

**Janne Aulosvuo**

# **HART-LAITTEET ABB 800XA -JÄRJESTELMÄSSÄ**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2017**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2017	<b>Tekijä/tekijät</b> Janne Aulosvuo
<b>Koulutusohjelma</b> Tietotekniikka		
<b>Työn nimi</b> HART-LAITTEET ABB 800XA -JÄRJESTELMÄSSÄ		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Ala-Pönttiö		<b>Sivumäärä</b> 42 + 1
<b>Työelämäohjaaja</b> Jani Joki-Hollanti		
<p>Tässä työssä tutkittiin HART-kommunikointia ABB 800xA-järjestelmässä. Tavoitteena oli löytää Boliden Kokkolan instrumentti- ja sähkökunnossapidolle käyttökelpoisia työkaluja kenttälaitteiden kunnossapitoa ja diagnostiikkaa varten. Bolidenilla otetaan vähitellen käyttöön ABB 800xA- järjestelmä ja sen vuoksi HART-tuki lisääntyy järjestelmän puolella. Nykyinen järjestelmä ei tukenut HART-kommunikointia, mutta suuri osa kenttälaitteista sisälsi tuen.</p> <p>Teoriaosuus keskittyy ABB 800xA -järjestelmään ja HART:iin liittyvään teoriaan. Lisäksi käyn läpi hieman kunnossapidon teoriaa, jota voidaan käyttää ominaisuuksien arvioinnissa kunnossapidollisesta näkökulmasta.</p> <p>Työvaiheessa kytkettiin kolme Bolidenin toimittamaa HART-testilaitetta Centria-amk:n koetehtaan (Chemplant) vastaavaan automaatiojärjestelmään. Automaatiojärjestelmän puolella tehtiin tarvittavat asennukset, järjestelmämääritykset sekä HART-konfiguroinnit. Toimivien laitteiden HART- ominaisuuksia testattiin ja arvioitiin kunnossapidollisesta näkökulmasta.</p> <p>Tuloksena saatiin pääpiirteinen asennusopas HART-ominaisuuksien käyttöönottoa varten sekä laitteiden HART-ominaisuuksien esittelyt ja hyödyllisyyden arvioinnit. Laitteiden HART-ominaisuuksissa oli paljon potentiaalia kunnossapidon työkaluiksi esimerkiksi tarkemman diagnostiikkadatan saamiseksi tai etäkonfiguroinnin muodossa. Tätä työtä voidaan käyttää HART-käyttöönoton harkinnan apuna Bolidenilla.</p>		
<b>Asiasanat</b> 800xA, ABB, Asset Monitoring, DTM, HART, I/O, S800		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2017	<b>Author</b> Janne Aulosvuo
<b>Degree programme</b> Information Technology		
<b>Name of thesis</b> HART DEVICES IN AN ABB 800XA AUTOMATION SYSTEM		
<b>Instructor</b> Hannu Ala-Pöntiö	<b>Pages</b> 42 + 1	
<b>Supervisor</b> Jani Joki-Hollanti		
<p>HART communication in an ABB 800xA automation system was researched in this thesis. The aim was to find tools for the field maintenance and diagnostics of field equipment for the instrument and electrical maintenance department of Boliden Kokkola. Boliden will gradually start using the ABB 800xA system and therefore HART support will increase on the system side. The current system does not support HART communication, but most of the field devices contain support for it.</p> <p>The theoretical part of this thesis focuses on the ABB 800xA system and HART related theory. In addition, the thesis discusses some maintenance theory that can be used to evaluate features from a maintenance point of view.</p> <p>During the thesis work, three HART field devices supplied by Boliden were connected to the corresponding automation system of the Centria test plant (Chemplant). On the automation system side, the necessary installations, system configurations and HART configurations were conducted. The features of the HART devices that were in operation were tested and evaluated from the maintenance perspective.</p> <p>As a result, a comprehensive installation guide for HART features was introduced, as well as demonstrations of HART features and utility assessments of the devices. The HART features of the devices had considerable amount of potential as maintenance tools, for example, in obtaining more accurate diagnostic data or in the form of remote configuration. This work can be used to assist with HART deployment at Boliden.</p>		

<p><b>Key words</b> 800xA, ABB, Asset Monitoring, DTM, HART, I/O, S800</p>
--

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AM	Asset Monitoring. Ohjelmisto-osa ABB 800xA järjestelmässä.
AO	Analog Out. Analogia ulostulo.
TAI	Asset Optimization. Ohjelmistolisäosa.
AI	Analog In. Analogia sisääntulo.
CBM	Control Builder M. Ohjelmointityökalu ABB 800xA järjestelmässä.
CPU	Central Processing Unit. Prosessori.
DD	Device Description. HART toimintojen kuvaustiedosto.
DTM	Device Type Manager. HART ajuritiedosto sekä käyttöliittymä. Tässä työssä viitataan lähinnä käyttöliittymään.
EDD	Extended Device Description. HART toimintojen laajempi kuvaustiedosto.
FDT	Field Device Tool. kommunikointirajapintojen integroimisstandardi.
FSK	Frequency Shift Keying. taajuusmodulointimenetelmä, jossa tietty taajuus vastaa nollaa ja toinen taajuus ykköstä.
HART	Highway Addressable Remote Transducer. Kommunikaatio-protokolla, jossa tasavirtaviestin rinnalla kuljetetaan digitaalista tietoa.

I/O	Input/Output. Tarkoittaa tässä työssä laitetta, joka vastaanottaa ja lähettää tietoa, kuten I/O-kortti.
OPC	OLE for Process Control. Tiedonsiirtostandardi.
PSK	Phase Shift Keying. Vaiheeseen perustuva modulaatiomenetelmä.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 HART-PROTOKOLLA</b> .....	<b>2</b>
2.1 HART-kytkentätopologiat.....	2
2.2 HART-viestin rakenne.....	4
<b>3 ABB 800xA -JÄRJESTELMÄ</b> .....	<b>7</b>
3.1 AC 800 M .....	7
3.1.1 CPU.....	7
3.1.2 S800 I/O.....	8
3.2 Control Builder M.....	8
3.3 Plant Explorer Workplace .....	9
3.4 Graphics Builder .....	9
3.5 Asset Optimization .....	10
3.5.1 Asset Monitoring .....	12
3.5.2 Asset Optimization Server.....	13
3.6 FDT/DTM .....	13
3.7 HART -kommunikointi ABB 800xA-järjestelmässä.....	14
<b>4 KUNNOSSAPITO</b> .....	<b>15</b>
Kunnossapitolajit.....	15
<b>5 BOLIDEN-KONSERNI</b> .....	<b>17</b>
Boliden Kokkola.....	18
<b>6 TYÖVAIHE</b> .....	<b>19</b>
6.1 Laitteiden esittely .....	20
6.1.1 Krohne IFC300 elektromagneettinen virtausmittari.....	20
6.1.2 Metso Neles ND9000H -venttiiliasennoitin .....	21
6.1.3 Rosemount 1056 monimuuttuja -analysointori .....	22
6.2 Alkumääritykset .....	23
6.3 Laitteiden käyttöönotto .....	23
6.4 Laitteiden HART-ominaisuudet .....	25
6.4.1 Metso ND9000H .....	26
6.4.2 Krohne IFC300.....	29
6.4.3 Rosemount 1056 .....	31
6.5 DTM-valikkojen käyttö .....	34
6.5.1 DTM:ien käyttö Plant Explorerin kautta .....	35
6.5.2 DTM:ien käyttö valvomonäkymistä .....	36
<b>7 YHTEENVETO</b> .....	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>41</b>

## **LIITTEET**

Liite 1. HART Asset Monitoroinnin sekä HART DTM käytön aloittaminen ABB 800xA 5.1 FP4 järjestelmässä.

### **KUVIOT**

KUVIO 1. Point To Point -kytkentäperiaate.....	3
KUVIO 2. HART Multidrop -kytkentäperiaate.....	4
KUVIO 3. Bolidenin konsernin toimipaikkojen sijainnit.....	17
KUVIO 4. Chemplantin ABB 800xA -järjestelmän periaatekuva.....	19
KUVIO 5. Oikeuksien jakaantuminen käyttäjäryhmille sekä 800xA:n DTM-operaatioille.....	35

### **KUVAT**

KUVA 1. Näkymä Graphics Builderista.....	10
KUVA 2. Maintenance Workplace 2.....	11
KUVA 3. Asset Viewer ModuleBus:in aspekteissa.....	12
KUVA 4. Krohne IFC 300.....	20
KUVA 5. Metso ND9000.....	21
KUVA 6. Rosemount 1056 pH/Redox-mittari.....	22
KUVA 7. Metson asennoitin kytkettynä AO895 I/O-kortin 1. kanavaan.....	24
KUVA 8. HART-laitteet lisättynä I/O-korttien alle Plant Explorerissa.....	25
KUVA 9. Asset Monitorin valvomat laitteen vikaparametrit DTM kautta katsottuna.....	29
KUVA 10. Ote Asset Monitorin Conditions-välilehdeltä.....	31
KUVA 11. Rosemountin DTM valikon yleisilme.....	32
KUVA 12. Itsediagnostiikkänäkymä.....	33
KUVA 13. DTM:n “Check Device”.....	34
KUVA 14. Kokonaisnäkymä Plant Explorerista, jossa Metson DTM auki.....	36
KUVA 15. Esimerkkejä mahdollisista painikkeista valvomonäkymissä.....	37
KUVA 16. Faceplate, johon linkitetty Device Management-painike.....	37

### **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. HART-viestin rakenne.....	4
---------------------------------------	---

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli tutkia HART-kommunikaation käyttöönoton hyötyjä Boliden Kokkolan instrumentti- ja sähkökunnossapidon päivittäisessä työssä. Tällä hetkellä Bolidenilla uusitaan eri osastojen vanhentuvaa laitteistoa, jolloin HART-tuki tulee laajentumaan osastoittain. Bolidenilla käyttöönotettava järjestelmä on ABB 800xA, johon tämä työ tehtiin ja jossa HART tuki tulee olemaan.

Päätavoitteina oli löytää keinoja helpottamaan laitteiden vikaantumisen ennakoitavuutta, saada enemmän työkaluja laitteiden kunnonvalvontaan sekä tutkia etäkonfiguroinnin tuomia hyötyjä. Yhtenä toiveena oli, että saadusta HART-datasta voitaisiin luoda esimerkiksi hälytysnäyttöjä tai -listoja instrumenttikunnossapidon työtä helpottamaan. Tehtaan kenttälaitteista merkittävä osa tukee HART:ia, jolloin oli myöskin luontevaa lähteä tutkimaan sen hyödyntämistä tuen lisääntyessä järjestelmän puolella. HART:in käyttöönotto vaatii käytännössä uusien I/O-korttien myötä ainoastaan ohjelmistopuolella konfigurointia, minkä vuoksi käyttöönottokulut pysyvät maltillisina ja käyttöönotto houkuttelevana.

HART-tekniikka on ollut markkinoilla jo hyvin pitkän ajan, jo 1980-luvun loppupuolelta. Alunperin se kehitettiin lankapuhelimien soittajätietojen välittämiseen. Tekniikkaa on sittemmin jatkokehitetty teollisuusympäristöön soveltuvaksi. Tekniikan on ennustettu jo vanhenevan useampaan kertaan, ja sen käyttöönotto on ollut osittain senkin vuoksi hidasta. Käytännössä teollisuudessa laajasti käytössä oleva milliampeeriviestintä ei ole syrjäyttänyt paikkaansa, jolloin sen päällä kulkeva HART-kommunikaatio on yhä edelleen potentiaalinen ratkaisu.

Opinnäytetyön käytännön osuuden suoritin Centria-ammattikorkeakoulun koetehtaan (Chemplant) tiloissa, koska siellä oleva ABB 800xA -järjestelmä vastaa Bolidenilla olevaa. Boliden toimitti testilaitteiksi kolme erilaista kenttälaitetta, jotka ovat Bolidenilla yleisiä. Näin ollen tämä työ ja tulokset pohjautuvat näiden kolmen laitteen ominaisuuksien pohjalta tehtyihin havaintoihin, mutta ovat silti yleistettävissä muihinkin HART-laitteisiin, koska testilaitteiden HART-ominaisuudet olivat hyvin kattavat. Käytännön osuudessa asensin laitteet fyysisesti järjestelmään, tein asennukset sekä tutkin laitteiden ja ABB 800xA järjestelmän HART-toiminnollisuuksia. Tätä työtä voidaan käyttää Bolidenilla HART käyttöönoton kannattavuuden sekä hyödyntämistapojen arvioinnissa.



## 2 HART-PROTOKOLLA

HART -lyhenne tulee sanoista Highway Addressable Remote Transducer ja tarkoittaa maailmanlaajuisia protokollaa, jolla lähetetään ja vastaanotetaan digitaalista informaatiota 4-20mA-tasavirtaviestin rinnalla. Iso osa nykyisistä automaatio-ohjausjärjestelmistä käyttää vielä 4-20mA-virtaviestintää, minkä vuoksi HART on helppo ottaa käyttöön vanhoissakin järjestelmissä. Sitä käytetään yli 30 miljoonassa laitteessa ympäri maailman. HART-dataa luetaan signaalijohtimista joko kannettavalla käsikommunikaattorilla tai järjestelmästä suoraan. (HART Communication Foundation 2014.)

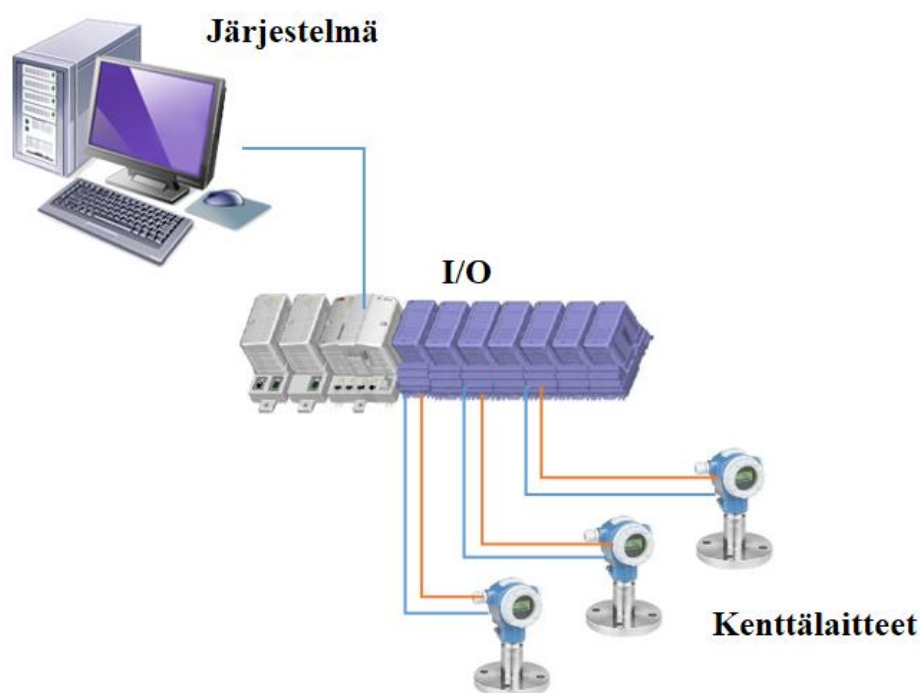
HART käyttää koodaustapana Frequency Shift Keying (FSK)-tekniikkaa, joka pohjautuu Bell 202 -tietoliikennestandardiin. Alkujaan Bell 202 on kehitetty lankapuhelimien soittajätietojen näyttämiseen. HART kommunikointi toimii isäntä - renki-kommunikoinnilla, jossa laite vastaa ainoastaan isännän pyynnöstä, ja on Half-Duplex-tyyppistä, eli kahdensuuntaista, mutta yhteen suuntaan kerrallaan. HART sallii kuitenkin kaksi isäntälaitetta yhdessä virtapiirissä, jolloin HART laitetietoja pystytään lukemaan automaatiojärjestelmän lisäksi myös esimerkiksi käsilukulaitteella samanaikaisesti. (HART Communication Foundation 2014.)

