisätty. Useammalla eri laitepositioilla voi olla sama laitepaketti, koska samoja laitteita on useampia kappaleita tehtaalla. Pakettien lisääminen onnistuu helpoiten, kun pitää Device Catalog-sivua auki (kuva 3.) ja raahaa kyseisen laitteen ZIP-tiedoston sivun päälle. Tämän jälkeen FIM-järjestelmä ilmoittaa onnistuiko paketin lisäys.

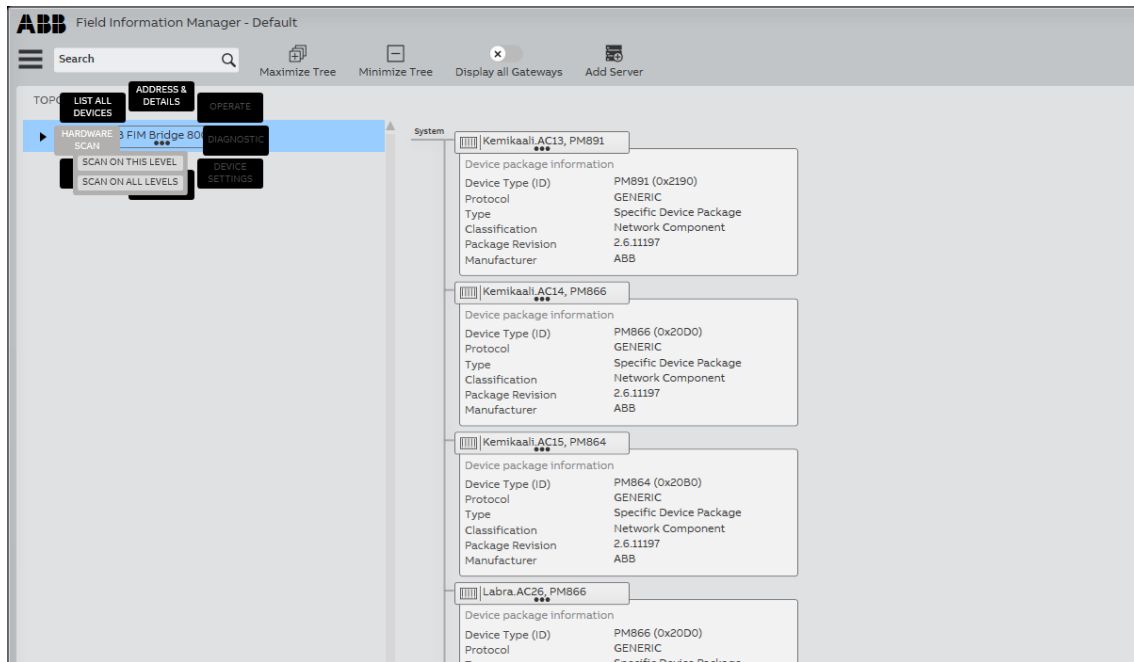
The screenshot shows a software interface titled 'DEVICE CATALOG (visible 115 / 115 selected)'. The interface includes a search bar, a filter dropdown, and several action buttons: 'Save Filter', 'Reset Filter', 'Import', 'Offline Repository Handling', 'FieldComm EDDs', and 'Refresh'. Below these is a table with the following columns: DEVICE TYPE (ID), MANUFACTURER, LOCATION, PROTOCOL, CLASSIFICATION, TYPE, REVISION, SUPPLIER, IN USE, DATE OF..., and USED IN... The table contains 30 rows of device data, including items like '3056 (0x0005)', '3051 (0x0005)', '373X-3 (0x00EF)', '644 Temp (0x0018)', '8800D (0x003A)', 'ALUMATIC AC 01.2/ACEx...', 'Cerabar H Sx (0x0019)', 'Connect S800 Gateway', 'DVC2000 (0x0005)', and 'EIX (0x0051)'. Each row includes details such as manufacturer (e.g., Rosemount, Samson, AUMA, Endress+Hauser, ABB, Fisher Controls, Yokogawa), location (Local), protocol (HART 5, HART 7, FIHLET), classification (Analytic, Pressure, Actuator, Temperature, Flow), type (Specific EDD, Specific Device...), revision, supplier, in-use status, date of installation, and usage status.

DEVICE TYPE (ID)	MANUFACTURER	LOCATION	PROTOCOL	CLASSIFICATION	TYPE	REVISION	SUPPLIER	IN USE	DATE OF...	USED IN...
3056 (0x0005)	Rosemount Anal...	Local	HART 5	Analytic	Specific EDD	2.1.0	2.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	2.6.0	2.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	3.7.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	6.4.0	6.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	7.16.0	7.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	9.6.0	9.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
3051 (0x0005)	Rosemount	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD	10.6.0	10.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	2.1.0	2.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	4.2.0	4.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	6.1.0	6.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	3.1.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	4.1.0	4.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	5.4.0	5.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	6.2.0	6.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	7.2.0	7.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	8.2.0	8.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 7	Temperature	Specific EDD	9.2.0	9.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
8800D (0x003A)	Rosemount	Local	HART 5	Flow	Specific EDD	1.2.0	1.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
8800D (0x003A)	Rosemount	Local	HART 5	Flow	Specific EDD	2.3.0	2.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
8800D (0x003A)	Rosemount	Local	HART 5	Flow	Specific EDD	3.4.0	3.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
8800D (0x003A)	Rosemount	Local	HART 5	Flow	Specific EDD	4.1.0	4.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
ALUMATIC AC 01.2/ACEx...	AUMA	Local	HART 7	Actuator	Specific EDD	1.1.0	1.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
ALUMATIC AC 01.2/ACEx...	AUMA	Local	HART 7	Actuator	Specific EDD	2.2.0	2.**	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
Cerabar H Sx (0x0019)	Endress+Hauser	Local	HART 6	Pressure	Specific EDD	1.2.0	1.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/9/2022	Standard
Connect S800 Gateway	ABB	Local	FIHLET	Network	Specific Device...	2.5.9696	Not Available	<input type="checkbox"/>	4/9/2022	
Connect S800 Gateway	ABB	Local	FIHLET	Network	Specific Device...	2.6.11197	Not Available	<input checked="" type="checkbox"/>	9/7/2022	
DVC2000 (0x0005)	Fisher Controls	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	1.3.0	1.**	<input checked="" type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard
EIX (0x0051)	Yokogawa	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	1.2.0	1.**	<input type="checkbox"/>	4/10/2022	Standard

KUVA 3. Device Catalog -sivu.

3.3 Järjestelmän skannaus

Kun tarvittavat EDD-paketit on ladattu sovellukseen, voidaan suorittaa koko järjestelmän Hardware skannaus, jolloin FIM-järjestelmään ladataan kaikki laitteet uudelleen (kuva 4). Skannauksen yhteydessä FIM-järjestelmä lataa kaikki prosessiasemat ja ala-asemat läpi. Jervois Finland Oy:n FIM-järjestelmän Hardware skannauksen yhteydessä ladattiin kaikki aiemmin löydetty 175 laitetta uudelleen. Hardware skannaus tehdään vain ensimmäisellä kerralla, kun FIM-järjestelmää otetaan käyttöön tai jos tehdään jotain suuria muutoksia automaatiojärjestelmään. Järjestelmän uudelleen lataus kesti Jervois Finland Oy:n kokoluokan tehtaalla noin 15 minuuttia.

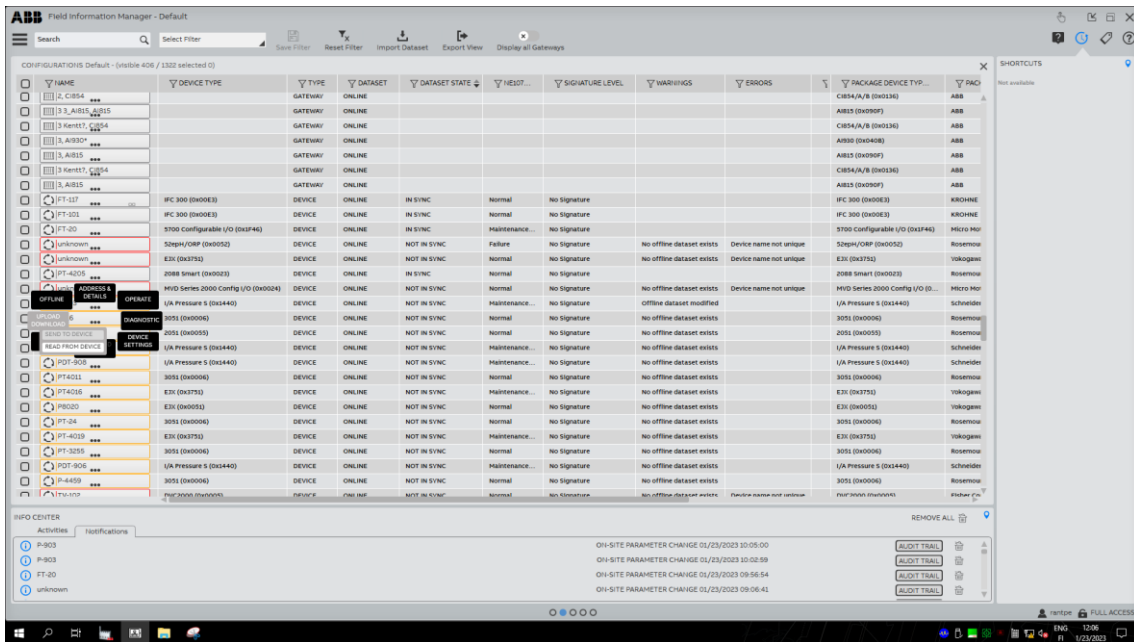


KUVA 4. FIM-järjestelmän Topology-sivu.

3.4 Configuration

Laitteille on mahdollista tehdä Read From Device -toiminto, jolloin saadaan laite synkronoitua ajan tasalle. Tämä vaihe kestää laitteesta riippuen noin minuutista useampaan minuuttiin, koska synkronointi tapahtuu HART-tiedonsiirtoprotokollan välityksellä.