Digitaalisignaalin muodostaa kaksi taajuutta, 1200 Hz ja 2200 Hz, jotka merkitsevät bittejä 1 ja 0. Nämä siniaallot kuljetetaan analogivirtaviestikaapeleissa normaalin virtaviestin päällä. Digitaalinen signaali ei häiritse analogista virtaviestiä, koska digitaalisen signaalin keskiarvo on nolla. Kommunikointi tapahtuu nopeudella 1200 bps, mikä mahdollistaa kahden tai useamman tilapäivityksen sekunnissa. Nopeutta rajoittaa kentälaitteessa tapahtuva digitaali-analogimuunnos sekä isäntälaitteessa tapahtuva analogi-digitaalimuunnos. HART-revisiossa 6 ja 7 on mahdollisuus Phase Shift Keying (PSK) -tekniikkaan, jolloin nopeudet nousevat 9600 bps, mutta tekniikka vaatii tuen laitteilta, eikä sitä ole otettu käyttöön laajasti. (ABB:n TTT-käsikirja, 2007; HART Communication Foundation 2014; Application Guide; Nyce 2016, 112.)

### 2.1 HART-kytkentätopologiat

#### Point To Point

HART-laitteet voidaan kytkeä kahdella eri kytkentätopologialla. Yleisin tapa on *Point-To-Point*, jossa 4-20mA-signaalijohdinta käytetään HART-tiedon kuljettamiseen normaalin virtaviestin rinnalla. Point-To-Point-yhteystapaa voidaan käyttää esimerkiksi suoraan automaatiojärjestelmän I/O-korttien, multiplexerin tai käsilukulaitteen kautta. Käyttönotettaessa Point-To-Point-yhteydellä toimivaa kommunikaatiota täytyy huomioida piirin resistanssi, jonka täytyy olla HART-kommunikoinnin aikaansaamiseksi vähintään 250 ohmia. Toinen huomionarvoinen seikka on varsinkin pitkillä kaapelivedoilla tai jos piirissä on virtamittareita yms. suurin sallittu RC aikavakio on 65µs. (HART Application Guide 2005; Application Guide, 4.)

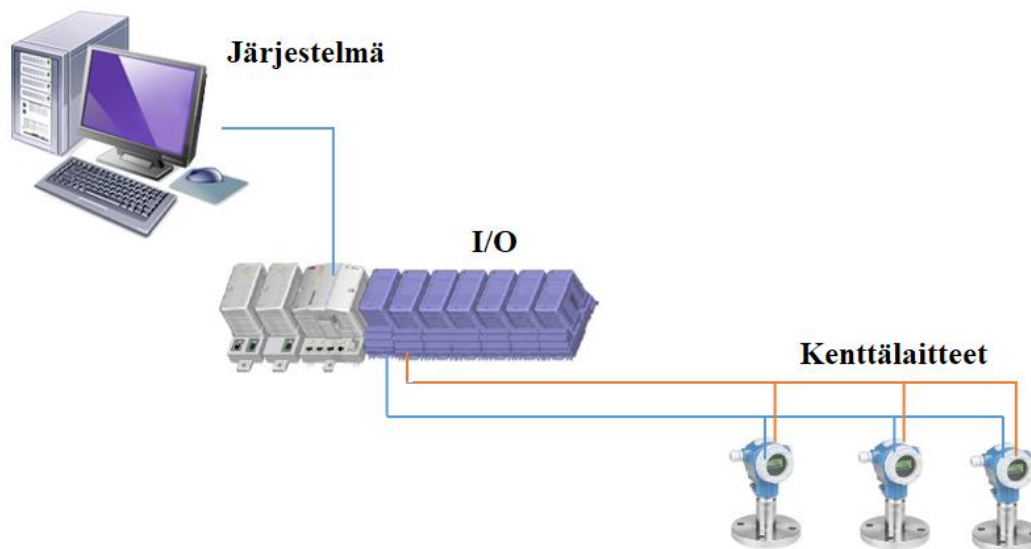


KUVIO 1. Point To Point -kytkentäperiaate

## Multidrop

*Multidrop*-tilassa kaikki HART-kenttälaitteet ovat kytkettyinä samaan virtapiiriin, jossa liikkuu pelkästään digitaalista HART-dataa. Kenttälaitteet saavat käyttövirran joko kaapeleissa kulkevasta 4mA vakiovirrasta tai ulkoisesta virtalähteestä. Multidrop ei sovi aikakriittisiin sovelluksiin, koska päivitysnopeus laskee kytkettyjen laitteiden määrän mukaan. Suurempi määrä laitteita ketjussa lisää viivettä. HART-revisio 5 tai vanhempi tukee korkeintaan 15 laitetta ketjussa ja revisio 6:ssa tai 7:ssä korkeintaan

63 laitetta. Käytännössä näihin maksimilaitemääriin pääseminen on hankalaa johtuen laiteketjun suunnittelun vaikeudesta sekä virtakuormituksista. Esimerkkinä passiivi- ja aktiivilaitteiden yhteensovittaminen ketjussa vaatii mm. johdotuksen sähköominaisuuksien, laitteiden käynnistysvirtojen, käynnistysjännitteiden sekä virtalähteiden sähköominaisuuksien huomioimista. (HART Application Guide 2005, 6; Application Guide, 2)



KUVIO 2. HART Multidrop -kytkentäperiaate

## 2.2 HART-viestin rakenne

HART-viesti koostuu useasta tavuosasta, joilla on oma merkitys kommunikoinnissa. Yksi tavu sisältää 8 bittiä.

TAULUKKO 1. HART-viestin rakenne.

TAVUOSA	PREAM- BLE	START	ADDRESS	EXP	COM	BCNT	DATA	CHECK
<b>PITUUS TAVUINA</b>	5-20	1	1 tai 5	0-3	1	1	0-255	1

Preamble:	HART-viestin alkuosa, jolla tahdistetaan kommunikointi. Kaikki bitit ovat arvoltaan 1.
Start Character:	Ilmaisee yhteyden tyyppin. Esimerkiksi isäntä-renki tai renki-isäntä. Ilmaisee lisäksi osoitteen pituuden: lyhyt kehys tai pitkä kehys.
Address:	Sisältää isäntäosoitteen yhdellä bitillä. 1 ensisijaisella isännällä ja 0 toissijaisella isännällä. Siitä seuraavana renkiosoitteen, joka on ilmaistuna joko lyhyessä kehysmuodossa (4bit, ”polling” osoite 0-15) tai pitkässä kehysmuodossa (38 bittiä, sisältäen uniikin laite identifiointiosoitteen sekä bitin rengin pusketilän ilmaisuun).
Expansion Field:	Antaa 3 lisätavua Address ja Command -osien väliin. Esitelty HART 6 versiossa, mutta käyttökohteita ei ole määritelty.
Command:	Sisältää HART-laitekomennon. Universaalit komennot ovat 0 ja 30 välillä, yleiset komennot 32 ja 126 välillä sekä laitekohtaiset komennot 128 ja 253 välillä. HART 6 versiossa esiteltiin laajennetut 16-bittiset komennot, jolloin Data-osasta 2 ensimmäistä tavua varataan komennoille.
Byte Count:	Ilmaisee tavujen määrän tulevissa Status- sekä Datakentissä, jolloin vastaanottava laite tietää milloin viesti loppuu. HART-viestissä ei erikseen ole tiettyä lopetustavua, jonka vuoksi tarvitaan tulevien tavujen määrän ilmaiseva tavu.
Status Field:	Vastausviestissä käytettävä informaatiolohko. Sisältää tietoa kommunikatiovirheistä, vastaanotetun viestin kuittauksen sekä laitekohtaisen tilatiedon.
Data Field:	Datakenttä on tai ei ole käytössä riippuen käytetystä komentotyyppistä. Datakentän pituus on myös riippuvainen käytetystä komennosta; esimerkkinä universaalit ja yleiset komennot käyttävät korkeintaan 33 tavun verran dataa.

Laitekohtaiset komennot saattavat vaatia enemmänkin datatavuja, mutta kuitenkin korkeintaan 255 tavun verran, koska Byte Count -tavuun ei mahdu enempää bittejä.

Checksum:

Pariteettibitti, joka ilmaisee viestin eheyden. Bitin arvo määrittyy koko HART-viestin tavujen pariteettibittien parillisuuden mukaan. Jos pariteettibitti poikkeaa viestin biteistä, voidaan olettaa yhteydessä olleen häiriötä. (Bowden 2009.)

### **3 ABB 800xA -JÄRJESTELMÄ**

ABB 800xA on kokonaisvaltainen prosessiautomaatiojärjestelmä. Sen tarkoituksena on yhdistää kaikki keskeiset automaatiojärjestelmän ominaisuudet yhteen operointi- ja ohjelmointiympäristöön. (ABB 2013e, 33–34.)

Keskeinen järjestelmän konsepti on Aspect Object -arkkitehtuuri, joka integroi ohjelmat ja niiden tuottaman datan samoihin näkymiin. Tiettyyn laitteeseen tai objektiin liitetty data seuraa sitä mukana applikaatiosta toiseen ilman, että käyttäjän tarvitsee tallentaa sitä useaan paikkaan. Tätä informaatiokeskeistä navigaatiomallia voidaan muokata soveltuvaksi eri käyttäjäryhmille, kuten operaattoreille, huoltohenkilöstölle tai suunnittelijalle. Näin eri käyttäjäryhmät voivat keskittyä vain työn kannalta oleellisiin ympäristöihin ja näkymiin, mikä lisää tuottavuutta. (ABB 2013e, 35-36)

#### **3.1 AC 800 M**

AC 800 M on ABB:n modulaarinen lippulaivaprosessiasema. Modulaarisuutensa vuoksi sitä pystytään muokkaamaan omien tarpeidensa mukaisiksi ja se käy siis pieniin, että suuriin ohjauksiin. Prosessiasemaan kuuluu CPU, kommunikaatiomoduuleja eri protokollille, S800 I/O moduuleja sekä virtalähteitä. Kaikki nämä moduulit kiinnittyvät helposti DIN-kiskolle. AC 800 M prosessiasema tukee useita eri kommunikaatioprotokollia erilaisten moduulien kautta, esimerkiksi PROFIBUS DP, FOUNDATION Fieldbus, RS-232C Interface, TRIO Fieldbus Interface tai PROFINET IO Interface. (ABB 2009.)

##### **3.1.1 CPU**

CPU-tyyppien ominaisuudet vaihtelevat mm. RAM-muistin määrän, moduulipaikkojen, suorituskyvyn sekä I/O kapasiteettinsa mukaan. Chemplantissa käytössä oli PM861 CPU -yksikkö. Sen automaatiojärjestelmän I/O oli hajautettuna kolmeen eri fyysiseen paikkaan käyttäen optisia TB820 -klusterimoduuleja, joilla I/O:n paikka ei tarvitse olla prosessorin yhteydessä. CPU:n voi myös kahdentaa, jolloin järjestelmässä on varalla toinen vastaava CPU, joka ottaa prosessinohjauksen hallintaansa ensisijaisen

CPU:n vikaantuessa. Kahdentaminen ei vaikuta ohjelmointiin eikä kommunikointiin ja CPU:n vaihto ei aiheuta tyypillisesti kuin alle 10ms viiveen prosessinohjaukseen. (ABB 2013a.)

### 3.1.2 S800 I/O

S800 I/O on ABB:n modulaarinen I/O järjestelmä, joka kommunikoi prosessorin kanssa PROFIBUS-DP/DPV1:n tai suoraan ModuleBus:in kautta. Järjestelmä koostuu kenttäväyläkommunikaatiomoduuleista, Modulebus-modeemeista, S800 I/O-moduuleista sekä Module Termination Uniteista (MTU), jotka ovat pohja-alustoja varsinaisille I/O-kortteille ja ne hoitavat virransyötön ja dataliikennöinnin CPU:lle. S800-sarjan I/O sisältää eri ominaisuuksilla varustettuja Analog In, Analog Out, Digital In sekä Digital Out kortteja. Chemplantissa käyttämäni I/O-kortit (AI895 ja AO895) olivat Ex-tilaluokiteltuja ja HART-läpivientiiä tukevia. HART-läpivientiiä tukevia S800 I/O-kortteja ovat AI815, AO815, AI845, AO845, AI880, AI895 sekä AO895. (ABB 2009, 12; ABB 2013d.)

## 3.2 Control Builder M

Control Builder M on AC 800M:n konfigurointiin tarkoitettu Windows-pohjainen ohjelmointityökalu. Ohjelmistolla voidaan toteuttaa haastaviakin ohjauksia ja uudelleenkäytettävien kirjastojen avulla ohjelmointityö on tehokasta. Tuki ohjelmointikielille on IEC 61131-3 standardin mukainen. (ABB)

Tuetut ohjelmointikieliet:

- Instruction List (IL)
- Structured Text (ST)
- Function Block Diagram (FBD)
- Sequential Function Chart (SFC)
- Ladder Diagram (LD).

Tässä työssä CBM:n kautta tehtiin rautatason määritykset laitteille. Laitteille luotiin omat muuttujat, jotka linkitettiin oikeisiin I/O kanaviin. CBM:n kautta pystyttiin myös pakottamaan (simuloimaan) lähtöjä ja tuloja.

### 3.3 Plant Explorer Workplace

Plant Exploreria käytetään Aspect Objektien luomiseen, poistamiseen sekä organisointiin ABB 800xA -järjestelmässä. Plant Explorer järjestää tehtaan kaikki laitteet sekä muun kokonaisuuden hierarkkisiin struktuureihin, jotka näyttävät aspektit eri tarpeisiin sopivalla tavalla. Esimerkiksi Location Structure listaa aspektit niiden fyysisen sijainnin perusteella tehtaalla, kun taas Control Structuresta saadaan verkkonäkymä, jossa laitteet ovat järjestettynä niiden verkkotopologian mukaisesti. (ABB 2013e, 75-76)

Kaikki tehtaan laitteet, venttiilit, moottorit jne. näytetään Plant Explorerissa Objekteina. Objektit sisältävät kaikki laitteeseen liittyvät tiedot, eli aspektit. Aspekteja voivat olla esimerkiksi prosessigrafiikat, asetusvalikot tai laitteen dokumentaatio. (ABB 2013e, 76)

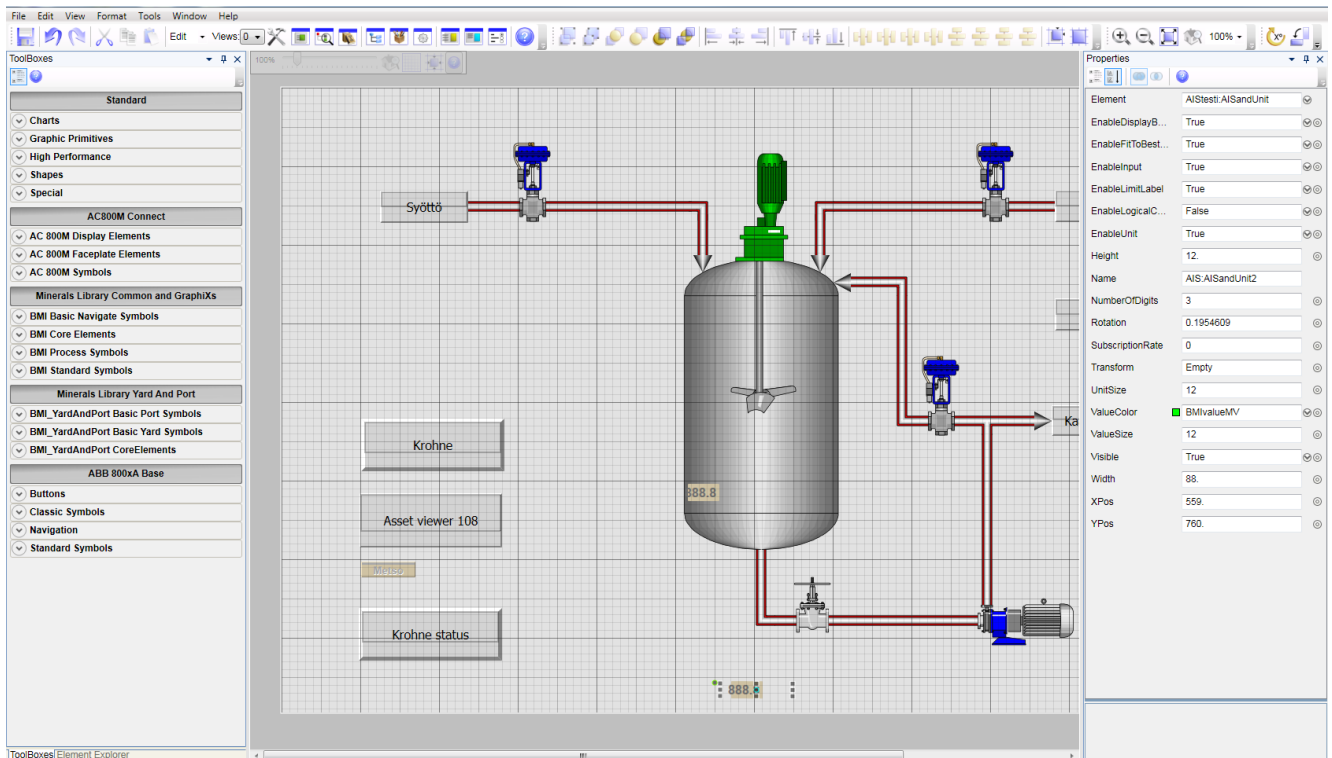
Tässä työssä kaikki HART-konfigurointi tehtiin Plant Explorerin kautta. HART:in käyttöönottovaiheessa I/O-kortin alle luotiin Aspect Objekti, eli fyysinen laite, kuten virtausmittari. Objekti sisältää HART aspektit, joiden avulla HART-ominaisuuksia muutetaan ja käytetään.