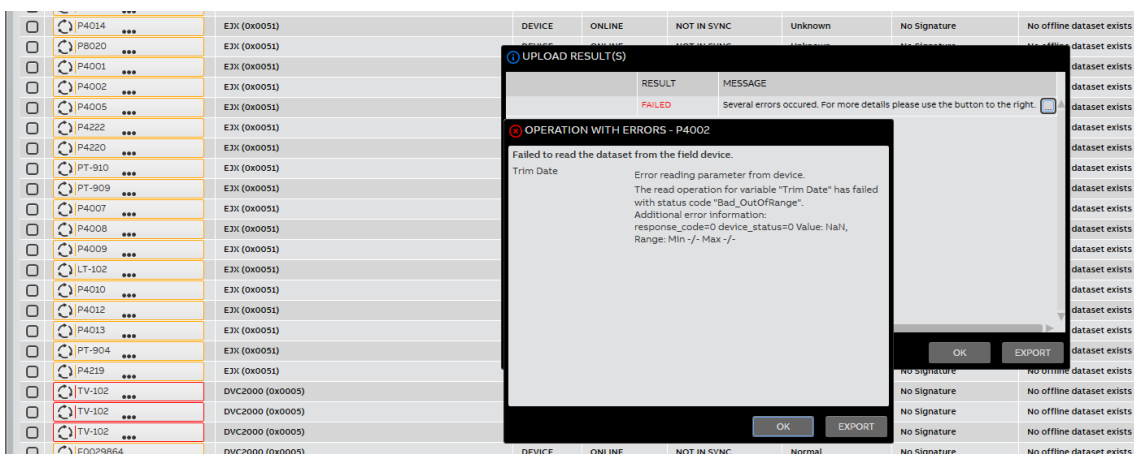
Laitekohtaisiin parametreihin voidaan tehdä vaivattomasti muutoksia FIM-järjestelmää hyödyntäen. Kun halutut muutokset on tehty, ne lähetetään laitteelle. Lopuksi voidaan tehdä Read From Device -lähetyksen (kuva 5), jolloin laite synkronoituu ajan tasalle laitteen ja FIM-järjestelmän välillä.



KUVA 5. Configuration-sivu.

Read From Device -toiminnon jälkeen synkronoidun laitteen laitetiedot päivittyvät Dataset State -kohdassa "Not in sync" -tilasta "In sync" -tilaan.

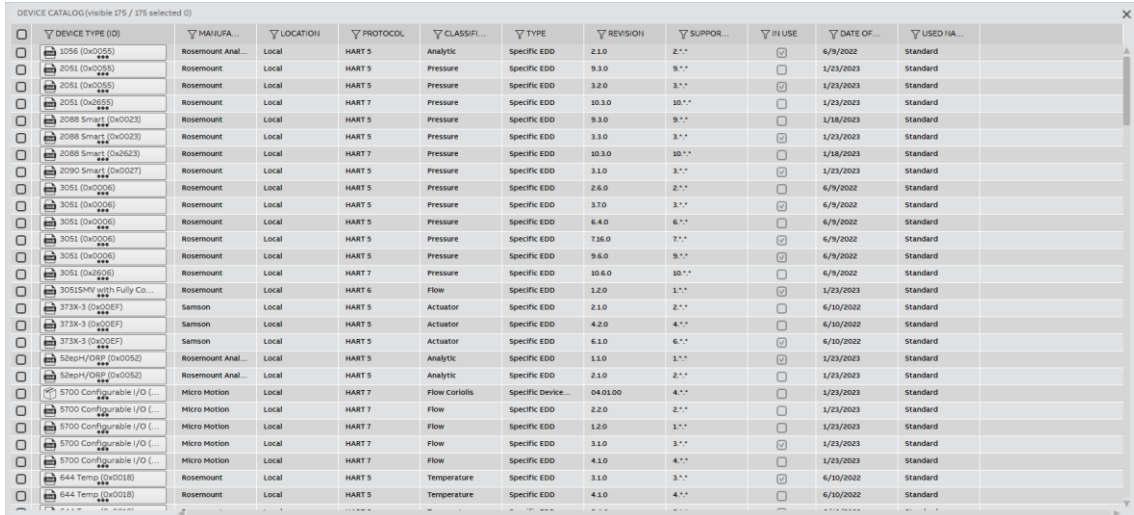
Joidenkin laitteiden kohdalla havaittiin opinnäytetyön aikana erilaisia synkronointiongelmia, kuten kuvassa 6 nähdään. EJX-kenttälaitteen synkronointi epäonnistui, koska FIM-järjestelmä valittaa Trim Date Error -virheestä. Näihin voi olla monta eri syytä, esimerkiksi laitteella voi olla jokin eri Trim Date -arvo.



KUVA 6. Laitteen Trim Date Error -virhe synkronoinnin yhteydessä.

3.5 Device Catalog

Device Catalog -näkyssä (kuva 7) voidaan tarkastella kaikkia FIM-järjestelmään ladattuja EDD-paketteja. Esimerkiksi FieldCommin sivuilta voidaan hakea oikea paketti ja sen laitteen ZIP-tiedosto voidaan tuoda Device Catalogiin.



DEVICE TYPE (ID)	MANUFACTURER	LOCATION	PROTOCOL	CLASSIFICATION	TYPE	REVISION	SUPPORT	IN USE	DATE OF USE	USED NAME
1056 (0x0055)	Rosemount Anal...	Local	HART 5	Analytic	Specific EDD	2.1.0	2.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
2051 (0x0055)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	9.3.0	9.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
2051 (0x0055)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	3.2.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
2051 (0x0055)	Rosemount	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD	10.3.0	10.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
2088 Smart (0x0023)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	9.3.0	9.**	<input type="checkbox"/>	1/18/2023	Standard
2088 Smart (0x0023)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	3.3.0	3.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
2088 Smart (0x0023)	Rosemount	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD	10.3.0	10.**	<input type="checkbox"/>	1/18/2023	Standard
2090 Smart (0x0027)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	3.1.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	2.6.0	2.**	<input type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	3.7.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	6.4.0	6.**	<input type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	7.16.0	7.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD	9.6.0	9.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051 (0x0006)	Rosemount	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD	10.6.0	10.**	<input type="checkbox"/>	6/9/2022	Standard
3051SMV with Fully Co...	Rosemount	Local	HART 6	Flow	Specific EDD	1.2.0	1.**	<input checked="" type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	2.1.0	2.**	<input type="checkbox"/>	6/10/2022	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	4.2.0	4.**	<input type="checkbox"/>	6/10/2022	Standard
373X-3 (0x00EF)	Samson	Local	HART 5	Actuator	Specific EDD	6.1.0	6.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/10/2022	Standard
52epH/OSP (0x0052)	Rosemount Anal...	Local	HART 5	Analytic	Specific EDD	1.1.0	1.**	<input checked="" type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
52epH/OSP (0x0052)	Rosemount Anal...	Local	HART 5	Analytic	Specific EDD	2.1.0	2.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
5700 Configurable I/O (...)	Micro Motion	Local	HART 7	Flow Coriolis	Specific Device...	04.01.00	4.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
5700 Configurable I/O (...)	Micro Motion	Local	HART 7	Flow	Specific EDD	2.2.0	2.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
5700 Configurable I/O (...)	Micro Motion	Local	HART 7	Flow	Specific EDD	1.2.0	1.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
5700 Configurable I/O (...)	Micro Motion	Local	HART 7	Flow	Specific EDD	3.1.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
5700 Configurable I/O (...)	Micro Motion	Local	HART 7	Flow	Specific EDD	4.1.0	4.**	<input type="checkbox"/>	1/23/2023	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	3.1.0	3.**	<input checked="" type="checkbox"/>	6/10/2022	Standard
644 Temp (0x0018)	Rosemount	Local	HART 5	Temperature	Specific EDD	4.1.0	4.**	<input type="checkbox"/>	6/10/2022	Standard

KUVA 7. FIM-järjestelmän Device Catalog -näkyssä.

Samasta laitteesta voi olla useita eri revisiopaketteja. Revisioversiot laitteista, joita on ladattu FIM-järjestelmään, nähdään kuvan 7 Revision-kohdassa. FIM-järjestelmä osaa ehdottaa laitteelle oikeaa versiota automaattisesti. Osassa vanhemmista laitteista uudemmat revisiot eivät toimi, jonka seurauksena voi olla, ettei Operate- ja Diagnostic-sivuja ole mahdollista tarkastella FIM-järjestelmän kautta. Jervois Finland Oy:lla tällaisia laitteita, joille ei löydy oikeanlaista laitepaketin revisiota, jotka toimisivat laitteen kanssa, on tällä hetkellä yli kolmasosassa kaikista FIM-järjestelmässä olevista laitteista. Tämä syö FIM-järjestelmän hyödyllisyyttä nykyisessä tilanteessa, mutta sitä mukaa, kun uudempaa laitekantaa tulee uusien kenttälaitteiden myötä, kasvaa myös FIM-järjestelmän hyödyllisyys. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö FIM-järjestelmästä olisi silti hyötyä näillekin laitteille. Device Settings -näytymän kautta on mahdollista tarkastella samoja parametreja, kuin Operate- ja Diagnostic- sivuilta. FIM-järjestelmän hyöty kasvaa, kun välimatkat pitenevät laitteen ja kunnossapidon välillä, koska FIM-järjestelmän avulla on mahdollista tehdä nopeasti tarvittavia muutoksia etäyhteyden avulla. Tällöin ei ole tarvetta käydä fyysisesti paikan päällä kohteessa, jolloin säästyy myös työaika.

4 OPAS FIM-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖN

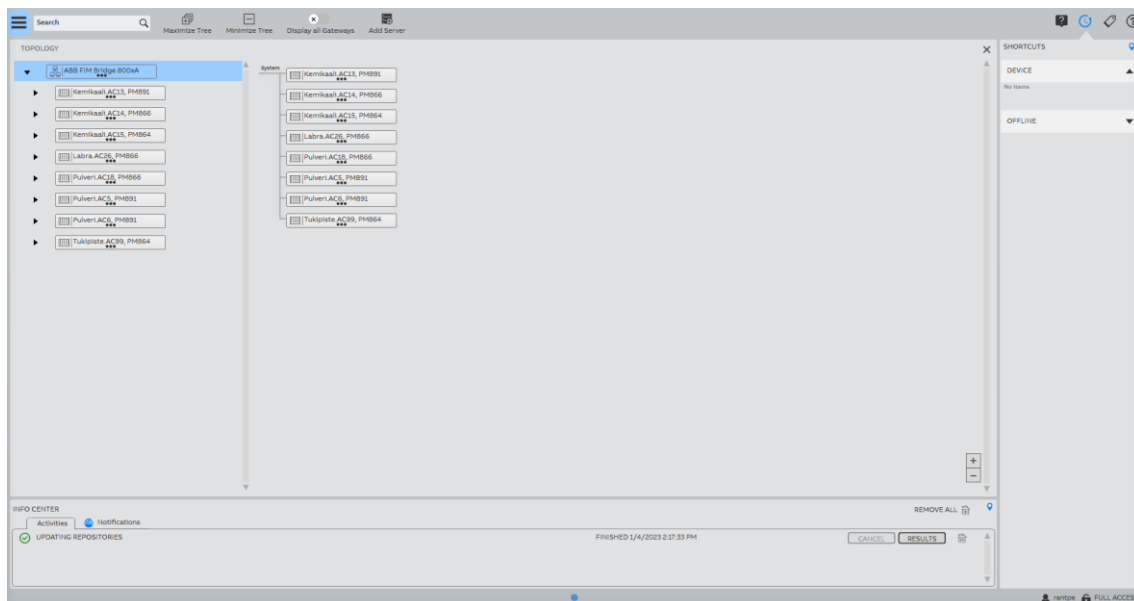
Tässä luvussa kerrotaan ABB Field Information Managerin eri toiminnoista ja näkymistä, sekä kuinka niitä voidaan hyödyntää järjestelmässä. Kuvat ovat Jervois Finland Oy:n järjestelmästä, mutta näitä tietoja voidaan hyödyntää muuallakin.

Osana tätä työtä on tarkoitus kertoa Field Information Managerin eri näkymistä ja sivuista. Tätä opinnäytetyötä olisi tarkoitus pystyä hyödyntämään oppaana FIM-järjestelmän käyttöön. Alla olevissa luvuissa kerrotaan tarkemmin eri sivuista ja mitä niillä voidaan tehdä.

4.1 Topologiaavalikko

FIM-järjestelmän päänäkymää, eli topologiaavalikkoa voidaan käyttää fyysisten ja loogisten verkkorakenteessa olevien laitteiden navigoimiseen. Topologiaavalikko koostuu vasemmalla olevasta puunavigointielementistä ja sen oikealla puolella näkyvästä alueesta, joka näyttää valitun objektin sisällön. Näkymän käsittelystä on tehty hyvin samanlainen kuin Windowsin resurssienhallinnan käsittelystä. (18.)

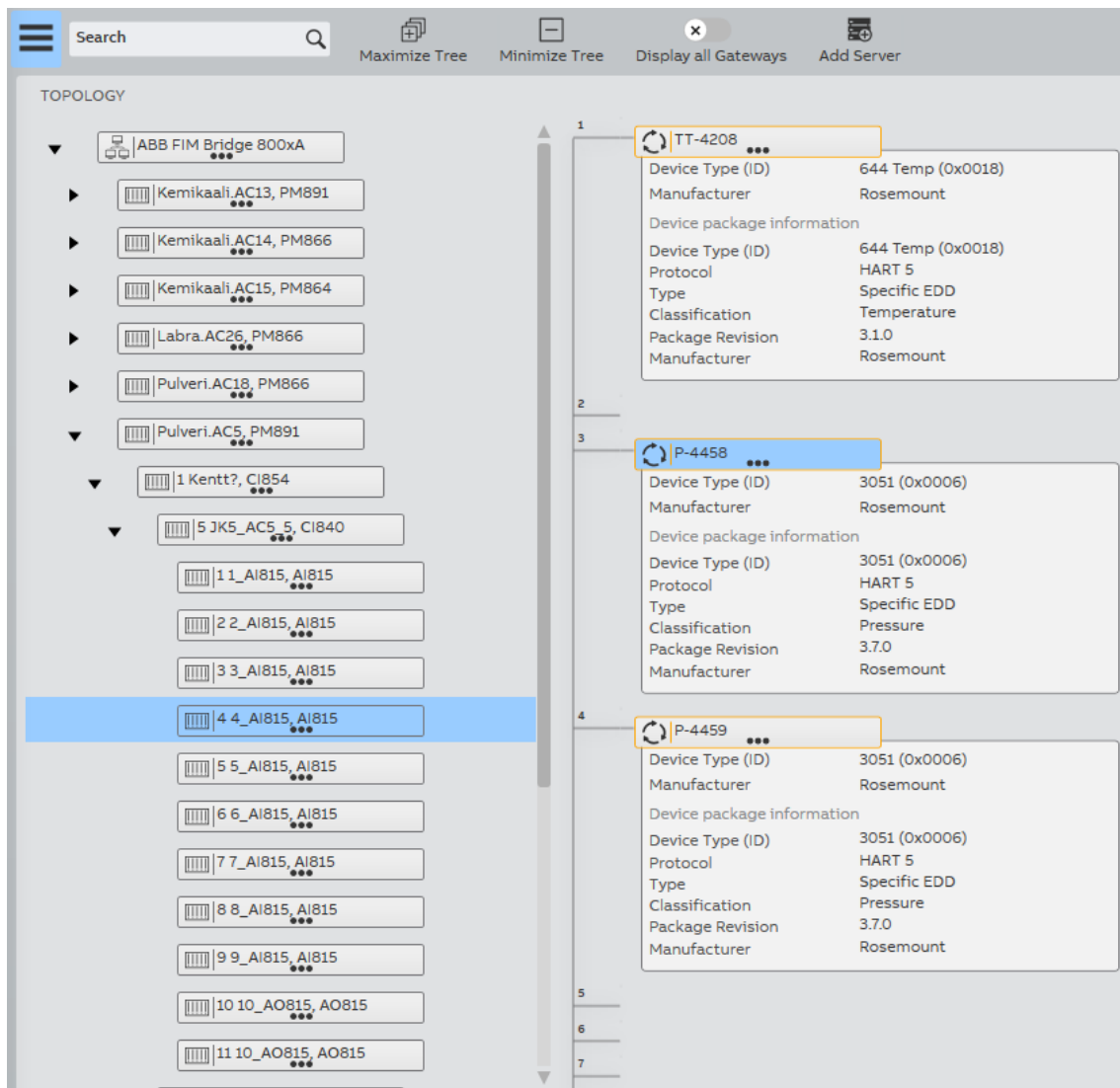
Kuvassa 8 nähdään Jervois Finland Oy:n ABB System 800xA -järjestelmän etusivu Field Information Managerista. Jervoisin automaatioverkko on jaettu kahdeksaan eri AC-prosessiasemaan. Päänäkymästä eli topologiaavalikosta voidaan selata prosessiasemia sekä siirtyä kenttäkaappi-, I/O-kortti- ja kenttälaitetasolle. FIM-järjestelmä löytää HART-väylän avulla AI- ja AO-kortteihin kytettyjä laitteita, jotka ovat HART-yhteensopivia.



KUVA 8. Topologiavalikko.

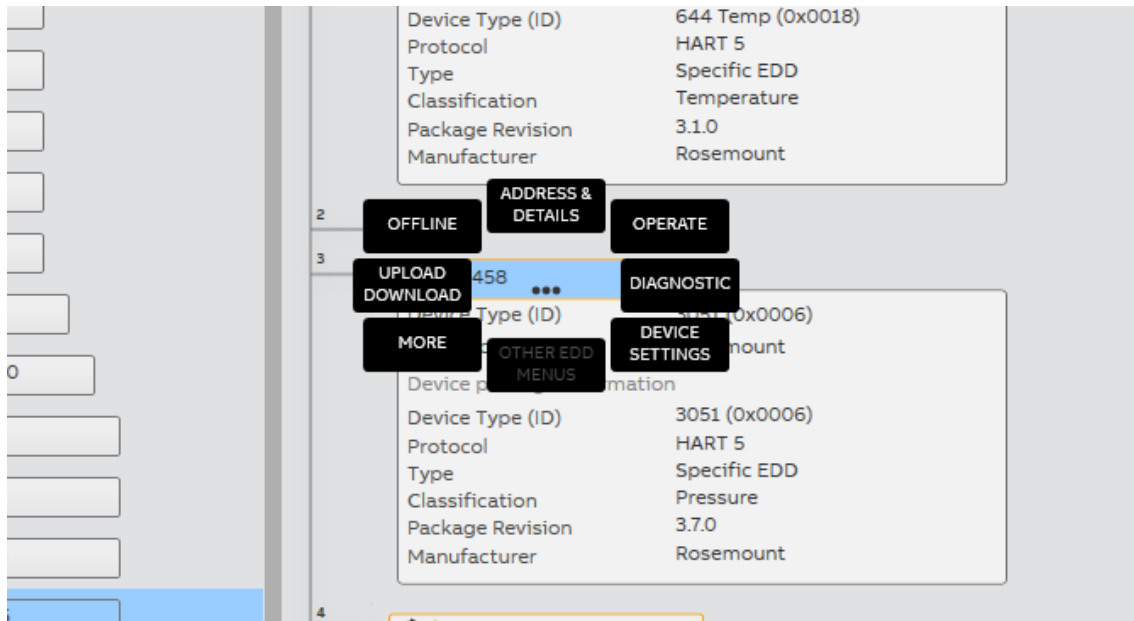
FIM-järjestelmässä on mahdollista tarkastella haluttua kenttälaitetta topologiavalikossa avaamalla kenttälaitteen tiedot hierarkiapolusta. Esimerkiksi Jervois Finland Oy:n Pulverin AC5-prosessiaseman PM891 ja sen alta paljastuu kenttäkaappi JK5, jonka neljännessä kanavasta löytyy AI815 I/O-kortti ja sieltä kenttälaitte P-4458 Rosemountin 3051 -painelähetin (kuva 9). Kenttälaitteen perustietoja on mahdollista tarkastella topologiavalikossa. Kuvan 9 mukaisia perustietoja ovat mm.