### 3.4 Graphics Builder

Graphics Builder on ABB 800xA -järjestelmässä käytetty grafiikka-aspektien muokkaustyökalu. Sillä voidaan tehdä muokkauksia valvomonäyttöihin, graafisiin elementteihin tai Faceplateihin. (ABB 2013b, 29)

Työkalulla on mahdollista linkittää lähes mitä vain aspektien ominaisuuksia, esimerkiksi painikkeisiin tai numeronäyttöihin. Tässä työssä tein painikkeet Graphics Builderilla laitteiden Device Management -aspekteihin, jolloin laitteen DTM-näkymiin päästiin suoraan valvomonäkymästä.





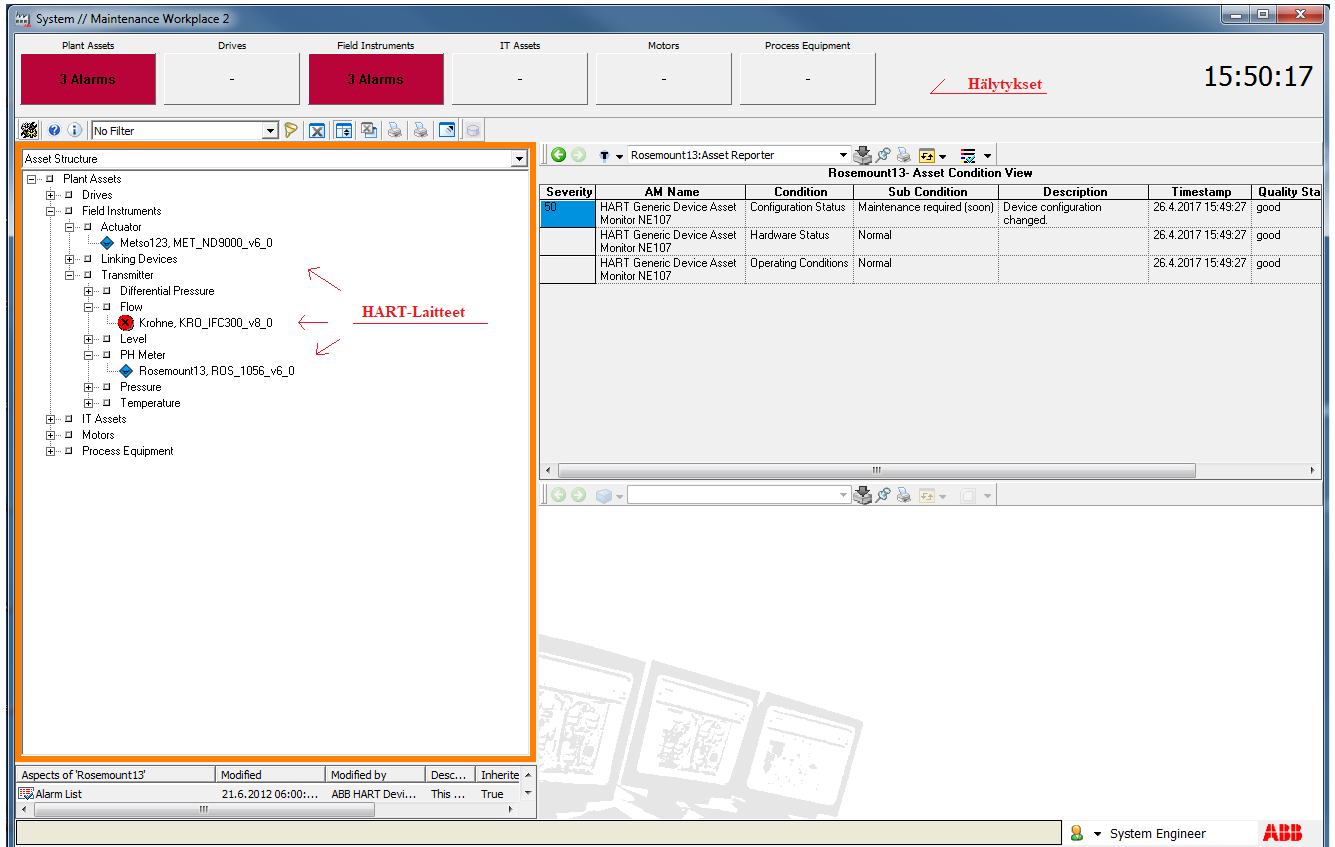
KUVA 1. Näkymä Graphics Builderista

### 3.5 Asset Optimization

Asset Optimization on yksi ABB 800xA -järjestelmän sovelluslaajennuksista, jolla järjestelmään saadaan työkaluja kunnossapidon ja kunnonvalvonnan käyttöön. Laajennus tuo järjestelmään mm. Maintenance Workplace 1 & 2 -työympäristöt, Asset struktuurin, Asset Monitoroinnin, kunnossapitojärjestelmien integraatioita sekä Asset Health Conditioning -työkaluja. Näistä ominaisuuksista keskityttiin lähinnä Asset Monitorien tuoman tiedon hyödyntämiseen. Kunnossapitojärjestelmien integraatio tukee Maximo sekä SAP järjestelmiä viemällä esimerkiksi rikkoutuneen laitteen tiedot suoraan niihin esimerkiksi työtilauksien muodossa. (ABB 2013e, 221, 235-236)

Asset Optimizationilla kerättyä informaatiota voidaan tutkia mistä tahansa työympäristöstä, mutta kunnossapidon käyttöön suositellaan erityisesti Maintenance Workplace -työympäristöä. Maintenance Workplace ja uudessa Maintenance Workplace 2 erona on näkymät. Uudessa Workplacessa vasemmassa sarakkeessa on Asset Viewer -näkymä, oikealla Asset Reporter ja Asset Condition details -näkymät. (ABB 2013e.)

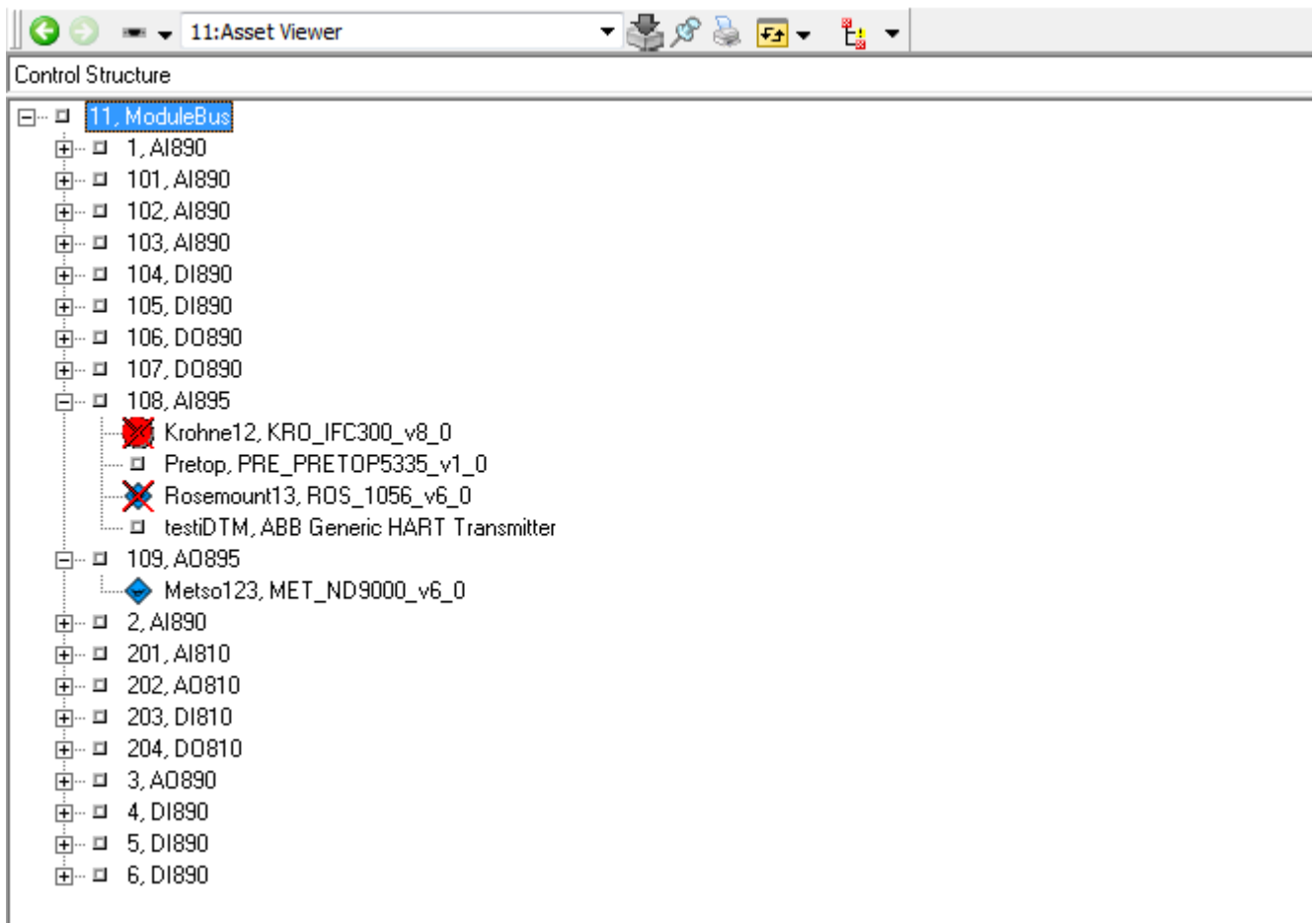
Uusi työympäristö keskittyy näin ollen enemmän Asset Monitorien tarjoaman informaation näyttämiseen, kuin perinteiseen Plant Explorer näkymään. Maintenance Workplace ei listaa laitteita automaattisesti, vaan ne täytyy lisätä Asset Structureen manuaalisesti.



KUVA 2. Maintenance Workplace 2

Asset Optimization tuo järjestelmään joitakin toimintoja tarjoavia aspekteja. Asset Viewer tarjoaa näkyvän liitetyn laitteen tilatietojen näyttämiseen. Jos Asset Viewer on esimerkiksi laitettu I/O kortin aspekteihin, antaa se mahdollisuuden tutkia Asset Tree:tä. Asset Tree listaa laitteen alle liitettyjen laitteiden Asset Monitorien tilatiedot puumaisessa muodossa, jolloin voidaan tarkastella laajempaa kokonaisuutta eri laitteiden toimintakunnosta. (ABB 2013e, 226-227)

Joissakin tapauksissa, kun monitoroitavia laitteita on paljon, on Asset Viewer kätevä tapa löytää vikatilassa olevia laitteita tai tutkia kokonaiskuvaa laitekannan tilasta. Alla olevasta kuvasta nähdään heti, että laitteissa on toimintahäiriöitä. Tässä tilanteessa ne olivat vikatilassa käyttöaikahälytyksen sekä prosessista irrallaan olon vuoksi. Toimintahäiriön kuvake näkyy myös hierarkiassa ylemmissä laitteissa.



KUVA 3. Asset Viewer ModuleBus:in aspekteissa (kuvakkeet laitteen nimen vieressä kertovat tilan)

Asset Reporter näyttää laitteiden tarkemmat tilatiedot, kuten hälytykset, niiden aiheuttajat sekä tilan vakavuusasteen (Severity). Asset Reporter -aspektia ei tarvitse erikseen lisätä objektin alle, ellei ole tarvetta päästä käsiksi tarkempaan tietoon suoraan laitteen aspekteista. (ABB 2013e, 228)

### 3.5.1 Asset Monitoring

Asset Monitoring on ohjelmisto-osa, joka kerää ja käsittelee dataa monilta eri järjestelmän dataserve-reiltä, kuten real-time data serveriltä, OPC-DA serveriltä jne. Monitorit analysoivat keräämäänsä dataa ja antavat ilmoituksen löytyneistä laitevioista 800xA-järjestelmään. Asset Monitorit huomioivat myös laitteen kunnossapidolliselta kannalta haitallisia muuttujia sekä osaavat ehdottaa korjaavia toimenpiteitä. Monitorointi jakautuu eri kategorioihin. Basic Asset Monitors sisältää perusmonitoreja, kuten käyntiai-

kaseurannan. Process Asset Monitors valvoo ohjauspiirien sekä lämmönvaihtimien toimintaa ja suorituskykyä. IT Asset Monitors on suunniteltu tarkkailemaan PC:n, verkon sekä ohjelmistojen toimivuutta. FOUNDATION Fieldbus sekä PROFIBUS sisältävät myös omat Asset Monitorinsa. (ABB 2013e, 229)

Tässä työssä käytettiin HART Asset Monitoreja, joita on kahdenlaisia. HART Generic Device Asset Monitor on valmiina järjestelmässä oleva Asset Monitori, joka lukee laitteen tietoja OPC-DA serverin kautta. Tällä saadaan monitoroitua vain tavanomaisia tiloja, kuten laitteen vikaantuminen, konfiguraation muuttuminen, cold start-tieto, lisätietoa saatavilla, analogialähtö pakotetussa tilassa, analogitila saturoitunut, muuttujien raja-arvot ylittyneet. HART Device Specific Asset Monitorit ovat ABB:n tekemiä laitekohtaisia Asset Monitoreja, jotka lisäävät monitoroitavien tilojen määrää laiteesta riippuen. (Functional guide 230–234.) Jokaisen tässä työssä käytetyn laitteen DTM-tiedostojen asennusvaiheen mukana tuli myös laitekohtainen Asset Monitori, jolloin Asset Monitoroinnista saatiin kaikki hyöty irti. Esittelen Asset Monitorien ominaisuudet tarkemmin kappaleessa 6.2. (ABB 2013e, 230-234)

### **3.5.2 Asset Optimization Server**

Asset Optimization Server sisältää palveluja (services), jotka mm. tuottavat ja keräävät Asset Monitorien tuottamaa dataa, tuottavat datan Asset Tree -näkömään sekä vie AO-datan Web-käyttöliittymiin. AO Serveri saa HART-datan kenttälaitteilta OPC Server PROFIBUS/HART:n kautta. Jokainen OPC:n kautta saatu arvo sisältää aikaleiman sekä tilatiedon. OPC:n kautta kerättävälle datalle voidaan asettaa lukutiheydet arvoille, mutta HART:in hidaskommunikointi asettaa kuitenkin nopeudelle rajat. Jos luettavia laitteita on paljon, voidaan ne jakaa eri laiteryhmiin, joilla on omat lukutiheydet. (ABB 2015, 19-21; ABB 2012, 77-78)

### **3.6 FDT/DTM**

FDT (Field Device Tool) on standardisoitu teknologia, jonka tarkoituksena on integroida laitteet käyttämään samoja kommunikointirajapintoja laitevalmistajasta tai kenttäväylästä riippumatta. FDT arkkitehtuuri jakautuu kolmeen osa-alueeseen: FDT kehysohjelmistoihin, kuten kunnossapito-ohjelmat, DTM:iin (Device Type Manager) eli laitekohtaisiin ajuritiedostoihin sekä yhteysajureihin, jotka määrittävät, miten kommunikointi tapahtuu. FDT kehysohjelmistojen tarkoituksena on hallinnoida laitteita ja

laitteiden tietoja. Kehysohjelma voi tallentaa laitetietoja tietokantoihin, määrittää käyttöoikeuksia laitteen tietojen käsiksi pääsyyn sekä skannata yhdistettyjä laitteita. (ABB 2013c, 15)

Laittekohtaiset ajurit (DTM:t) ovat ohjelmistokomponentteja, jotka avautuvat kehysohjelmassa. Yleensä DTM:t ovat .exe tai .dll -päätteisiä ohjelmia. Kehysohjelma toimii nimensä mukaisesti ikään kuin alustana DTM:lle. Laitteen kaikki toiminnollisuudet ovat määritetty DTM:ssä. Laittevalmistaja määrittelee yleensä DTM:n sisällön, toiminnallisuuden sekä ulkoasun. FDT spesifikaatio ei määrittele, mitä DTM:n kuuluu sisältää, vaan toimii ainoastaan yhteysväylänä DTM:lle. (Birkhofer 2007.)

ABB 800xA -järjestelmässä voi käyttää kolmea eri tyyppistä DTM:ää. Device Specific DTM on laite-toimittajan toimittama laitekohtainen DTM, joka sisältää ominaisuudet konfiguroida, parametrisoida, sekä diagnosoida laitetta. Nämä DTM:ät voivat sisältää myös muita erikoistoimintoja, kuten avustettuja säätöjä. Device Specific DTM:ät sisältävät kaikki laitteen tukemat ominaisuudet. (ABB 2012, 123–126)

DD/EDD-pohjaiset DMT:ät ovat rakennettu laitetoimittajalta saatavan laitekuvaustiedoston (DD/EDD) pohjalta ABB järjestelmään. DD-pohjaiset DTM:ät sisältävät yksinkertaiset graafiset näkymät sekä yleisimmät HART-toiminnot. Laitteen erikoistoiminnot eivät välttämättä ole käytössä. Käyttäjä ei pysty itse tekemään DD/EDD-pohjaisia DMT:iä, vaan ne tehdään aina ABB:n toimesta. (ABB 2012, 127-128)

Basic HART DTM on järjestelmässä valmiina oleva DTM. Se sisältää ainoastaan universaalit HART-komennot HART-revisio 5 ja 6 mukaisesti. Jos laitetoimittaja ei ole toimittanut laitekohtaista eikä DD-laitekuvaustiedostoja, voidaan käyttää tätä DTM:ää. (ABB 2012, 129)

### **3.7 HART -kommunikointi ABB 800xA-järjestelmässä**

ABB 800xA -järjestelmässä pystytään käyttämään HART:ia tukevia älykkäitä kenttälaitteita hajautetuilla tai paikallisilla S800-sarjan I/O-korteilla tai S900-sarjan I/O-korteilla. Muissa automaatiojärjestelmissä kiinni olevien HART-laitteiden lukemiseen voidaan käyttää erillistä HART Multiplekseriä, jolloin tiedot saadaan 800xA-järjestelmään käytettäväksi. Multiplekseriä voidaan käyttää myös tilanteissa, joissa ABB 800xA -järjestelmässä ei ole saatavilla HART:ia tukevia I/O- kortteja. (ABB 2013e, 211) S800-sarjan I/O- kortit tukevat pelkästään HART-läpivientiä (HART Pass-through), eivätkä käsittele dataa ollenkaan, jolloin ne eivät tue sekundaaristen muuttujien (laitteesta riippuen esimerkiksi lämpötila, paine jne.) lukemista järjestelmään applikaatioiden tai prosessinohjauksen käytettäväksi. S800 korteilla

HART:in hyödyntäminen jää DTM:n kautta konfigurointiin ja Asset Monitorointiin, jolla saadaan kuitenkin lähes reaaliaikainen kunnonvalvonta. S900 sarjan korteilla on mahdollista lukea HART-data suoraan AC 800M -prosessiasemalle, jolloin sekundaarimuuttujia saadaan suoraan järjestelmään käytettäväksi esimerkiksi valvomonäyttöihin tai prosessinohjaukseen. (ABB 2014.)

Kolmas tapa hyödyntää HART-kentälaitteiden ominaisuuksia on lukea niitä langattomasti WirelessHART:in avulla. Tällöin kommunikointi tapahtuu Pepperl+Fuchsin yhdyskäytävämoduulin kautta käyttäen Modbus TCP yhteyttä. WirelessHART tuo datan myös suoraan järjestelmään, joten dataa voidaan hyödyntää myös muissa applikaatioissa ja ohjauksissa. (ABB 2013e, 206)

## **4 KUNNOSSAPITO**

SFS-EN 13306 -standardi määrittelee kunnossapidon koneen elinjakson aikaisiin teknisiin, hallinnollisiin ja liikkeenjohdollisiin toimenpiteisiin. Näiden toimenpiteiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky halutuksi ja toimintakykyiseksi. (SFS-EN 13306, 2011)

Kunnossapidon käsite on kuitenkin hyvin laaja. Pääsääntöisesti tarkoituksena on ylläpitää laitteiden kuntoa, jotta voidaan tuottaa palveluja tai tuotteita mahdollisimman kustannustehokkaasti huomioiden nettotuotot, turvallisuus, ympäristö sekä laatu. Hyvin hoidettu kunnossapito ei katkaise tuotantoa pitkäksi aikaa, sekä on kustannustehokasta. (Opetushallitus)

### **Kunnossapitolajit**

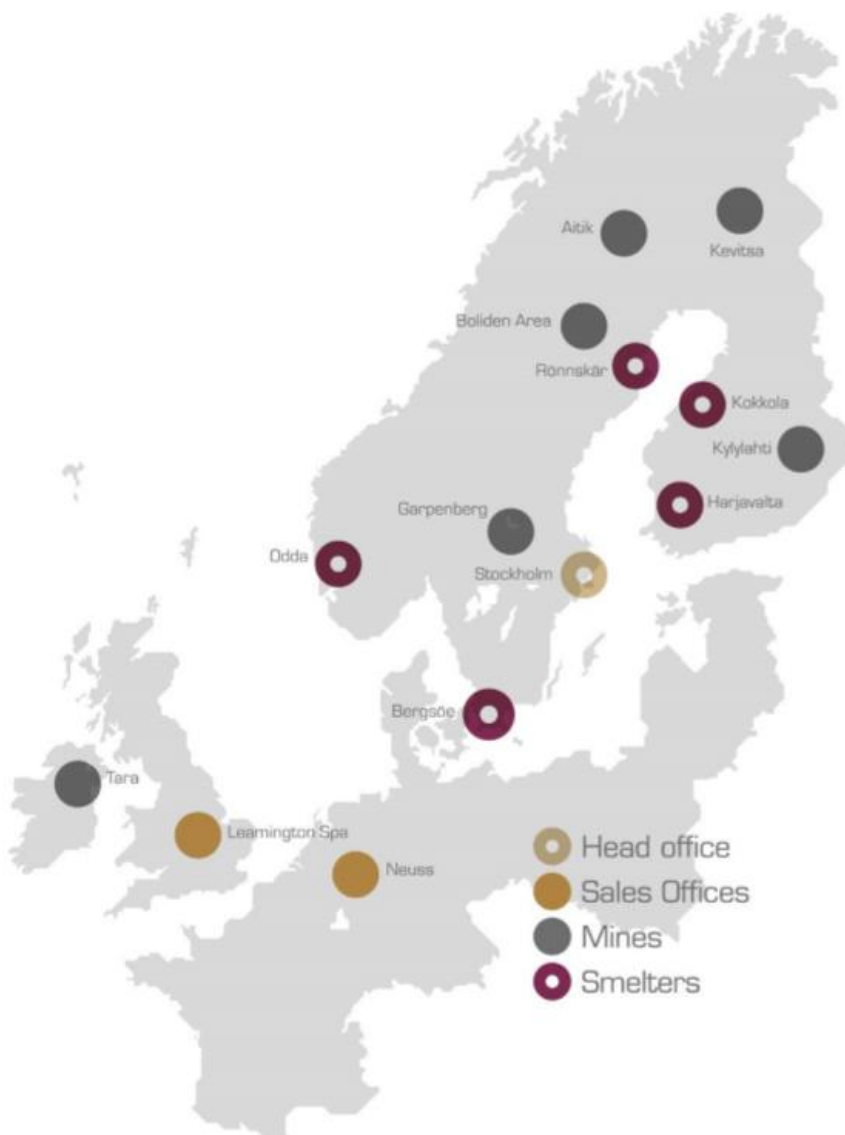
Ehkäisevä kunnossapito sisältää laitteen tarkastus-, testaus- sekä huoltotoimenpiteet, joita suoritetaan, kun laite on täysin toimintakykyinen, eikä varsinaista vikaa vielä ole. Näin pidennetään laitteen toiminta-aikaa ennen vikaantumista. Ehkäisevä huolto on yleensä aikataulutettua ja säännöllistä. Kun tiedetään, miten ja mistä laite yleensä vikaantuu, voidaan oikealla huoltotoimenpiteellä ehkäistä vikaantumisen. Tällainen toimenpide on esimerkiksi mekaanisten liikkuvien osien voitelu säännöllisesti. (Opetushallitus; SFS-EN 13306, 2011.)

Ennakoiva kunnossapito perustuu toistuvien analyysien tai tiedettyjen ilmiöiden perusteella tehtyihin vikaantumisenusteisiin ja laitteen suorituskyvyn heikkenemistä kuvaaviin muuttujiin. Laitteen huolto-tarve tiedetään, ja huoltoajankohta voidaan määrittää tuotannon kannalta sopivimpaan ajankohtaan. Esimerkiksi laakereiden värähtelyn lisääntyminen kertoo laakereiden kunnan heikentymisestä. HART:in kautta saatavan diagnostiikkadatan avulla voidaan havaita laitteen suorituskyvyn muutoksia ja näin saada tieto ennakkoon mahdollisesti hajoavasta laitteesta. Esimerkiksi venttiilin avautumiskuorman muutosta voidaan seurata, jolloin nähdään venttiilin osien kunnan heikkeneminen ja voidaan varautua prosessihäiriöihin.

Korjaavaa kunnossapitoa tehdään laitteen vikaantuessa ja sillä pyritään saamaan laite tai laitteen osa takaisin toimintakykyiseksi. Laitteen vikaantuminen aiheuttaa usein katkoksen tuotantoon. Joissain tapauksissa, jossa laitteen vikaantuminen ei aiheuta katkosta tuotantoon, on taloudellisesti kannattavampaa käyttää laite tai osa loppuun ja vaihtaa se sen jälkeen uuteen. Näin ollen kunnossapitotoimintojen ajoituksia suunniteltaessa täytyy myös arvioida ennakoivan huollon sekä korjauksen kustannuksia.

## 5 BOLIDEN-KONSERNI

Boliden on ruotsalainen metallialan yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Tukholmassa ja tuotantolaitoksia on Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Irlannissa. Yhtiö työllistää yhteensä n. 5500 työntekijää useassa eri toimipaikassa ja vuotuinen liikevaihto on n. 40 miljardia Ruotsin kruunua (SEK). Boliden erikoisalana ovat malminetsintä, kaivostoiminta, sulattotoiminta sekä metallikauppa. (Boliden a) Päätuotteita ovat sinkki ja kupari. Lisäksi yhtiö tuottaa kultaa, hopeaa, lyijyä sekä nikkeliä sivutuotteena (Boliden b).



KUVIO 3. Boliden konsernin toimipaikkojen sijainnit



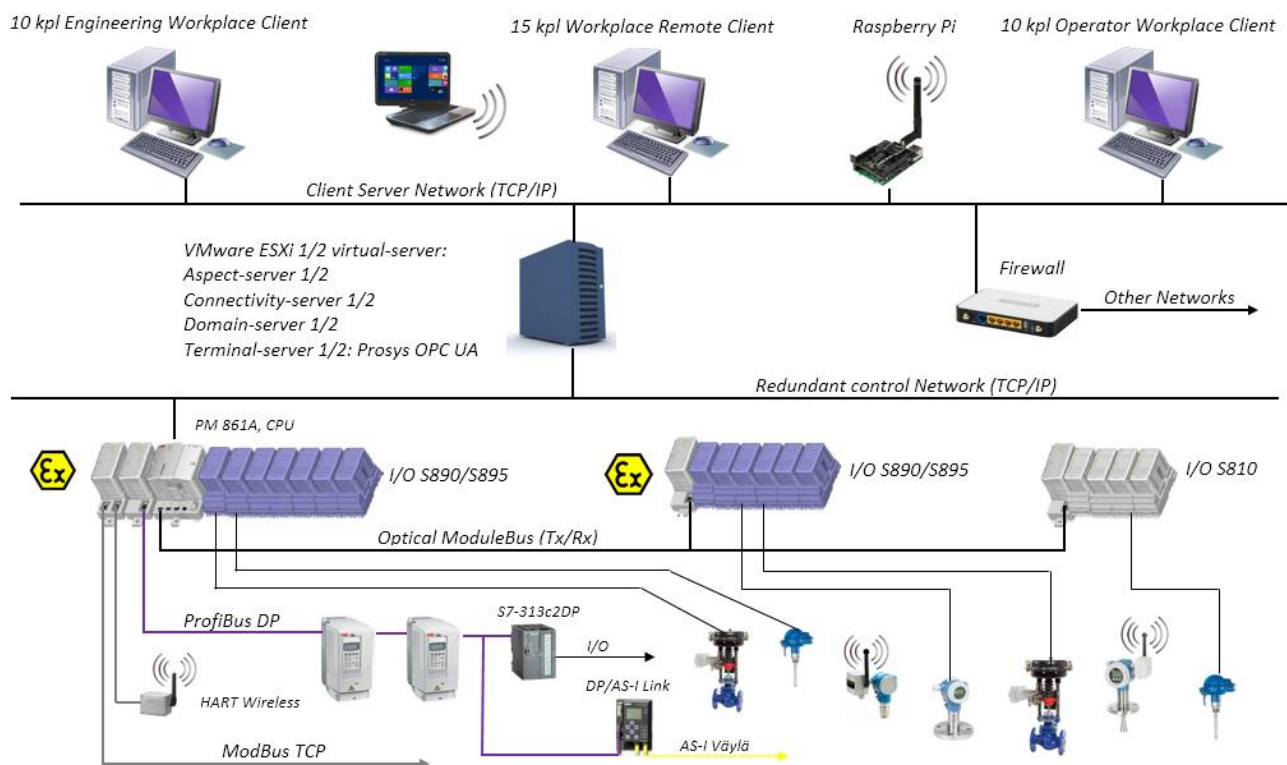
## **Boliden Kokkola**

Sinkkiä on tuotettu Kokkolassa jo vuodesta 1969 Outokumpu Oyj:n toimesta. Outokumpu tuotti sinkki-konsentraatteja jo vuodesta 1930 lähtien ja vuonna 1967 päätettiin rakentaa oma sulatto Kokkolaan. Sijaintina Kokkola oli sopiva hyvien kulkuyhteyksiensä ja kaivosten ollessa lähellä. Alkuvuosina vuotuinen tuotantokapasiteetti oli n. 70 000 tonnia ja sen jälkeen se on noussut useiden teknologisten kehitysaskelten ansiosta. (Boliden c) Outokumpu ja Boliden toteuttivat vuoden 2004 alussa yritysjärjestelyn, jonka yhteydessä Kokkolan sinkkitehdas siirtyi Outokummulta Bolidenin omistukseen. Tämän jälkeen tehtaan tuotantoteknologiaa on kehitetty monin tavoin kuten esimerkiksi 2014 aloitetulla hopean talteenotto-prosessilla. (Boliden d.)

Tänä päivänä vuotuinen tuotantokapasiteetti ylittää jopa noin 315 000 tonniin ja Boliden konsernin Kokkolan tehdas onkin tällä lukemalla Euroopan toiseksi suurin sinkintuottaja (Boliden d, dia 15). Tehtaan tuotannosta menee vientiin n.85%, josta kaikki Pohjois- ja Keski-Eurooppaan. Sinkkirikaste tulee pääasiassa Bolidenin omilta kaivoksilta Suomesta, Ruotsista ja Irlannista, mutta sen lisäksi sitä hankitaan myös muilta kaivosyrityksiltä ympäri maailman. Tehtaan työllistämisaikutus Kokkolassa on suuri. Tehtaalla työskentelee lähes 550 työntekijää ja sen välillinen työllistämisaikutus on alueella myös merkittävä. (Boliden e)

## 6 TYÖVAIHE

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli tutkia HART-kommunikoinnin tuomia hyötyjä Boliden Kokkolan instrumentti- ja sähkökunnossapidon päivittäiseen työhön. Työn suoritushetkellä kenttälaitteiden parametointi Bolidenilla hoitui HART-käsi-kommunikaattorilla ristikytkennästä, kenttälaitteen paikallisnäytöltä tai erillisellä sovelluksella kannettavan tietokoneen kautta. Laitteiden älykkäitä ominaisuuksia ei juurikaan hyödynnetty ennakoivassa kunnossapidossa. Työ suoritettiin käytännön syistä Centria-ammattikorkeakoulun Chemplantissa, missä on käytössä ABB 800xA (5.1 FP4) -järjestelmä sekä S800 sarjan I/O-kortit HART Pass Through -tuella.