- Device type kertoo laitteen nimen.
- Manufacturer kertoo laitteen valmistajan.
- Protocol kertoo laitteessa olevan HART-version, joka on tässä tapauksessa HART versio 5.
- Type kohdassa lukee Specific EDD, joka kertoo, että laitteelle on ladattu spesifi EDD-laitepaketti, jos laitteelle ei ole asennettu pakettia, lukisi tässä kohdassa Generic.
- Classification ilmoittaa laiteluokan.
- Package Revision kertoo ladatun EDD-paketin revisioversion.



KUVA 9. Topologiavalikon hierarkiatasosta avattu laitetaso.

Kenttälaitteista, kuten esimerkiksi 3051 Rosemountin -painelähtimestä, voidaan tarkastella sen osoitetietoja, operointinäkymää, diagnostiikkaa ja laitteen asetuksia (kuva 10). Laitetta on mahdollista testata myös offline-tilassa. Lisäksi laitteelle voidaan tarvittaessa suorittaa lähety- tai lataus-toiminto. Tällä toiminnolla laitteelta on mahdollista lukea tietoa tai laitteelle voidaan lähettää tietoa. Laitteeseen saadaan synkronoituja muutosten jälkeen reaaliaikaseksi tekemällä FIM-järjestelmän kautta laitteelta luku.



KUVA 10. 3051 -painelähettimestä saatavia eri laitetietoja.

4.2 Laitteen perustietojen tarkastelu

Address- ja Details-osiossa on mahdollista tarkastella nopeasti laitteen kaikkia perustietoja, kuten laitteen merkkiä, mallia sekä miltä vuodelta laite on ja mitä EDD-paketteja laite käyttää (kuva 11). Täältä voidaan myös nähdä, jos laitteelle on liitetty sähköisiä dokumentteja.

-DEVICE- P-4458 / ADDRESS & DETAILS

Device Name

Address

Device package information

Device Type (ID)	3051 (0x0006)
Protocol	HART 5
Classification	Pressure
Type	Specific EDD
Package Revision	3.7.0
Supported device revision	3.*
Manufacturer	Rosemount (0x0026)
Manufacturer info	FieldComm Group https://fieldcommgroup.org/registered-products/

ONLINE DEVICE INFORMATION (18)

Tag	P-4458
Description	SPR5 PAINE
Last change	7/8/1998
Message	
Manufacturer (ID)	Rosemount (0x0026)
Device Type (ID)	3051 (0x0006)
Serial no	898566
Device revision	3
HART revision	5
Hardware revision	1
Software revision	163
Configuration changed	No
Lower sensor limit	-635
Upper sensor limit	635
Minimum span	6.351069
Unit	mmH2O
Write protection	No
Final assembly no	7209092

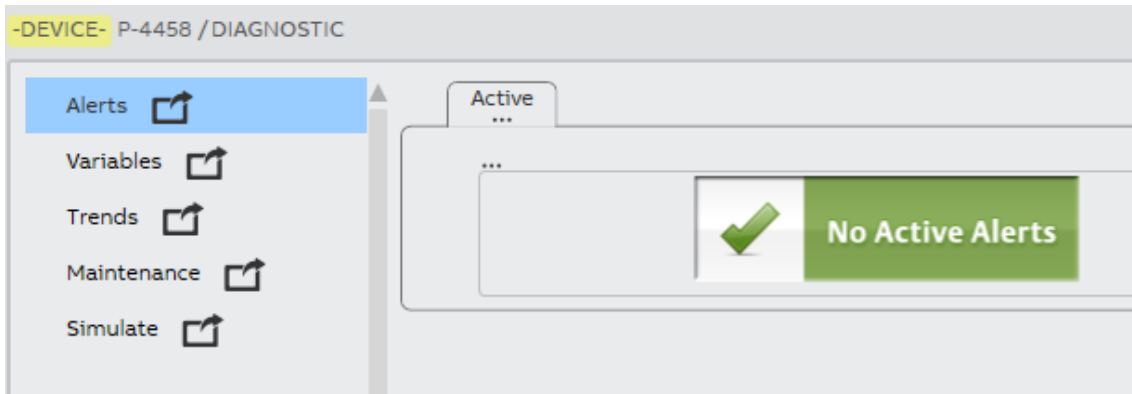
DOCUMENTATION (0)

KUVA 11. Address & Details -sivu laitteesta.

4.3 Diagnostiikka

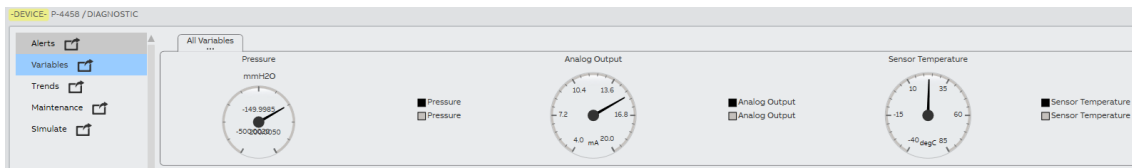
Diagnostiikassa voidaan tarkastella laitteen lähettämiä tietoja HART-tiedonsiirtoprotokollan välityksellä. Nämä diagnostiikassa näkyvät datatiedot vaihtelevat paljon laitteiden välillä, riippuen laitevalmistajan EDD-paketista ja siitä, minkälaisesta kenttälaitteesta on kyse. Joillakin laitteilla diagnostiikkasivulla näkyvät tiedot ovat hyvin pelkistettyjä, kun taas toisilla laitteilla diagnostiikkasivut saattavat sisältää paljonkin dataa laitteesta. Tarkasteltavana olevan P-4458 -painelähtetimen tapauksessa nähdään paljon hyödyllistä diagnostiikkatietoa laitteesta. Laitteen diagnostiikan kautta

voidaan tarkistaa myös laitteen mahdollisesti antamat hälytykset (Alerts). Kuvassa 12 nähdään, että laitteella P-4458 ei ole tarkasteluhetkellä aktiivisia hälytyksiä.



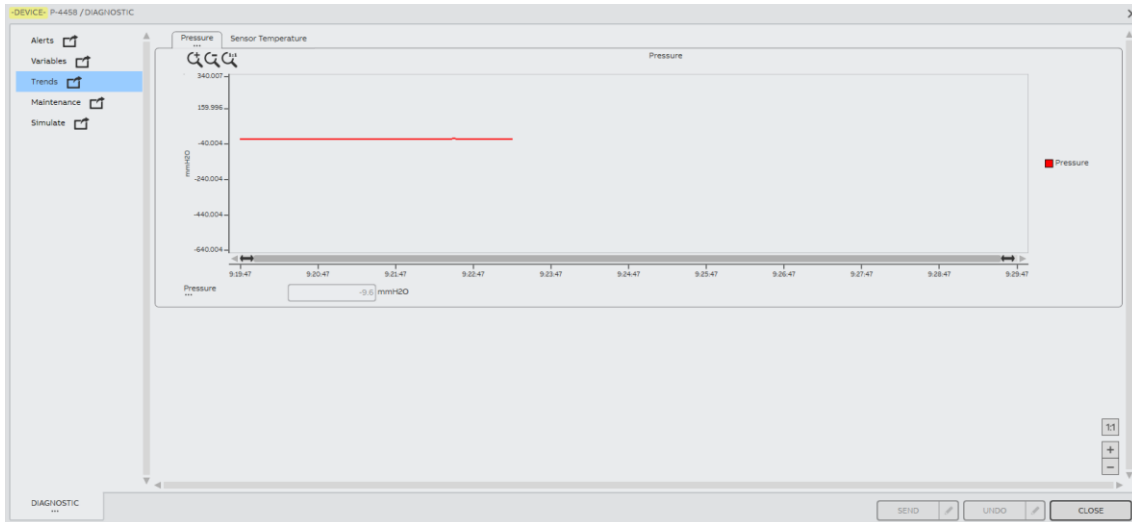
KUVA 12. Laitteen diagnostiikan hälytyssivu.

FIM-järjestelmän kautta on mahdollista tarkastella eri laitteiden mitattavia ja muuttuvia arvoja (Variables). Esimerkiksi painelähtetimen kohdalla voidaan FIM-järjestelmän kautta lukea laitteen lähettämä paine, analog output 4–20mA välillä sekä sensorin antama lämpötila. Kuvassa 13 on Variables-välilehti.