KUVIO 4. Chemplantin ABB 800xA järjestelmän periaatekuva

Boliden toimitti testaukseen kolme laitetta; Krohne IFC300 virtausmittarin, Rosemount 1056 Ph/redox lähettimen sekä Metso ND9000H asennoittimen. Nämä laitteet valittiin, koska ne ovat tehtaalla yleisiä ja vaativat ajoittain parametointia tai esimerkiksi mitta-alueen muuttamista HART käsi-kommunikaattorilla.

## 6.1 Laitteiden esittely

Tässä työssä tutkittiin kolme eri laitteen HART-toimintoja ABB 800xA -järjestelmässä. Järjestelmä on yhteensopiva hyvin monen eri laitevalmistajan kenttälaitteiden kanssa, ja lähes kaikkiin löytyy myös ABB:n julkaisemat HART DTM -ajuritiedostot. Alla esitelty laitteet yleisesti.

### 6.1.1 Krohne IFC300 elektromagneettinen virtausmittari

Krohne IFC300 elektromagneettisella virtausmittarilla on seuraavat ominaisuudet:

- Mittaa virtausnopeutta, massa- ja tilavuusvirtaa, johtokykyä sekä lämpötilaa
- Lähtö milliampeeriviestille (HART tuki), pulssi/taajuuslähtö, tilalähtö, ohjaustulo sekä virtatulo
- Soveltuu vajaatäyttöisille sekä täysille putkilinjoille
- Vaatii toimiakseen nesteeltä johtokykyä (Krohne.)



KUVA 4. Krohne IFC 300

### 6.1.2 Metso Neles ND9000H -venttiiliasennoitin

Metson asennoittimen ominaisuudet:

- Ohjaa venttiilin asentoa paineilmalla
- Suorituskykymittaukset venttiileille
- Laajat diagnostiikkaominaisuudet sekä historiatiedot tukevat ennakoivaa huoltoa
- Paikallis- sekä etäkäyttö
- Tuki HART, PROFIBUS-PA sekä FOUNDATION Fieldbus -verkoille (Metso 2017.)



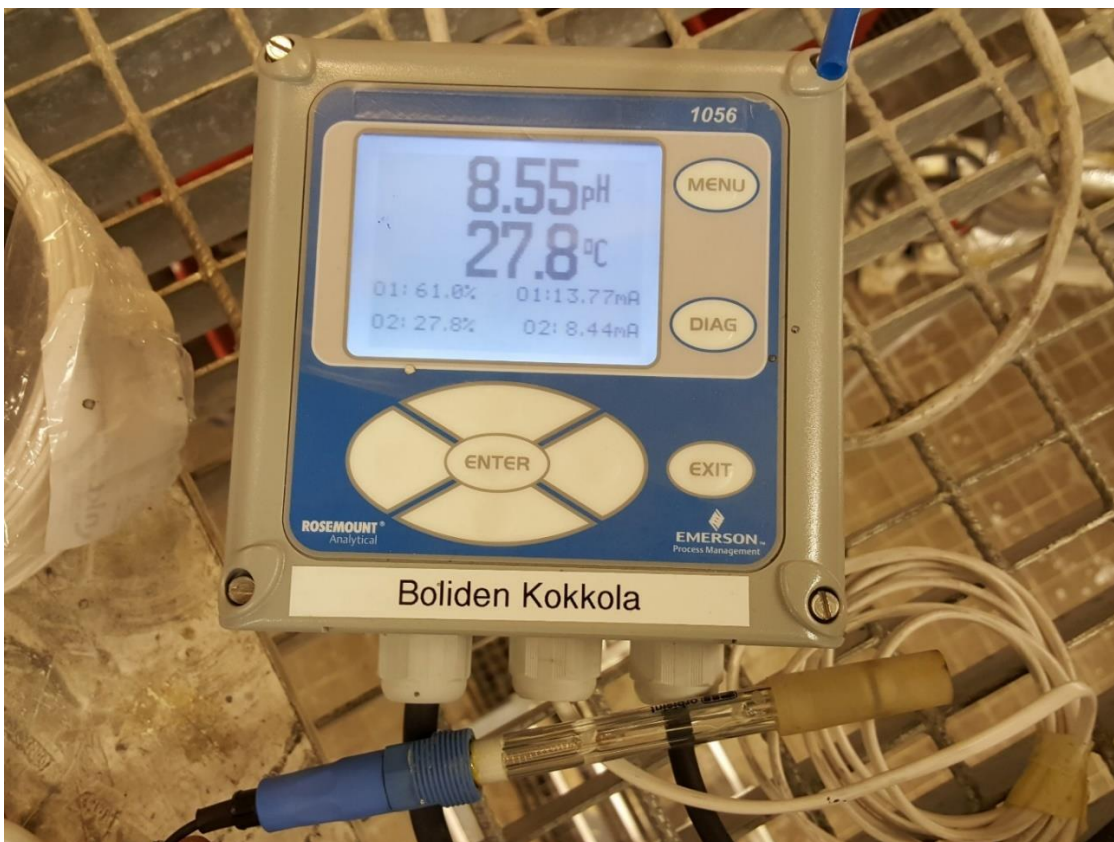
KUVA 5. Metso ND9000

### 6.1.3 Rosemount 1056 monimuuttuja -analysointilaitteisto

Rosemount 1056 monimuuttuja-analysointilaitteiston ominaisuudet:

Laitteessa on kaksi mittaussisääntuloa. Mittaus riippuu laitteen mallista ja mittapäästä

- pH/Redox (Tässä työssä käytetty)
- Resistiivisyys/johtokyky
- Konsentraatio %
- Kloori-, happi- sekä otsonipitoisuusmittaus
- Lämpötila
- Sameus
- Virtaus
- Modulaariset piirit
- Konfigurointi paikallisnäytöltä tai etänä HART:in kautta (Emerson 2016)



KUVA 6. Rosemount 1056 pH/Redox mittari

## 6.2 Alkumääritykset

HART:in sekä Asset Optimizationin perustoiminnollisuuksia varten järjestelmässä täytyy olla tietyt ohjelmistolisäosat asennettuina ja käyttöön otettuina. Näitä ovat *ABB Asset Monitor Environment*, *ABB Asset Optimizer Server* sekä *ABB HART Device Integration library (Basics* sekä *Asset Monitoring)*. Lisäksi on muita HART:ia hyödyntäviä laajennuksia, mutta niitä ei tarvittu tämän työn suorittamiseen.

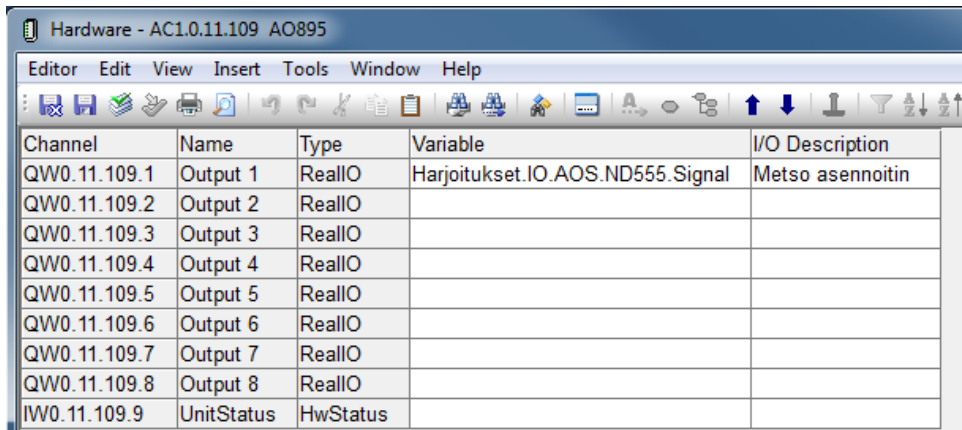
Laitteita varten järjestelmään täytyy tuoda laitteiden DTM-ajuritiedostot. Suosituksena on, että laitteille asennetaan uusimmat DTM:t kaikkien toiminnollisuuksien ja varmemman toiminnan varmistamiseksi. Metson asennoitin oli kuitenkin tarkka siitä, että DTM-revisio sekä laiterevisio vastasivat toisiaan, jolloin uusimmat ajurit olivat liian uusia toimiakseen. DTM-ajuritiedostot puretaan ensiksi Device Library Wizardilla, jonka jälkeen ne asennetaan myös samalla ohjelmalla. Toiminto suoritetaan jokaiselle ABB 800xA järjestelmässä olevalle nodelle, jossa on Device Library Wizard asennettuna. Jos DTM asennuspaketti sisälsi Asset Monitoring ominaisuudet, asentuvat ne samalla myös järjestelmään.

Asset Monitorien toimimiseen vaaditaan toimiva Asset Optimization Server. Se saadaan lisättyä Plant Explorerilla Asset Optimization kohdasta.

Kun järjestelmässä on kaikki ohjelmistot asennettuina. Control Builder M:n kautta tarkistetaan vielä, että prosessiasemassa on Tool Routing päällä. Tool Routing määrittelee DTM kommunikoinnin S800 I/O korttien kautta HART laitteille (ABB 2013c, 20). Tarkempi asennusohje löytyy tämän opinnäytetyön liitteistä.

## 6.3 Laitteiden käyttöönotto

Virtausmittari sekä pH/Redox-mittari kytkettiin analogisen AI895 I/O-kortin vapaisiin kanaviin ja asennoitin analogisen AO895 I/O-kortin kanavaan. Nämä kortit kuuluvat HART läpivientiä tukevien korttien joukkoon. Täydellinen lista tuetuista laitteista löytyy kappaleesta 3.1.2. Fyysisen kytkennän jälkeen tehtiin muuttajat Control Builderissa mittaustiedoille sekä kytkettiin muuttajat oikeisiin I/O-korttien kanaviin.



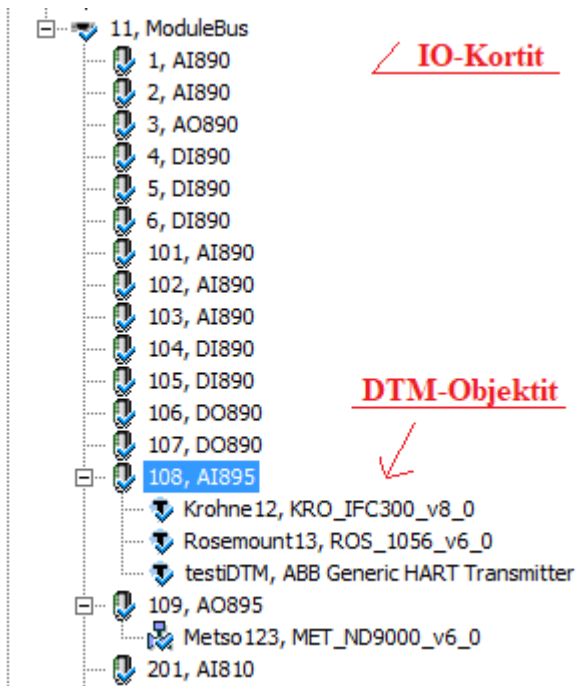
Channel	Name	Type	Variable	I/O Description
QW0.11.109.1	Output 1	ReallIO	Harjoitukset.IO.AOS.ND555.Signal	Metso asennoitin
QW0.11.109.2	Output 2	ReallIO		
QW0.11.109.3	Output 3	ReallIO		
QW0.11.109.4	Output 4	ReallIO		
QW0.11.109.5	Output 5	ReallIO		
QW0.11.109.6	Output 6	ReallIO		
QW0.11.109.7	Output 7	ReallIO		
QW0.11.109.8	Output 8	ReallIO		
IW0.11.109.9	UnitStatus	HwStatus		

KUVA 7. Metson asennoitin kytkettynä AO895 I/O-kortin 1

Nyt järjestelmään tuli input-tietona virtausmittarin ja pH/redox mittarin mittausarvot milliampeeriviestillä. Asennoittimelle pystyttiin antamaan ohjausarvoja mA-viestillä I/O-kortin output kanavasta. Asennoitin jouduttiin kiinnittämään yhteen Chemplantin venttiiliin, jotta asennoittimen ohjaamisessa olisi ollut järkeä. Ilman venttiiliä asennoitin olisi koittanut säätää asentoa paineilmaa ohjaamalla tuloksetta. Myöskään ilman fyysistä venttiiliä ei olisi pystytty suorittamaan minkäänlaisia testejä DTM:n kautta ja HART-toiminnollisuuksien testaaminen olisi jäänyt suppeaksi.

Muiden laitteiden kohdalla en katsonut tarpeelliseksi kytkeä niitä prosessiin, koska se ei olisi vaikuttanut niiden HART toiminnollisuuksien tutkimiseen.

Laitteiden ollessa nyt toimintakuntoisena kytkettynä järjestelmään, voidaan siirtyä HART toiminnollisuuksien konfigurointiin Plant Explorerin puolelle. Aluksi varataan prosessiasema. Tämän jälkeen HART-laitteet lisätään hiiren oikealla niiden I/O-korttien alle, mihin ne ovat fyysisestikin kytkettynä, tässä tapauksessa 108- ja 109-korttien alle.



KUVA 8. HART-laitteet lisättynä I/O-korttien alle Plant Explorerissa

Tämän jälkeen valitaan I/O-kortin Fieldbus Management aspekti, jossa laitteet siirretään raahaamalla oikeisiin I/O-kanaviin. I/O-kortin HART-ominaisuus täytyy vielä nollata I/O-kortin Service valikon ”Perfom Master Reset” -kohdasta (ABB 2013c, 163). Nyt laite lukee ja tunnistaa kanaviin kytketyt HART-laitteet.

#### 6.4 Laitteiden HART-ominaisuudet

Laitteiden HART-ominaisuuksia testasin kahdella eri tavalla. DTM:n sekä Asset Monitoringin kautta. Kaikkiin laitteisiin löytyi ABB:n tekemät DTM-paketit, jotka sisälsivät myös laitekohtaiset Asset Monitor aspektit. Laitteet olisivat toimineet myös HART Basic DTM:llä, sisältäen vain universaalit HART komennot, kuten kappaleessa 3.6 on todettu.



### 6.4.1 Metso ND9000H

Metson asennoitin oli kolmesta testilaitteesta kattavin HART-diagnostiikkaominaisuuksiltaan. DTM:ää käytettäessä perusnäkymänä on Online diagnostiikan Suorituskyky ja Laitteen tila -valikot, joista nähdään yleiskatsaus venttiilin ja asennoittimen kunnosta ja muuttuneista olosuhteista. Suorituskyky valikosta saa myös tarkempaa tietoa mahdollisista vikojen aiheuttajista ja suositelluista korjaustoimenpiteistä. Nämä voidaan myös tulostaa raporttimuodossa esimerkiksi arkistointia varten.

Laite itse sisältää älyä, joka kerää ja tallentaa tietoja sen toiminnasta. Venttiilitesteistä on mahdollista tulostaa raportteja ja kuvaajia, joita voidaan käyttää vertailukohtana myöhemmässä vaiheessa venttiilin kuntoa arvioitaessa. Esimerkiksi voitaisiin tehdä testit, kun venttiili vaihdetaan ja on uusi. Näin saadaan vertailukohta myöhemmälle ajankohdalle, jolloin voidaan tehdä testit uudestaan. Testeistä saadaan ulos esimerkiksi reagointiajat, askelvasteajat sekä hystereesit. Näitä voitaisiin käyttää tukena kappaleen 4.1 mukaisesti ennakoivan huollon suunnittelussa sekä aikatauluttamisessa.

DTM:n kautta oli mahdollista mm:

- Konfiguroida asennoittimen kokoonpano
  - o Asentosäädön nopeus
  - o Toimilaitteen tyyppi
  - o Venttiilityyppi
  - o Venttiilin kiertosuunta
  - o Kuollut kulma
  - o Turvatoiminto vian sattuessa
  - o Asentolähdön suunta.
  