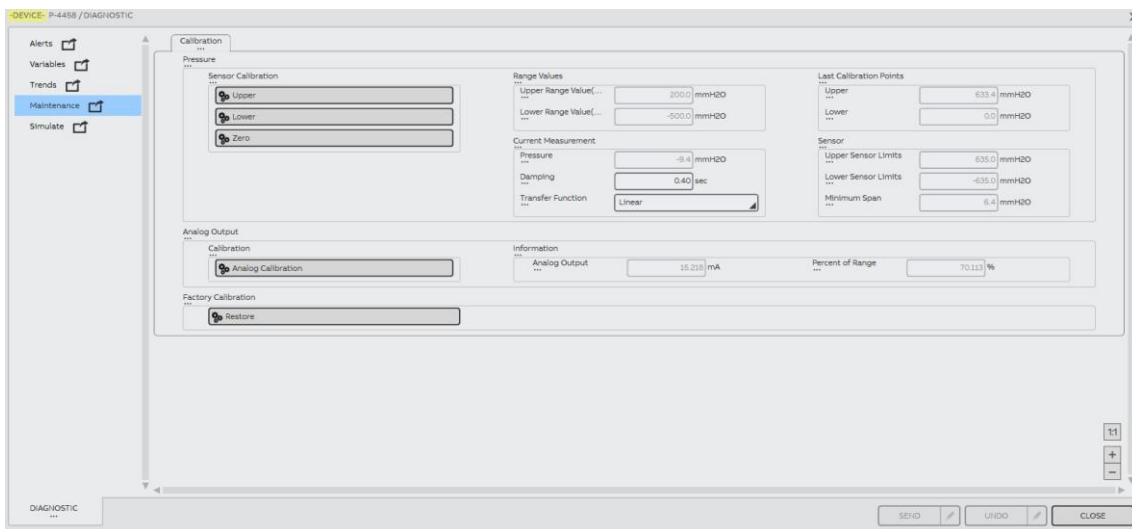
KUVA 13. Laitteen diagnostiikan Variables-sivu.

P-4458 -painelähtetimen mittaaman paineen trendi voidaan nähdä FIM-järjestelmän kautta, mutta tarkempia historiatietokantoja ei Trends-välilehdeltä ole mahdollista tarkastella (kuva 14).



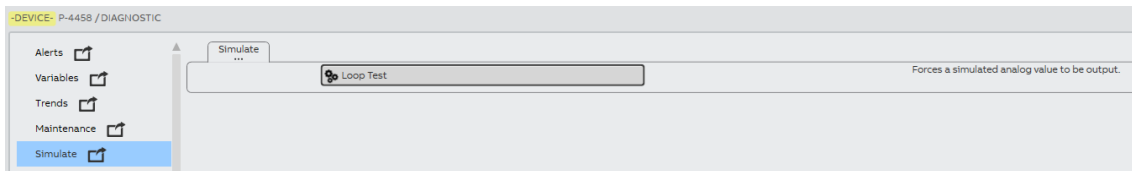
KUVA 14. Laitteen diagnostiikan trendisivu.

Maintenance-osiosta nähdään tarkemmin laitteelle annetut ylä- ja alaraja-arvot sekä kalibroinnin yhteydessä annetut pisteet (kuva 15). Maintenance-osiosta on mahdollista antaa etäyhteydellä laitteelle uusia arvoja ja tehdä laitteen kalibrointi, kuten myös palauttaa tarvittaessa laite takaisin tehdasasetuksiin.



KUVA 15. Laitteen diagnostiikan Maintenance-sivu.

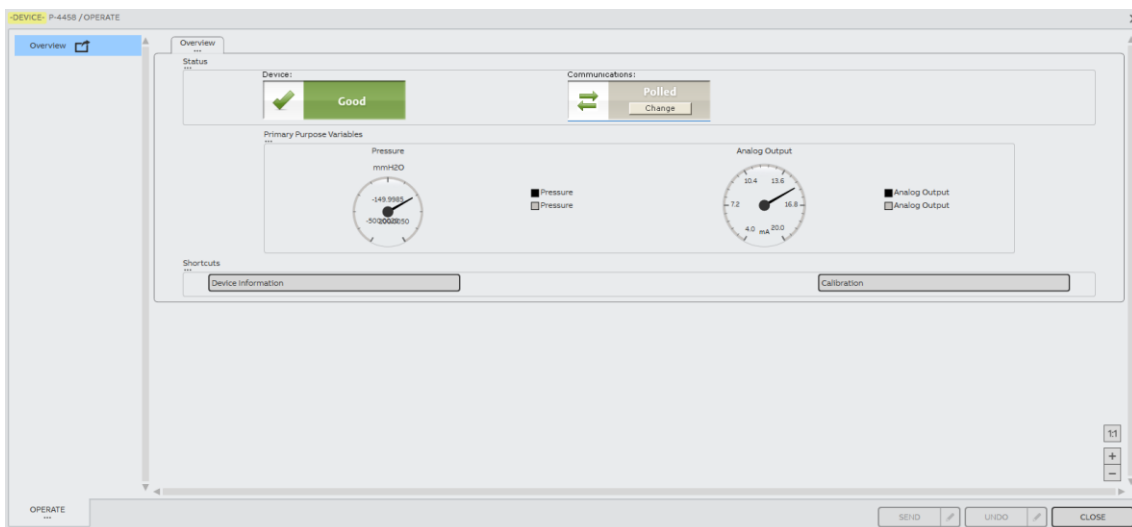
Laitteelle on mahdollista suorittaa myös simulointi loop-testinä (kuva16).



KUVA 16. Laitteen diagnostiikan simulointisivu.

4.4 Operointi

Laitteen operointinäkymä on laitteen yleisnäky FIM-järjestelmässä (Kuva 17). Yleisnäkyästä voidaan tarkastella laitteen perustietoja. Status-kohdasta voidaan tarkistaa, toimiiko laite normaalisti. P-4458 -painelähtetimen kohdalla laitteen operointinäkyästä nähdään paine ja analog output milliampeeri viestinä 4–20 mA -alueella. Myös operointinäkyä kautta voidaan tarkastella laitteen tietoja sekä tarvittaessa suorittaa laitteen kalibrointi.



KUVA 17. Laitteen operointinäky.

4.5 Device Settings

Osa Jervois Finland Oy:n laitekannasta ei tue uudempia revisioita EDD-paketeista. Tällaisten vanhempien laitteiden kohdalla FIM-järjestelmän kautta ei päästä suoraan Operate- ja Diagnostic-näkymään. Näillä laitteilla päästään kuitenkin Device Settings -näkyä (kuva 18). Device Settings -näkyä kautta voidaan tarkastella vanhempien laitteiden tietoja ja tehdä laitteelle tarvittavia muutoksia vastaavasti kuin Operate- ja Diagnostic-näkyä kautta uudemmille laitteille.

Label	Value	Units	Status
Online			
▼ Process variables			
▼ View fid dev vars			
pH	-34.91	pH	The operation completed successfully.
Temp	348.2	°C	The operation completed successfully.
mV	2070	mV	The operation completed successfully.
GI	0	Mohm	The operation completed successfully.
RI	0	kohm	The operation completed successfully.
▶ View PV-Analog 1			
▶ View SV-Analog 2			
▶ View TV			
▶ View 4V			
View status			View status
View alarms			View alarms
▼ Diag/Service			
▶ Test device			
▶ Test Outputs			
▶ Calibration			
Hold mode			Hold mode

KUVA 18. Laitteen Settings -näkyvä.

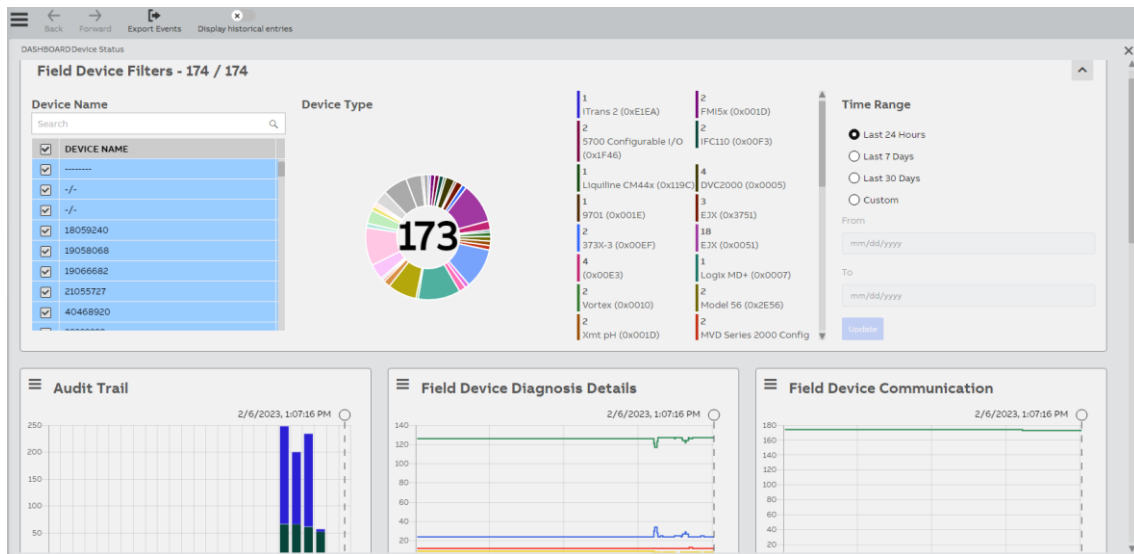
Esimerkiksi QT-4451 -laitteelta löytyy Diagnostic-osio Device Settings -näkyvän sisältä, josta päästään näkemään laitteen lähettämää dataa (Kuva 19).

Label	Value	Units	Status
▶ Output condition			
▼ Device Information			
Tag	QT-4451		The operation completed successfully.
Descriptor			The operation completed successfully.
Message			The operation completed successfully.
Snsr text			The operation completed successfully.
Date	1/1/2990		The operation completed successfully.
▼ Diagnostics			
Diagnostics	Off		The operation completed successfully.
GFH	1000	Mohm	The operation completed successfully.
GFL	20	Mohm	The operation completed successfully.
RFH	140	kohm	The operation completed successfully.
Temp cutoff	23.2	°C	The operation completed successfully.
Cal warn	0	%	The operation completed successfully.
O limit	60	mV	The operation completed successfully.
Temp O offset	-15.0	°C	The operation completed successfully.
mV O offset	28	mV	The operation completed successfully.
▶ Local display			
▶ Review			

KUVA 19. Laitteen Settings-näkyvä.

4.6 Dashboard

FIM-järjestelmässä on Dashboard-sivu, johon on koottu kaikki järjestelmässä olevat laitteet. Dashboard-sivun kautta voidaan esimerkiksi tarkistaa, mitkä laitteet tarvitsisivat huoltoa ja mitkä ovat epäkunnossa tai mittausalueen ulkopuolella. Tällä hetkellä ohjelma ilmoittaa 127 laitteen 174 laitteesta olevan täysin kunnossa. Kommunikaatio toimii 173 laitteen kanssa 174 laitteesta. Näkyvä on tehty selkeäksi ja helposti ymmärrettäväksi, jotta mitään tärkeää ei jäisi huomaamatta (kuva 20).

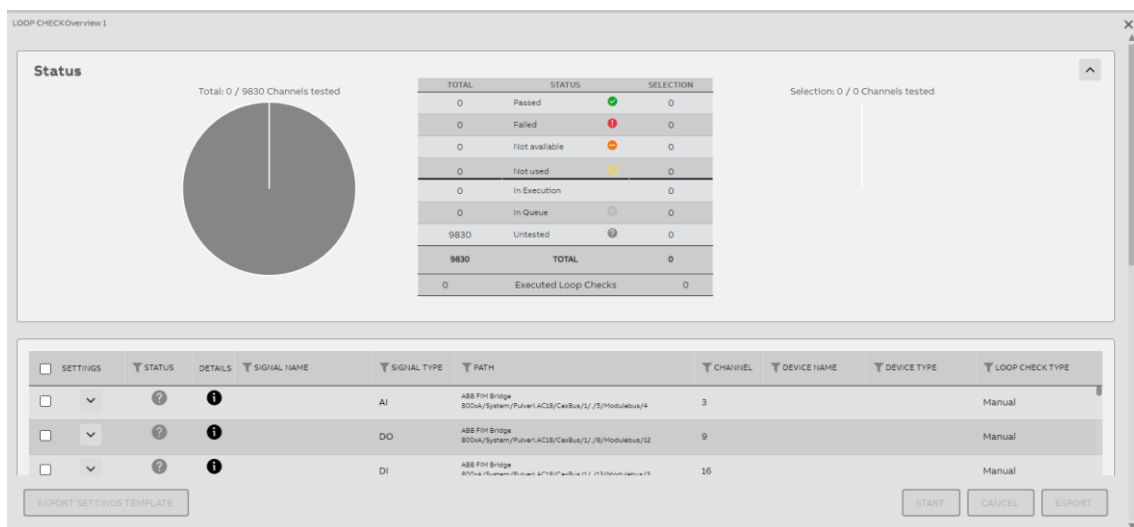


KUVA 20. FIM-järjestelmän Dashboard-näkymä.

4.7 Loop Check

Loop Check -valikko tarjoaa yleiskatsauksen näkyvillä olevien kanavien tilasta (kuva 21), kun taas tarkempaa tietoa varten voidaan suodattaa ja käyttää kanavien valikoimiseen ja konfigurointiin Loop Check -toimintaa. (19.)

Loop Check -toiminnon suorittamisen jälkeen kunkin kanavan tiedot ja suoritettavat testiryhmät voidaan näyttää jokaiselta kanavalta. Mahdollisen epäonnistuneen silmukatarkistuksen jälkeen kunkin testiryhmän lisätietotila tarjoaa mahdollisen syyn ja ehdotetut toimenpiteet tarkistuksen läpiviemiseksi onnistuneesti. (19.)

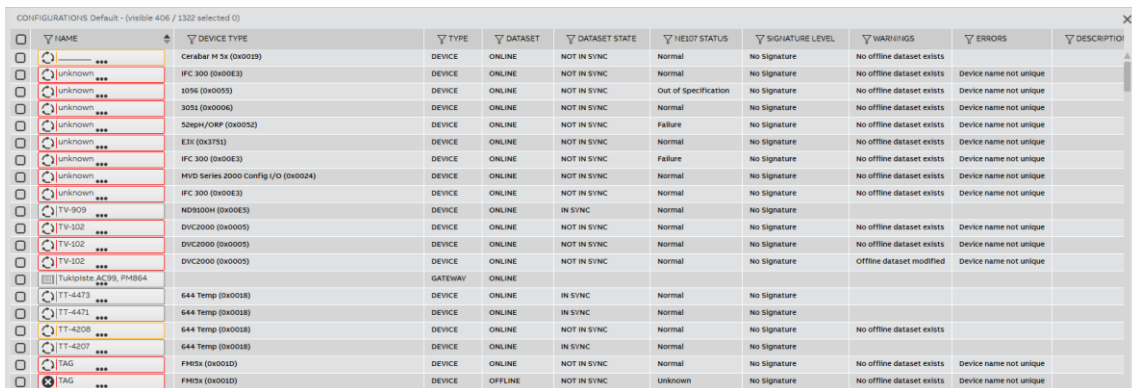


KUVA 21. Loop Check -näkyvä.

4.8 Tagien lisäys FIM-järjestelmään

Osana työtä oli selvittää, kuinka tagien, eli laitteelle annettujen tunnusten, ja muiden tietojen lähettäminen ja lukeminen laitteelle ja laitteelta FIM-järjestelmään onnistuu. Osassa tehtaan automaatiolaitteista ei ole annettu positiotagia laitteelle. Näillä kaikilla tunnuksettomilla laitteilla on kuitenkin olemassa positiotunnus ABB System 800xA -järjestelmässä. ABB FIM-järjestelmän avulla on mahdollista etänä antaa näille puuttuville laitteille tagitunnus. Teimme kokeena kahdelle laitteelle, joille ei ollut vielä ennestään positiota annettu, positiotagin lisäyksen. Ensimmäisessä tapauksessa lisättiin positio HART-kapulalla laitteeseen suoraan kentällä ja nähtiin, kuinka positio päivittyi FIM-järjestelmään. Toisessa tapauksessa lisättiin positio FIM-järjestelmästä ja katsottiin, kuinka se päivittyi kentällä laitteelle, kun menttiin HART-kapulalla laitteeseen kiinni. FIM-järjestelmä on koko ajan väylän avulla yhteydessä kaikkiin laitteisiin HART-yhteyttä hyödyntäen.

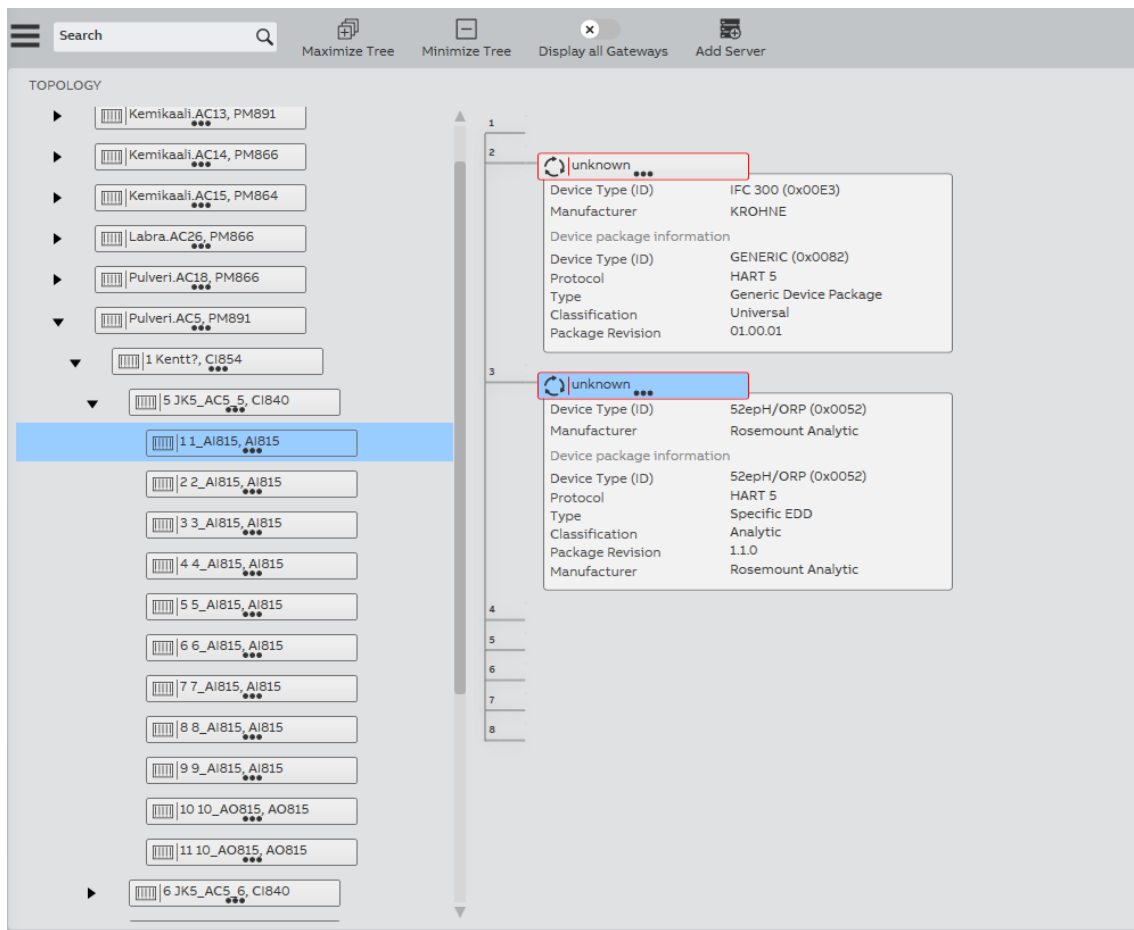
Configuration-sivulla joidenkin laitteiden nimen kohdalla lukee esimerkiksi laitteen mallin nimi, kuten ND9000, LGX520MD tai unknown tai sensor (kuva 22). Tämäntyyppisille laitteille on kuitenkin mahdollista määrittää oikea positio nimeksi.