- Muokata ohjaussignaalia
  - o Ohjaussignaalin suunta (nouseva tai laskeva arvo avaa)
  - o Asennon ylä- ja alarajat
  - o Liikkeen nopeusrajoitukset auki/kiinni suuntiin
  - o Turvarajat.

- Monitoroida valittuja muuttujia online-tilassa
- 
- Tutkia elinkaaridiagnostiikkaa pitkältä aikaväliltä
  - Staattinen ja dynaaminen säätöpoikkeama
  - Liikkeellelähtökuorma
  - Staattisen tilan kuorma
  - Avautumiskuorma
  - Luistin asento
  - Syöttöpaine
  - Lämpötila
  - Venttiilin asentohistogrammi.
- Tutkia venttiilin laskuridiagnostiikkaa
  - Päivittäiset suunnanvaihdot
  - Asennon päiväkeskiarvo päivittäin
  - Muut laskurit
    - Toimita-aika
    - Venttiilin kokonaismatka sekä suunnanvaihdot
    - Luistin kokonaismatka sekä suunnanvaihdot
  - Asetusarvon täydet liikkeet sekä suunnanvaihdot.
- Tutkia laitteen Online-diagnostiikkaa
  - Laitteen kunnon ja suorituskyvyn analyysiraportit
  - Laitteen tilatiedot, eli käynnissä olevat viat
  - Laitteen online asento- ja painekuvaajat
  - Hälytysrajojen määrittäminen
    - Staattinen säätöpoikkeama
    - Liikkeellelähtökuorma
    - Syöttöpaine
    - Avautumiskuorma
    - Lämpötila
  - Venttiilin asentovaroitus.
  - Tapahtumaloki, johon kirjautuu kaikki tapahtumat

- Suorittaa ja vertailla offline testejä
  - o Askeltesti
  - o Dynaaminen silmukka
  - o Venttiilianalyysi
  - o Venttiilin kuollut alue.
  
- Kalibroida laite
  - o Automaattinen kalibrointi
  - o Yksipistekalibrointi.
  
- Suorittaa erikoistoimintoja
  - o Virtauskäyrän muokkaus
  - o Laitteen tilojen resetointi
  - o Statusten konfigurointi, eli hälytettävät viat
  - o Määrittää kirjoitussuojaus
  - o HART konfigurointi.
  - o Tutkia laitteeseen tehtyjä parametrimuutoksia.

Metson asennoittimen Asset-Monitorointi oli myöskin kattava, sisältäen vikaparametrit reilulle 50:lle eri vialle tai tapahtumalle. Käytännössä AM-monitoroi DTM valikon ”laitteen tila” tiloja sekä HART yhteydessä esiintyviä yhteysongelmia. Asset Monitorin tuottamissa hälytyksissä on suurimmassa osassa mukana mahdollinen vian aiheuttaja sekä suositeltu toimenpide vian korjaamiseksi.

## Laitteen tilatieto

- Laitteen tila
  - Laite on käsiohjauksessa
  - Laitteen vikatilatila on aktiivinen
  - Laite vikasetoillassa
  - Kalibrointi suositeltavaa
  - Kalibrointi käynnissä
  - Kirjoitussuojaus päällä (dip-asetus)
  - Konfigurointi muuttunut
  - Rajateho asentoanturilta**
    - Venttiilin asento alittanut alavaroitusrajan
    - Venttiilin asento ylittänyt ylävaroitusrajan
- Itsediagnostiikka
  - Vika paineanturissa 1
  - Vika paineanturissa 2
  - Vika paineanturissa 3 (syöttöpaine)
  - Vika luistin asentomittausanturissa
  - Vika lämpötila-anturissa
  - Toistuvia prosessorin käynnistysyrityksiä
  - Asentoanturivika
  - Asentoanturi alueen ulkopuolella
  - Vika virtaviestin mittausanturissa
  - Dikosulku esiohjauksyksikössä
  - Esiohjauksyksikön yhteys poikki
- Elinkaari diagnostiikka
  - Staattisen säätöpoikkeaman varoitusraja ylittynyt
  - Dynaamisen tilan säätöpoikkeamavaroitus
  - Liikkeellelähtökuorman alavaroitusraja saavutettu
  - Liikkeellelähtökuorman ylävaroitusraja ylittynyt
  - Avautumiskuorman alavaroitusraja saavutettu
  - Avautumiskuorman ylävaroitusraja ylittynyt
- Laskuri diagnostiikka
  - Laitteen käyttötuntien varoitusraja ylittynyt
  - Venttiilin kokonaismatkan varoitusraja ylittynyt
  - Venttiilin suunnanvaihtojen varoitusraja ylittynyt
  - Toimilaitteen kokonaismatkan varoitusraja ylittynyt
  - Toimilaitteen suunnanvaihtojen varoitusraja ylittynyt
  - Luistin kokonaismatkan varoitusraja ylittynyt
  - Luistin suunnanvaihtojen varoitusraja ylittynyt
  - Asetusarvon päivittäisten suunnanvaihtojen trendivaroitus
  - Venttiilin päivittäisten suunnanvaihtojen trendivaroitus
  - Venttiilin päivittäisten suunnanvaihtojen (staattinen asetusarvo) trendivaroitus
- Online-diagnostiikka
  - Syöttöpaineen varoitusraja ylittynyt
  - Lämpötilan varoitusraja saavutettu
  - Säädon huojumisvaroitusta (hunting)
  - Staattisen säätöpoikkeaman hälytys
  - Liikkeellelähtökuorman alahälytysraja saavutettu
  - Liikkeellelähtökuorman ylähälytysraja ylittynyt
  - Avautumiskuorman alahälytysraja saavutettu
  - Kuormituskertoimen ylähälytysraja ylittynyt
  - Luistiongelman
  - Pneumatikkaongelman
  - Kitkaongelman
  - Liian alhainen syöttöpaine yksitoimiselle toimilaitteelle

KUVA 9. Asset Monitorin valvomat laitteen vikaparametrit DTM:n kautta katsottuna

DTM:n kautta avautuvasta tilatietovalikosta nähdään hyvin laitteen toimintaa häiritsevät olosuhteet. Sen kautta voidaan asettaa useita eri varoitus- tai hälytysrajoja, joista saadaan muiden vikojen tapaan hälytykset Maintenance Workplacen hälytyslistalle. Esimerkiksi toimilaitteen liikkeen kokonaismatkalle tai käyttäjälle voitaisiin määrittää sellaiset hälytysrajat, jotka ovat lähellä venttiilin tyypillistä vikaantumisaikaa tai -matkaa.

### 6.4.2 Krohne IFC300

Krohnin virtausmittari sisälsi hyvän tuen HART:n käytölle. DTM:n kautta saatavilla olevat parametrit ovat osittain samoja, mitä laitteen paikallisnäyttövalikko sisältää, mutta huomattavasti selkeämmässä muodossa tietokoneen näytöllä.

Valikoista on mahdollista mm:

- Kalibroida virtausmittari
- Suodattaa mittausdatasta häiriöitä yms.
- Määrittää itsediagnostiikka-asetuksia
- Määrittää laitteen lähtökanavat
  - o Lähtöjen tyypit
  - o Mitta-alueiden muuttaminen
  - o mA-viestin konfigurointi
  - o Vikatilan asetukset
  - o Muita lähdön toimintaan vaikuttavia parametreja.
- Käyttää laskureita eri parametreille
- Muuttaa HART asetuksia
- Lukea laitteen tiedot, kuten sarjanumeron tai tagin
- Muuttaa laitteen näytön näyttämiä tietoja
- Tallentaa asetukset tai palauttaa asetukset
  - o Backup 1 ja Backup 2.
- Muuttaa laitteen yksiköitä

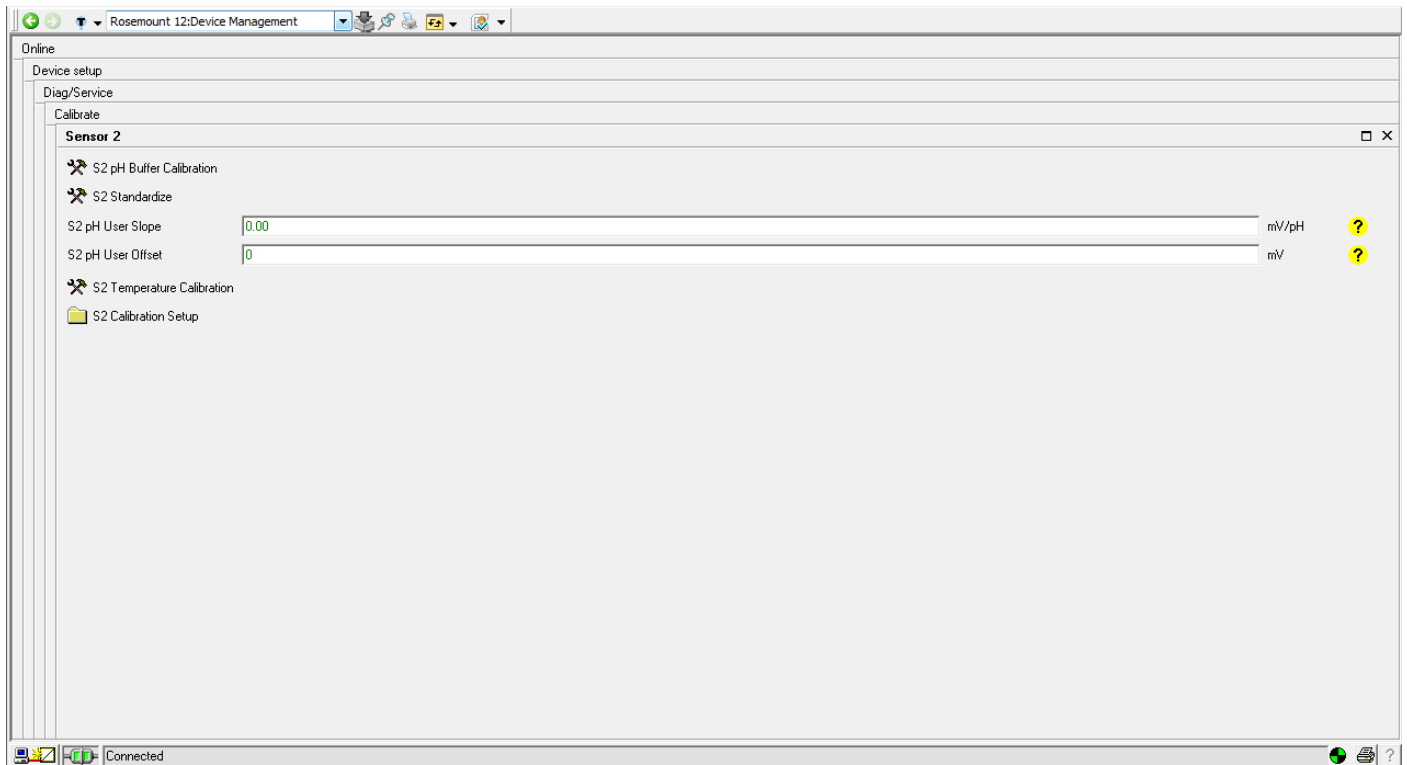
Krohnella Asset Monitorointi sisältää hyvin eri parametreja laitteen vioista, sekä mittauksiin vaikuttavista ongelmista. Eri vika- ja tapahtumaparametreja oli lähes 80, mikä on näistä kolmesta testilaitteesta suurin määrä. Käytön kannalta hyödyllisimpiä monitorointi parametreja lienevät elektrodien kuntoon liittyvät hälytykset, koska niissä olevat virheet voivat vaikuttaa mittaustuloksiin. Esimerkiksi elektrodien likaantuminen aiheuttaa tietynlaisia häiriöitä mittauksessa, minkä laitteen diagnostiikka tunnistaa ja antaa niistä hälytyksen Asset Monitorin kautta käyttäjälle. Joissakin tapauksissa mittaustulos saatetaan silti antaa järjestelmään, vaikka vika olisi havaittu. Tällaisissa tapauksissa mittaustulokseen saattaa tulla väärää, mitä ei ilman Asset Monitorointia välttämättä huomattaisi ollenkaan.

ENUM	Sub Condition	Description	Severity	Corrective Action Taken	Possible Cause	Suggested Action
38	Function Check	Pipe not full	750		Only for measuring sensors with 3 or 4 electrodes. Full pipe electrode has no contact with medium. Measured values are still supplied, but they are too high	Measuring pipe not filled. Check installation. Or electrodes completely insulated
39	Function Check	Empty pipe	750		1 or 2 measuring electrodes are not in contact with the medium. Display can show zero flow! (S)	Fill the pipe with conductive fluid or correct the conductivity limit for the empty pipe detection.
40	Function Check	Linearity	750		Measured values at both field and current levels are not equal. Measured values are still supplied	Very strong external magnetic fields, or defect in sensor's magnetic circuit or in signal processing
41	Function Check	Flow Profile	750		Measured value is not zero in the case of a non-homogeneous magnetic field. Measured values are still supplied	Unimpeded inlet and outlet runs of the measuring sensor are too short, pipe not full, measuring tube liner damaged.
42	Out of Specification	Electrode noise	750		Noise on the electrodes too high. Measured values are still supplied. No message if empty pipe	Maintenance required
43	Failure	Gain error	1000		Pre-amplifier not equal to the calibrated value; check calibration. Measured values are still supplied	Replace electronic unit
44	Function Check	Electrode Symmetry	750		Impedance of the two measuring electrodes. Measured values are still supplied.	Deposits in measuring tube or electrode short-circuit to ground. Clean and check measuring tube.
45	Out of Specification	Field coil broken	500		Field coil resistance too high	Check field coil connections to the electronic module for open circuit/ short circuit
46	Out of Specification	Field coil bridged	500		Field coil resistance too low	Check field coil connections to the electronic module for open circuit/ short circuit
47	Function Check	Field current deviation	750		Measured field current not equal to the calibrated value. Check calibration. Measured values are still supplied. No message if coil broken or bridged	Check field current connections. Replace electronic unit.
48	Out of Specification	Field frequency too high	500		The ratio of two measuring windows is not equal to 1, the magnetic field is not properly in steady state. Measured values are still supplied	Deposits in measuring tube or electrode short-circuit to ground. Clean and check measuring tube.

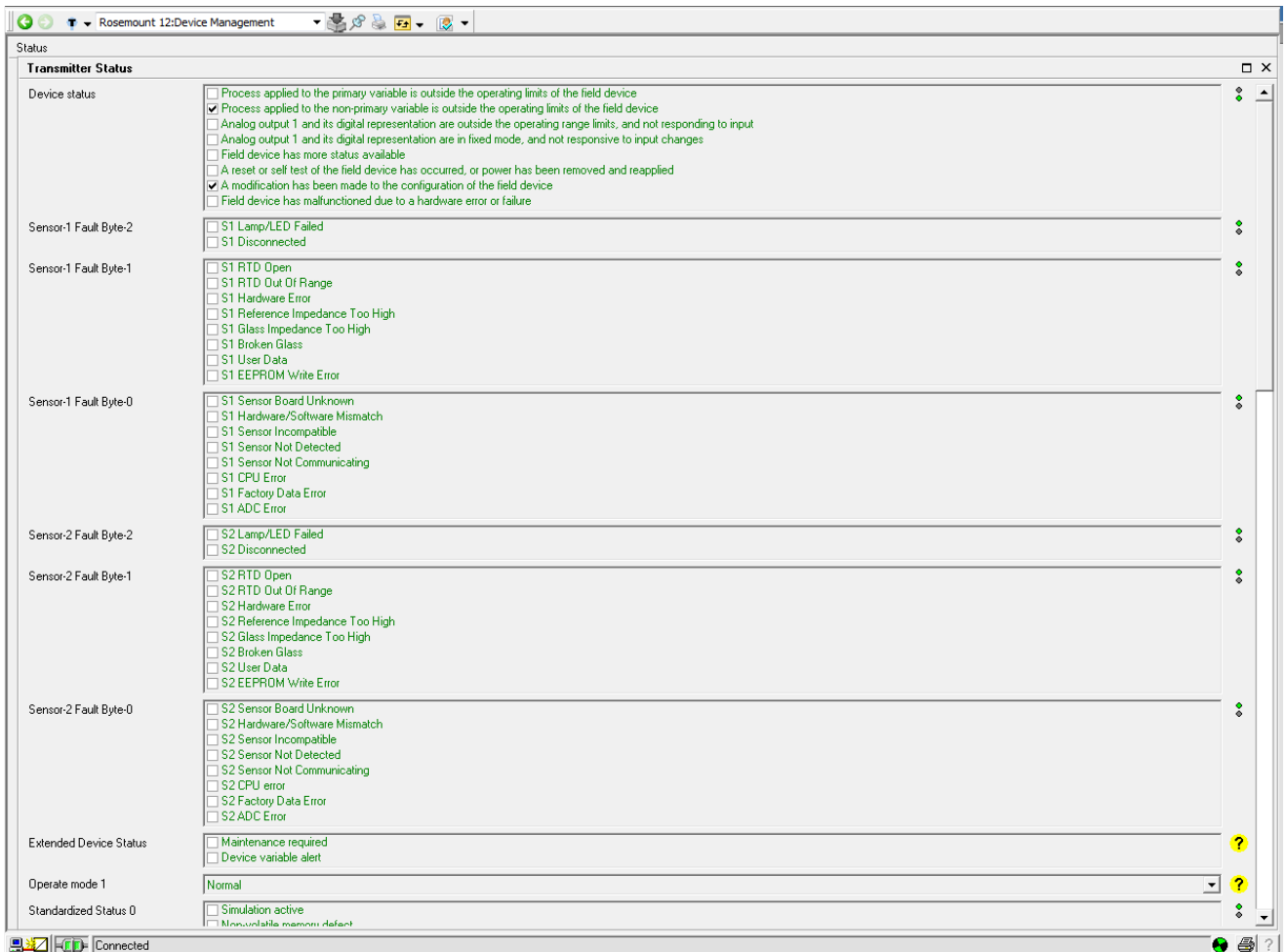
KUVA 10. Ote Asset Monitorin Conditions-välilehdeltä, josta näkyy esimerkkejä elektrodien vioista ja häilytyksistä

### 6.4.3 Rosemount 1056

Rosemountin pH/Redox lähetin oli HART-tueltaan laitekolmikosta vaatimattomin. DTM:n oli DD-pohjainen ja sen ulkoasu ja käytettävyys eivät olleet yhtä hyvät, kuin muissa laitteissa. DTM valikoissa asetukset löytyivät alavalikkojen kautta etsimällä, toisin sanoen DTM ei sisältänyt navigaatiopaneelia näkymän sivussa ollenkaan. Tämä hidasti halutun toiminnon löytymistä. DTM:stä löytyivät kuitenkin pH/redox mittarille tyypilliset parametrit ja kalibrointimahdollisuudet. Laite kerää myös jonkin verran itsediagnostiikkatietoa, jota voi käydä katsomassa DTM:n kautta. Diagnostiikka kerää laiteviat, anturi-kohtaiset viat ja varoitukset, kanavaviat sekä muita tilatietoja.



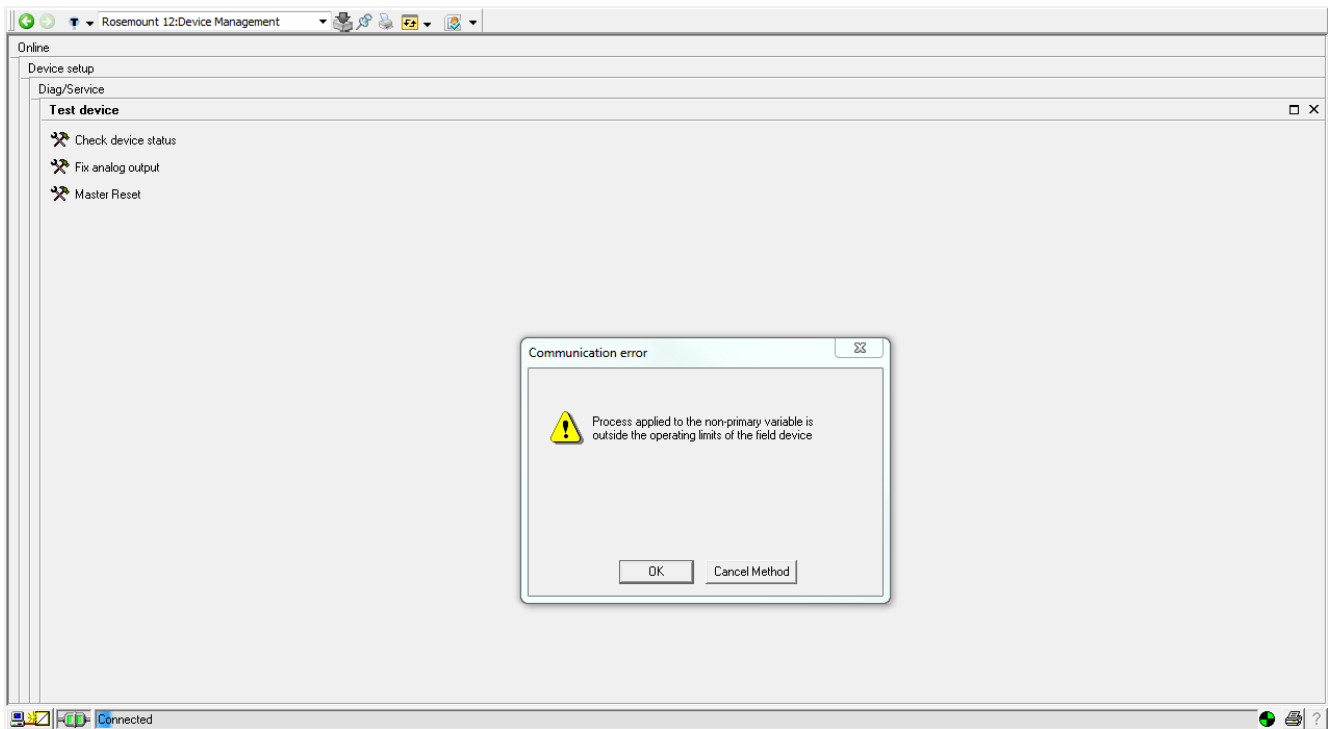
KUVA 11. Rosemountin DTM valikon yleisilme. DTM:n DD-pohjaisuus näkyy yksinkertaisen ulkoasuna



KUVA 12. Itsediagnostiikkanäkymä

Lähetin ei tue Asset Monitoringia yhtä kattavasti, kuin muut testilaitteet. Vikaparametreja löytyy ainoastaan 8 kappaletta. Laitteen itsediagnostiikasta kuitenkin nähdään tarkemmat viat laitteessa, mutta Asset Monitor ei osaa erikseen niistä erikseen hälyttää. Hälytyksenä tulee yleisluotoinen ”More diagnosis information available”, jonka informaatio voidaan käydä lukemassa laitteen itsediagnostiikkanäkymästä tai ”Check Device” -valikosta. Vikatilanteessa olisi siis hyvä olla pääsy DTM:n kautta lukemaan vika.





KUVA 13. DTM:n “Check Device”

## 6.5 DTM-valikkojen käyttö

Työssäni tutkin myös eri vaihtoehtoja DTM-käyttöliittymän käyttämiseksi. Käytännössä siihen käsiksi pääsemiseksi täytyy huomioida useampi asia, minkä vuoksi helpoimman ja käytännöllisimmän tavan löytäminen oli myös yksi työn osa.

Jotta DTM:ssä olisi mahdollista tehdä muokkauksia, täytyy prosessiasema ja I/O-kortit olla varattuina (Reserved). Ilman varausta DTM aukeaa ns. ”Read Only” -tilassa, jossa on vain lukuoikeudet, eikä konfigurointeja tai analyyseja pystytä tekemään HART:in kautta.

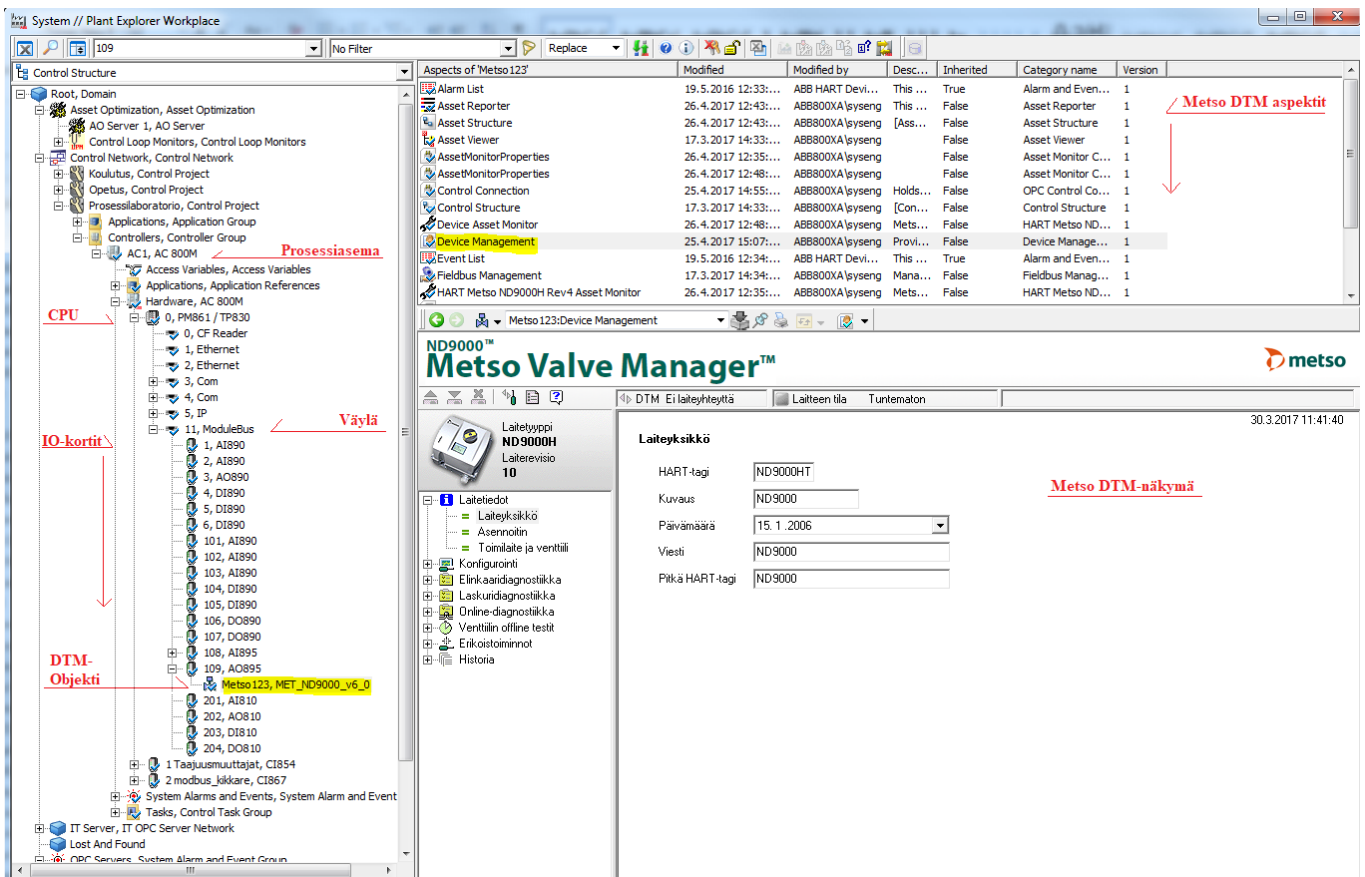
Eri käyttäjille on myös mahdollista asettaa eri käyttöoikeudet DTM:ien käyttöön. FDT 1.2 standardin mukaan käyttöoikeudet jakaantuvat viiteen tasoon: Administrate, FDT-Configure, FDT-Operate, FDT-Maintain sekä FDT-Observe. Käyttäjärühmät taas jakaantuvat 6 tasoon: OEM Service, Administrator, Planning Engineer, Maintenance, Operator sekä Observer. Näillä käyttäjärühmillä on eri käyttöoikeudet, jotka näkyvät alla olevasta taulukosta. Käyttöoikeudet ovat kuitenkin DTM:stä riippuvaisia ja niitä voi myös itse muuttaa. (ABB 2012, 33)

800xA Permissions	Mapped 800xA user groups (default setting)	FDT 1.2 User roles						800xA DTM Operations Observed assignment, but this depends on the implementation in the DTM			
		OEM Service (optional setting)	Administrator (optional setting)	Planning Engineer	Maintenance (Planning Engineer does include Maintenance role)	Operator	Observer	Enable Communication	Upload	Download	Configure/Force
Administrate	Administrators	X	X	X				X	X	X	X
FDT Configure	Application Engineers			X				X	X	X	X
FDT Operate	Operators					X		X			
FDT Maintain	System Engineers				X			X			
FDT Observe	Everyone / Guest						X	X			

KUVIO 5. Oikeuksien jakaantuminen käyttäjäryhmille sekä 800xA:n DTM operaatioille (ABB 2012)

### 6.5.1 DTM:ien käyttö Plant Explorerin kautta

DTM käyttöliittymiä käytetään pääasiassa Plant Explorerin tai Maintenance Workplacen kautta. DTM -näkyvä avautuu halutun laitteen ”Device Management” -aspektista. Plant Explorerin kautta prosessi-aseman varauksen tekeminen onnistuu helposti klikkaamalla prosessi-aseman jotain komponenttia hiiren oikealla ja valitsemalla ”Reserve”. DTM-ikkuna aukeaa Plant Exploreriin tai uuteen ikkunaan.



KUVA 14. Kokonaisnäkö Plant Explorerista, jossa Metson DTM auki

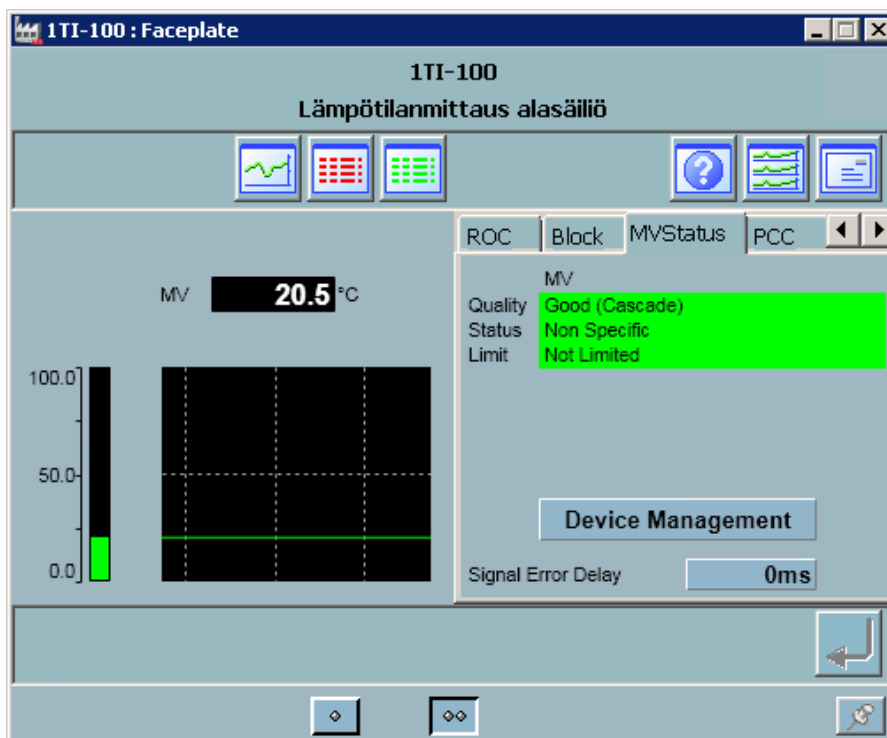
## 6.5.2 DTM:ien käyttö valvomönäkymistä

Laitteiden Device Management -aspekti pystytään linkittämään valvomokuvaan esimerkiksi painikkeiden muodossa. HART-laitteista voitaisiin koostaa esimerkiksi listanäkymä laitepositioiden mukaan valvomönäytölle, josta saataisiin auki DTM näkymät. Käytännössä tämä vaatisi enemmän konfigurointi-työtä ja listan päivittämistä uusien laitteiden tai laitevaihtojen myötä. Toiseksi ongelmaksi muodostuu varauksen tekeminen. Varaus voidaan tehdä ainoastaan Plant Explorerin kautta, minkä vuoksi varaus täytyisi käydä laittamassa sitä kautta erikseen päälle. Myös käyttöoikeudet voivat estää DTM muokkauksen, minkä vuoksi valvomoon tulisi olla kirjaututtuna tarpeeksi oikeuksia omaava käyttäjä. DTM linkkaamisessa on myös suoraan mahdollista valita haluttu näkymä, jolloin päästäisiin suoraan haluttuun näkymään, kuten diagnostiikkänäkymään.