NAME	DEVICE TYPE	TYPE	DATASET	DATASET STATE	HEI07 STATUS	SIGNATURE LEVEL	WARNINGS	ERRORS	DESCRIPTION
unknown	Cerabar M 5x (0x0019)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists		
unknown	IFC 300 (0x00E3)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	1056 (0x0055)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Out of Specification	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	3051 (0x0006)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	52epH/ORP (0x0052)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Failure	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	E3X (0x3751)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	IFC 300 (0x00E3)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Failure	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	MVD Series 2000 Config I/O (0x0024)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
unknown	IFC 300 (0x00E3)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
TT-909	ND9000 (0x00E5)	DEVICE	ONLINE	IN SYNC	Normal	No Signature			
TT-502	DVC2000 (0x0005)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
TT-502	DVC2000 (0x0005)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
TT-502	DVC2000 (0x0005)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	Offline dataset modified	Device name not unique	
Tukipiste 4409, PM864		GATEWAY	ONLINE						
TT-4473	644 Temp (0x0018)	DEVICE	ONLINE	IN SYNC	Normal	No Signature			
TT-4471	644 Temp (0x0018)	DEVICE	ONLINE	IN SYNC	Normal	No Signature			
TT-4208	644 Temp (0x0018)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists		
TT-4207	644 Temp (0x0018)	DEVICE	ONLINE	IN SYNC	Normal	No Signature			
TAG	FMSx (0x001D)	DEVICE	ONLINE	NOT IN SYNC	Normal	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	
TAG	FMSx (0x001D)	DEVICE	OFFLINE	NOT IN SYNC	Unknown	No Signature	No offline dataset exists	Device name not unique	

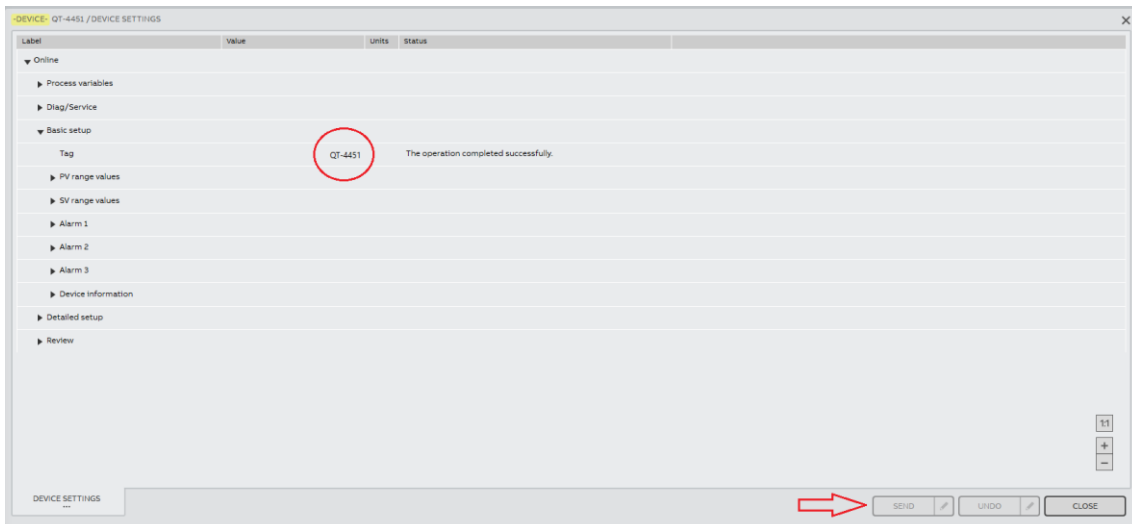
KUVA 22. Configuration-sivu.

Lähtötilanteessa nähdään kaksi laitetta IFC300 ja 52epH, joille ei ole annettu tagipositiota (kuva 23). FIM-järjestelmän kautta näille laitteille annettiin oikeat positiotagit FT-4469 ja QT-4451.



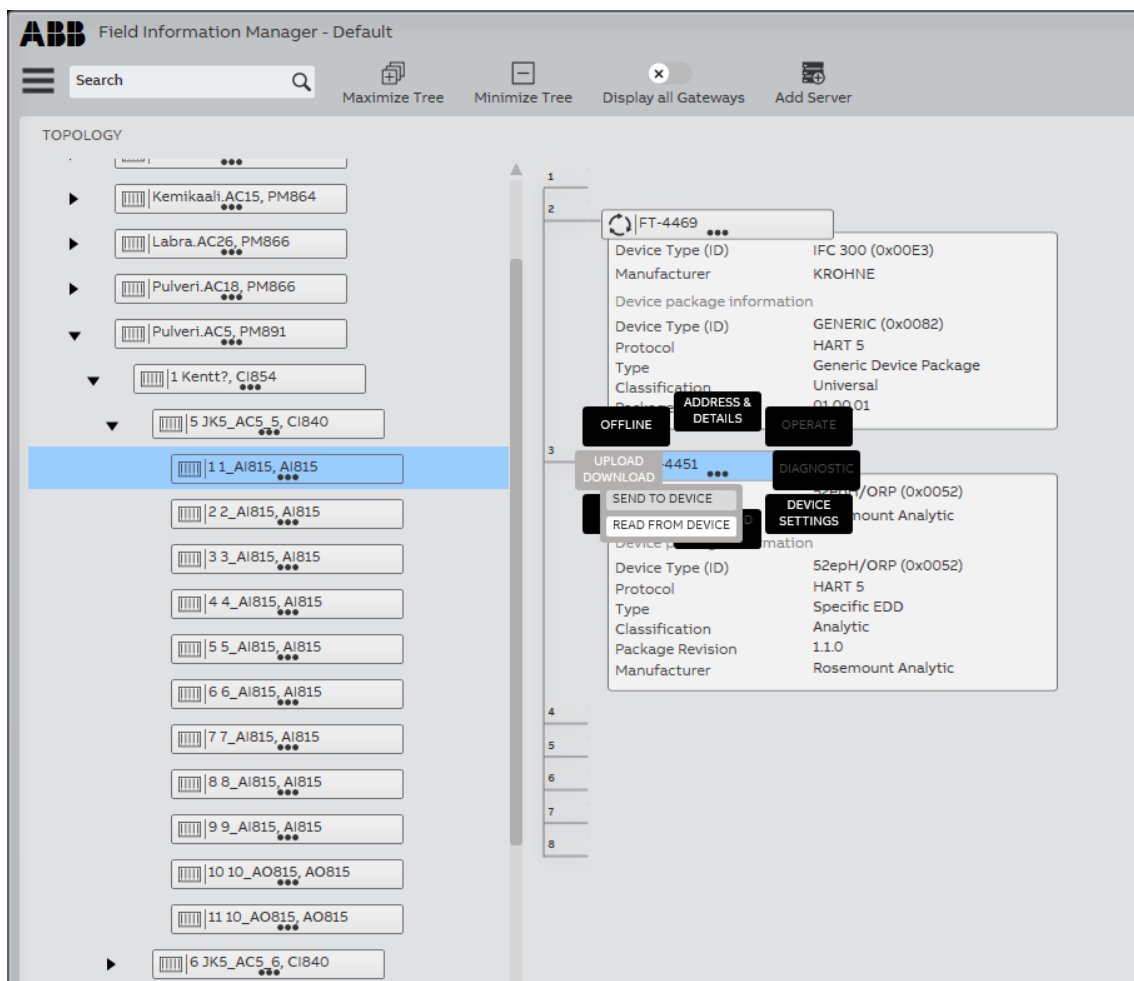
KUVA 23. Topologiavalikko.

Tagin lisäämistä varten tulee mennä FIM-järjestelmän kautta 52epH -laitteen Device Settings -näkykymään ja sieltä edelleen alavalikkoon Basic Setup, josta löytyy Tag-kohta. Tag-kohtaan voidaan kirjoittaa haluttu taginimi laitteelle. Tässä tapauksessa kirjoitettiin laitteelle nimeksi QT-4451 ja sen jälkeen painettiin SEND-nappia, joka lähettää tiedon laitteelle (Kuva 24).



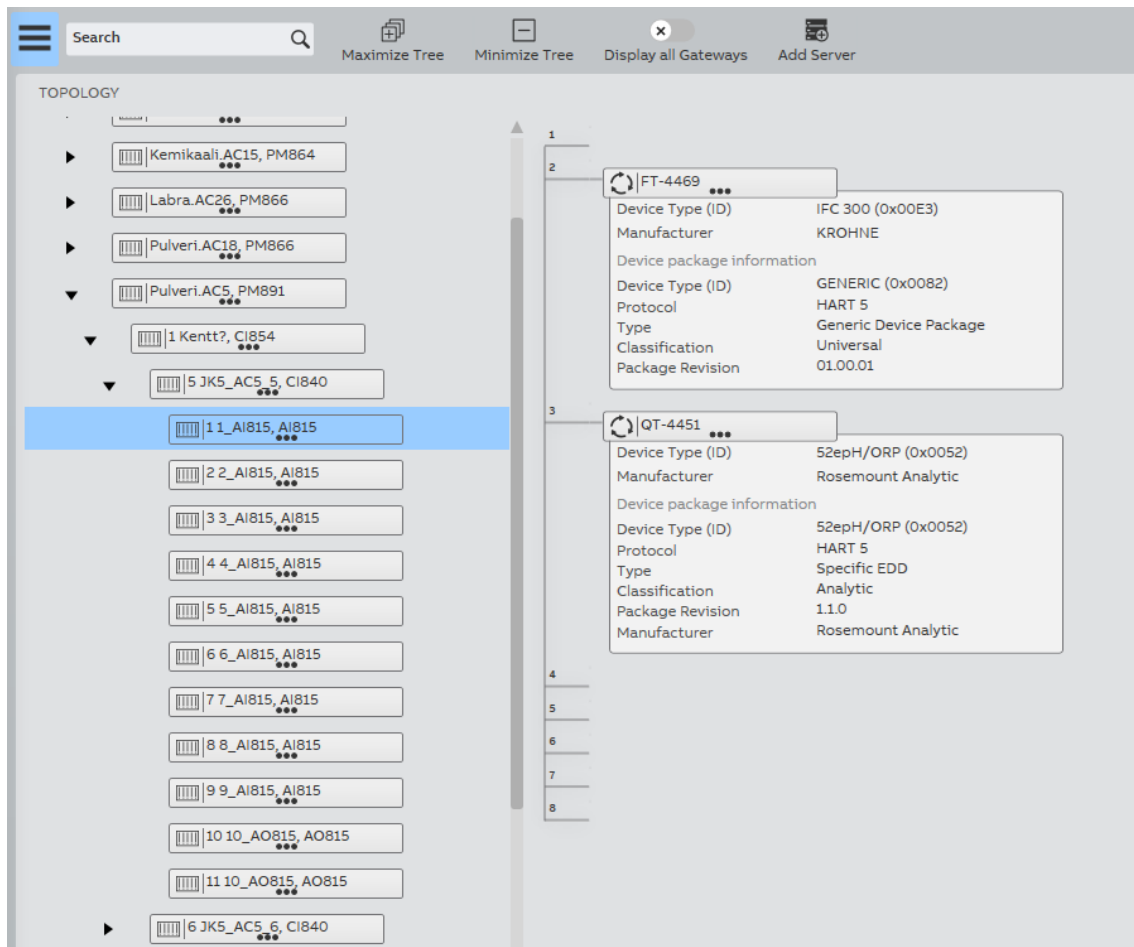
KUVA 24. Laitteen Device Settings -sivu.

Päivitettyjen tietojen lähettämisen jälkeen pitää tehdä vielä Read From Device -synkronointi laitteelta, jotta uusi nimi päivittyy FIM-järjestelmään (kuva 25).



KUVA 25. Topologiavalikko, jossa päästään tekemään laitteen synkronointi.

Lopputuloksena nähdään laitteilla oikeat positiotagit (kuva 26). Tämän esimerkin tarkoituksena on auttaa kunnossapitoa löytämään oikea laite FIM-järjestelmästä, jotta ei vahingossa tarkastella väärän laitteen tietoja ja ennen kaikkea nopeuttaa kunnossapidon työtä.



KUVA 26. Topologiavalikko, jossa annettu positiotunnukset laitteille.

Seuraava vaihe olisi tehdä tämä sama ohjeiden avulla kaikille lopuille laitteille, joilta vielä puuttuu positio laitteelta. Positiotagin lisäästä lopuille laitteille ei kuitenkaan tehty tämän opinnäytetyön yhteydessä. Puuttuvien positiotagin lisääminen vaatisi paljon aikaa ja resursseja, koska laitteille tehtäviä muutoksia tulisi valvoa, jotta päivitysten voitaisiin todeta onnistuneen ongelmitta. Tässä opinnäytetyössä esitettyssä positiotagin lisäämis-esimerkissä ainoana ongelmana havaittiin se, ettei HART-kapulan tulisi olla laitteessa samaan aikaan kiinni, kun laite on valittu FIM-järjestelmän kautta. Tällöin HART-kapula ei saanut yhteyttä laitteeseen. Lisäksi kannattaa kärsivällisesti odottaa muutama minuutti, jotta kaikki tiedot päivittyvät oikein.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tehdä FIM-järjestelmän käyttöönotto ja opas siitä, kuinka järjestelmää on mahdollista käyttää ja hyödyntää kunnossapidon apuna. Automaatiolaitteiden uusien ja päivitettyjen laitepakettien etsiminen ja lataaminen osoittautui työlääksi ja aikaa vieväksi työvaiheeksi. Automaatiolaitteita valmistavat useat eri yritykset, joiden sivuilta laitepaketteja on mahdollista ladata, mutta oikean laitteen ja laitepakettiversion löytäminen saattaa olla haasteellista. Laitepakettien lataamisessa kannattaakin hyödyntää Fieldcommin ylläpitämää sivua, jonne on keskitetty yhteen paikkaan useimpien valmistajien laitepaketit. Fieldcommin kautta laitepakettien lataaminen osoittautui nopeaksi. Fieldcommin sivujen kautta on myös suurella todennäköisyydellä löydettävissä etsityn laitteen oikea laitepakettiversio. Työssä suoritettiin kahdelle laitteelle positiotagin nimeämiset, jotka onnistuivat suunnitellun mukaisesti. Lopuille ilman positiotagia oleville automaatiolaitteille ei positiotagien lisäystä tehty, koska olisi vienyt liikaa aikaa lisätä kymmenille vielä nimeämättömille laitteille positiotagi. Positiotagien lisääminen vaatii tarkkaa seuranta mahdollisten vikatilanteiden varalta, sillä automaatiolaitteet ovat koko ajan kentällä käytössä. Oppaan ohjeita seuraamalla voidaan toteuttaa lopuillekin laitteille tagitunnusten nimeäminen huolellisuutta noudattaen.

Työ oli mielenkiintoinen ja opetti minulle, kuinka automaatioverkot rakentuvat automaatiokenttälaitteelta I/O-korttien kautta prosessiaseman läpi ABB System 800xA -verkossa olevalle tietokoneelle HART-väylää hyödyntäen. Työ vaati tarkkuutta ja huolellisuutta, koska automaatiolaitteet ovat koko ajan käytössä osana tehtaan prosessia. Tulevaisuudessa FIM-järjestelmän hyöty varmasti kasvaa, kun laitekanta uudistuu ja välimatkat kunnossapidon ja tehtaan välillä kasvavat mahdollisten laajennusten myötä. Samalla FIM-järjestelmä voi säästää kunnossapidon aikaa muihin tehtäviin, kun tarpeettomia fyysisiä käyntejä kentällä sijaitseville automaatiolaitteille voidaan vähentää. Työturvallisuusriskitkin voivat vähentyä, kun minimoidaan tuotantotiloissa vietettyä aikaa.

Opinnäytetyö koostui itsenäisestä työskentelystä sekä Jervois Finland Oy:n tiloissa tehdystä osuudesta. Itsenäiseen työskentelyyn kuului työn teoreettinen osuus, mukaan lukien lähdeaineiston tutkiminen ja siihen perehtyminen, kun taas Jervois Finland Oy:n tiloissa tehty osuus sisälsi varsinaista FIM-järjestelmän käyttöönottoa ja opasta koskevan aineiston keräämisen. Apua oli hyvin saatavilla, eikä tarvinnut yksin jäädä pohtimaan ongelmatilanteita. Työn vaiheiden suorittaminen edistyi hyvin projektisuunnitelman aikataulua noudattaen.

LÄHTEET

1. ABB 2017. Preventive Maintenance for Automation. Hakupäivä 1.3.2023. <https://library.e.abb.com/public/b4121a6e1ba54e40beb589c056768a5d/Preventive%20Maintenance%20for%20Automation%20Broch.pdf>
2. STT INFO 2020. Kokkolan suurteollisuusalue - KIP: 75 vuotta teollista tuotantoa. Hakupäivä 7.5.2023. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/kokkolan-suurteollisuusalue--kip-75-vuotta-teollista-tuotantoa?publisherId=65860778&releaseId=69877529>
3. Jervois Finland 2023. Overview. Hakupäivä 18.4.2023. <https://jervoisfinland.com/about/overview/>
4. ABB. About ABB. Hakupäivä 13.3.2023. <https://global.abb/group/en/about>
5. Inductive automation 2020. What is a PLC? Hakupäivä 16.3.2023 <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-a-PLC>
6. Plant Automation Technology. An Overview Of Distributed Control Systems (DCS). Hakupäivä 16.11.2022. <https://www.plantautomation-technology.com/articles/an-overview-of-distributed-control-systems-dcs>
7. ABB. 800xA-verkkotopologiat. Hakupäivä 3.11.2022. <https://new.abb.com/control-systems/fi/system-800xa/hajautettu-800xa-ohjausjarjestelma/system/verkko>
8. ABB 2014. System 800xA System Guide Functional Description. Hakupäivä 11.10.2022. <https://library.e.abb.com/public/d9ce45e2f627f75dc1257dbd0043816c/3BSE038018-600 - en System 800xA 6.0 System Guide Functional Description.pdf>
9. ABB 2013. AC 800M Controller Hardware. Hakupäivä 3.11.2022. <https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510 A en AC 800M 5.1 Controller Hardware.pdf>
10. ABB. S800 I/O. Hakupäivä 8.11.2022. <https://new.abb.com/control-systems/system-800xa/800xa-dcs/hardware-controllers-io/s800-i-o>
11. ABB. S900 I/O. Hakupäivä 8.11.2022. <https://new.abb.com/control-systems/system-800xa/800xa-dcs/hardware-controllers-io/s900-i-o>
12. FieldComm Group. HART Technology Explained. Hakupäivä 16.3.2023. <https://www.fieldcommgroup.org/technologies/hart/hart-technology-explained>
13. Profibus. Field Device Integration (FDI). Hakupäivä 18.10.2022. <https://www.profibus.com/technology/fdi>

14. FieldComm Group. FDI - Field Device Integration. Hakupäivä 18.10.2022.
<https://www.fieldcommgroup.org/technologies/field-device-integration>
15. ABB 2018. ABB Field Information Manager (FIM) Field device integration. Hakupäivä 31.10.2022.
https://library.e.abb.com/public/f634c3ba2b074e29919e00f2f7cdc1d9/AT_MEASUREMENT_006-EN_C.pdf
16. ABB. ABB Ability™ Field Information Manager. Hakupäivä 31.10.2022.
<https://new.abb.com/control-systems/fieldbus-solutions/fim>
17. BR-automation. What is OPC UA? Hakupäivä 31.10.2022. <https://www.br-automation.com/en/technologies/opc-ua/>
18. ABB. Topology View. Hakupäivä 27.2.2023. <https://new.abb.com/control-systems/fieldbus-solutions/fim/faq/device-management/topology-view>
19. ABB. Field Information Manager Loop Check. Hakupäivä 6.2.2023.
<https://new.abb.com/control-systems/fieldbus-solutions/fim/faq/loop-check>