KUVA 15. Esimerkkejä mahdollisista painikkeista valvomönäkymissä

Toinen mahdollinen tapa saada Device Management -aspekti eli laitteen DTM auki valvomosta on sen linkittäminen mittauksen Faceplaten MVStatus välilehdelle. Tämä helpottaisi laitteiden löytämisestä, kun ei tarvitse välttämättä tietää laitteen tarkkaa positiota tai ”tagia”, vaan voidaan katsoa laitteen sijainti suoraan valvomokuvasta.



KUVA 16. Faceplate, johon linkitetty Device Management painike

Kolmantena vaihtoehtona kokeilin Device Management -aspektin kopioimista mittaustiedon aspekteihin sekä avaamista valvomokuvista suoraan mittauksen päältä hiiren oikealla painamalla. Tämä olisi kenties toimivin ratkaisu, mutta Device Management aspektin kopioiminen mittauksen aspekteihin tuottaisi työtä, eikä täyttä toimintavarmuutta ole aspektin ollessa kahdessa eri paikassa samanaikaisesti.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön päätavoitteina oli tutkia HART-kommunikointia ABB 800xA -järjestelmässä, löytää keinoja helpottamaan laitteiden vikaantumisen ennakoitavuutta, saada enemmän työkaluja laitteiden kunnonvalvontaan sekä tutkia etäkonfiguroinnin tuomia hyötyjä. Aihetta ei kuitenkaan rajattu alussa kovin tarkasti, koska kaikkia HART-ominaisuuksia tai toiminnollisuuksia järjestelmässä ei vielä osattu nimetä lähtötilanteessa. Työn edetessä työ selkeentyi ja rajautui laiterajoitusten vuoksi pääasiassa DTM:ien sekä Asset Monitorien tutkimiseen. Näillä ominaisuuksilla päästiin toivottuihin tavoitteisiin. S900 sarjan I/O-korteilla olisi saatu laajempi tuki HART:ille ja kunnossapito-ohjelmien (SAP, Maximo), integroinnilla Asset Monitorointi olisi kattavampi. Jo pelkästään nämä kaksi aluetta olivat kuitenkin hyvin laajoja, joten mielestäni ei olisi ollutkaan tarvetta enää laajentaa opinnäytetyön aihetta.

Työn suoritus alkoi järjestelmän opiskelulla sekä laitteiden kytkemisellä järjestelmään. Aloitus oli haastava, koska järjestelmä ei ollut minulle entuudestaan juurikaan tuttu. Järjestelmä sisälsi tuhansia sivuja ohjedokumentteja ja niiden selaaminen tuli tutuksi työtä tehdessä. HART-kommunikoinnin konfigurointi järjestelmään oli siis vain pieni osa kokonaisuudesta, mitä työtä tehdessä opin. Työn edetessä tuli monenlaisia ongelmia vastaan, joiden kanssa meni helposti useampi päivä selvittäessä. Suurimmat ongelmat liittyivät Asset Monitoroinnin käyttöönottoon ja Asset Optimization serverille monitorien lataaminen. Käytössäni oli alussa vanhat DTM-versiot, minkä vuoksi ongelmia esiintyi. Uusilla laitekohtaisilla DTM-paketeilla tuli uudet toimivat Asset Monitorit.

Chemplant oli työn suorituspaikkana mielestäni sopiva tälle työlle. Turvallinen testausympäristö salli enemmän kokeilua työssä, jolloin myös monet asiat ratkesivatkin ja lähtivät toimimaan. Järjestelmää tai sen osia joutui esimerkiksi välillä sammuttamaan, mikä ei välttämättä olisi tehdasympäristössä ollut mahdollista. Toisaalta kaikki ongelmat tai ratkaisut eivät tulleet esille Chemplantissa osittain erilaisen ja pienemmän laitekannan vuoksi. Esimerkiksi useamman samanlaisen laitteen DTM:n asennusta en pystynyt kokeilemaan.

Työtä tehdessä kävin läpi laitteiden DTM:ien ja Asset Monitorien sisällöt perusteellisesti. DTM:ien kautta konfigurointi toimi hyvin, yksittäisiä ongelmia lukuun ottamatta, ja kattavampien ominaisuuksien vuoksi uskon, että se on parempi vaihtoehto kuin käsikommunikaattorilla konfigurointi ristikytkentätilasta. Pelkästään jo mitta-alueiden muuttaminen sujuu huomattavasti nopeammin DTM:n kautta, koska kunnossapitohenkilöstön ei tarvitse fyysisesti liikkua ristikytkentätilaan, vaan konfigurointi suoritetaan tukipisteeltä jokaiselle eri tehtaan laitteelle.

Laitetyypistä riippuen on myös mahdollista tehdä erilaisia diagnostiikkatestejä laitteille, kuten esimerkiksi Metson asennoittimen venttiilin suorituskyvyn testit. Venttiileistä voitaisiin esimerkiksi ajaa testit läpi uutena, ja myöhemmin tehdä testit uudelleen, jolloin nähdään, onko suorituskyky laskenut alle prosessissa vaadittavien kriteerien. Testeistä saadaan tulostettua graafiset dokumentit arkistointia varten.

Asset Monitoring toi huomattavasti lisäarvoa HART:in käyttöönotolle. Sen tarjoama automaattinen kunnonvalvonta on erityisen kätevä, kun halutaan laitteesta tarkempaa diagnostiikkadataa heti, kun vika ilmenee. Joissain tapauksissa ja laitteista riippuen vikadiagnostiikka on niin tarkka, että se tunnistaa laitteesta hajonneen osan, jolloin se voidaan korvata esimerkiksi toisesta laitteesta.

HART käyttöönotto ei käytännössä vaadi suuria investointeja. Suurin työ on HART-toimintojen opetteluissa ja työhön integroimisessa. Jos saatua diagnostiikkadataa hyödynnetään ennakoivassa kunnossapidossa sekä käytetään etäkonfigurointimahdollisuutta, uskon, että hyvin organisoituna HART hyvä työkalu kunnossapidon päivittäistä työtä helpottamaan. Asset Monitorointi toimii taustalla itsenäisesti ja DTM:iä voidaan käyttää tarvittaessa esimerkiksi mitta-aluemuutoksien yhteydessä. Ensimmäisenä voitaisiin ottaa testikäyttöön vain pieni laitekanta, ja tulevaisuudessa laajentaa laitekantaa, kun toiminta on tuttua ja testattua.

## LÄHTEET

- Boliden. a. Www-dokumentti, Saatavissa: <http://www.boliden.com/fi/About/>. Viitattu 15.2.2017.
- Boliden. b. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.com/Documents/Press/Presentations/Boliden Group Presentation 2015-16 ENG.pdf>. Viitattu 16.2.2017.
- Boliden. c. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Historisk folder EN.pdf>. Viitattu: 16.2.2017.
- Boliden. d. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.com/fi/About/History/1986-today/>. Viitattu 16.2.2017.
- Boliden. e. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.fi/fi/Toimipaikat/Sulatot/Kokkola/>. Viitattu 16.2.2017.
- ABB. 2007. ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05\\_0\\_Automaation%20tietoliikenne.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05_0_Automaation%20tietoliikenne.pdf). Viitattu 20.2.2017.
- ABB. 2009. AC 800M and S800 I/O Getting Started. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/e915b89c8996e503c125757b0031fcb8/3BSE056248\\_en\\_AC\\_800M\\_and\\_S800\\_I\\_O\\_-\\_Getting\\_Started.pdf](https://library.e.abb.com/public/e915b89c8996e503c125757b0031fcb8/3BSE056248_en_AC_800M_and_S800_I_O_-_Getting_Started.pdf). Viitattu 15.3.2017.
- ABB. 2012. System 800xA Device Management PROFIBUS and HART Configuration. Pdf-dokumentti. Viitattu: 28.4.2017.
- ABB. 2013a. AC 800M Controller Hardware. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510\\_A\\_en\\_AC\\_800M\\_5.1\\_Controller\\_Hardware.pdf](https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510_A_en_AC_800M_5.1_Controller_Hardware.pdf). Viitattu 16.3.2017.
- ABB. 2013b. Process Graphics. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/c3a3d228bb0b7bccc1257b4000215a96/3BSE049230-510\\_E\\_en\\_System\\_800xA\\_Engineering\\_5.1\\_Process\\_Graphics.pdf](https://library.e.abb.com/public/c3a3d228bb0b7bccc1257b4000215a96/3BSE049230-510_E_en_System_800xA_Engineering_5.1_Process_Graphics.pdf). Viitattu: 24.4.2017.
- ABB. 2013c. S800 I/O DTM 5.3. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/b89f3a97b6e6ee64c1257b40001f663d/3BSE027630-510\\_A\\_en\\_S800\\_I\\_O\\_DTM\\_5.3.pdf](https://library.e.abb.com/public/b89f3a97b6e6ee64c1257b40001f663d/3BSE027630-510_A_en_S800_I_O_DTM_5.3.pdf). Viitattu 19.3.2017.
- ABB. 2013d. S800 I/O Modules and Termination Units. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/e78b5c07ed71e2ecc1257b40001d787a/3BSE020924-510\\_B\\_en\\_S800\\_I\\_O\\_Modules\\_and\\_Termination\\_Units.pdf](https://library.e.abb.com/public/e78b5c07ed71e2ecc1257b40001d787a/3BSE020924-510_B_en_S800_I_O_Modules_and_Termination_Units.pdf) Viitattu 19.3.2017.
- ABB. 2013e. System 800xA 5.1 System Guide Functional Description. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/898c17457d403304c1257b40002e8171/3BSE038018-510\\_H\\_en\\_System\\_800xA\\_5.1\\_System\\_Guide\\_Functional\\_Description.pdf](https://library.e.abb.com/public/898c17457d403304c1257b40002e8171/3BSE038018-510_H_en_System_800xA_5.1_System_Guide_Functional_Description.pdf). Viitattu 15.3.2017.
- ABB. 2014. HART variables in AC800M. Asiantuntijaverkoston foorumi. Saatavissa: <http://www402.abbext.com/HART-variables-AC800M-q27672.aspx>. Viitattu 15.3.2017.

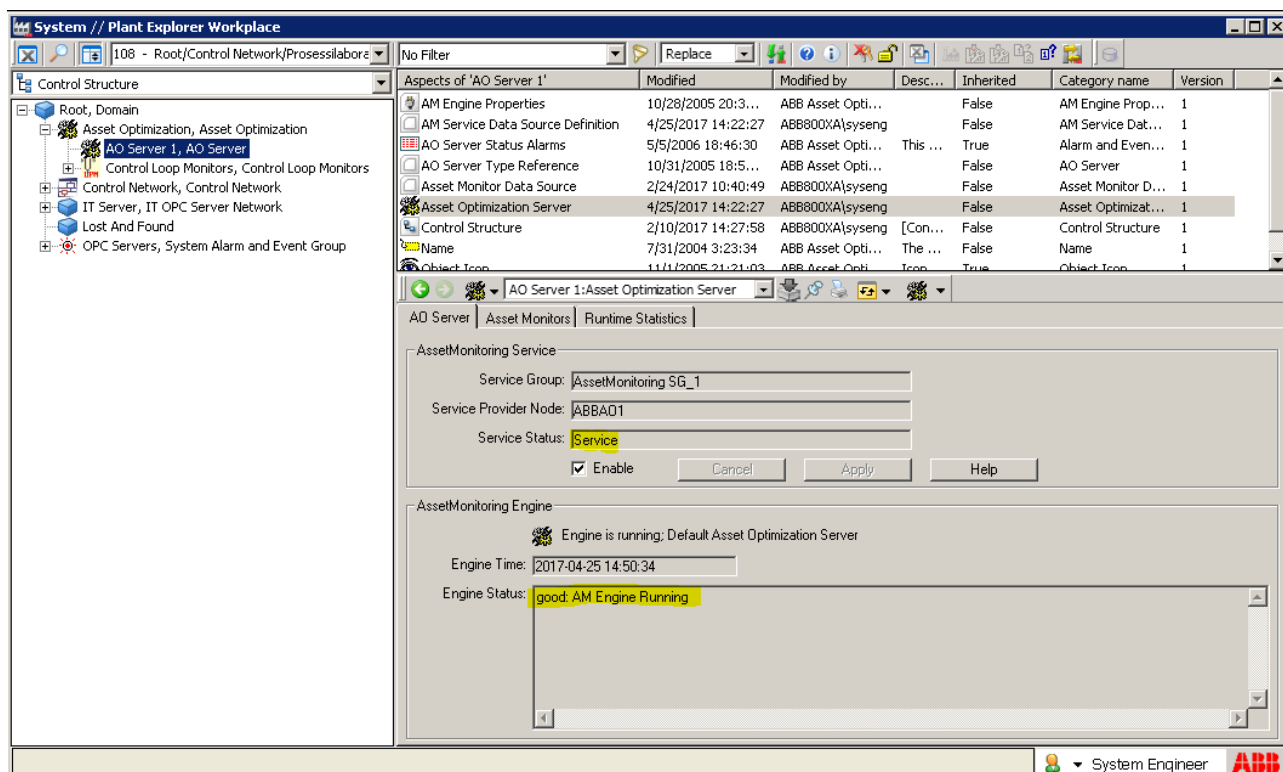


- ABB. 2015. System 800xA Asset Optimization. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/ee224879a288425694c9678197e7126c/3BUA000118-510\\_G\\_en\\_System\\_800xA\\_Asset\\_Optimization\\_5.1\\_Configuration.pdf](https://library.e.abb.com/public/ee224879a288425694c9678197e7126c/3BUA000118-510_G_en_System_800xA_Asset_Optimization_5.1_Configuration.pdf). Viitattu 20.4.2017.
- ABB. N.d. Control Builder. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://new.abb.com/control-systems/system-800xa/800xa-dcs/hardware-controllers-io/control-builder-engineering-software>. Viitattu 20.3.2017.
- Birkhofer, Rolf. 2007. Standards for Device Integration: FDT/DTM. Internet artikkeli. Saatavissa: <http://www.controleng.eu/article/12580/Standards-for-Device-Integration--FDT-DTM.aspx>. Viitattu 26.3.2017.
- Bowden, R. 2009. Romilly's HART® and Fieldbus Web Site. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.romilly.co.uk/whathart.htm>. Viitattu 27.2.2017.
- Emerson. 2016. Rosemount 1056 Dual-Input Intelligent Analyzer Product Data Sheet. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.emerson.com/resource/blob/product-data--1056-multi-parameter-analyzer-data-69224.pdf>. Viitattu 9.4.2017.
- HART Communication Foundation. 2005. HART Application Guide. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://www.fieldcommgroup.org/sites/default/files/technologies/hart/appguide\\_hartguide6.1.pdf](https://www.fieldcommgroup.org/sites/default/files/technologies/hart/appguide_hartguide6.1.pdf). Viitattu 21.2.2017.
- HART Communication Foundation. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol\\_what.html](http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_what.html). Viitattu 17.2.2017.
- KROHNE. N.d. Valmistajan kotisivut. Saatavissa: <http://krohne.com/en/products/flow-measurement/electromagnetic-flowmeters/signal-converters/ifc-300/>. Viitattu 9.4.2017.
- Nyce, David S. 2016. Position Sensors. E-kirja. Saatavissa: <https://books.google.fi/books?id=TpdPCwAAQ-BAJ&pg=PA112&lpg=PA112&dq=#v=onepage&q&f=false>. Viitattu 5.3.2017.
- Metso. 2017. Valmistajan kotisivut. Saatavissa: <http://www.metso.com/products/Positioners/neland9000-intelligent-valve-controller/>. Viitattu 9.4.2017.
- Opetushallitus. N.d. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>. Viitattu 1.4.2017.
- SFS-EN 13306. 2011. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Standardi. Viitattu 20.3.2017.
- SIEMENS. N.D. Application Guide. Saatavissa: [http://www.automation.siemens.com/w1/efiles/automation-technology/pi/application\\_guides/en/lut400\\_hart\\_en.pdf](http://www.automation.siemens.com/w1/efiles/automation-technology/pi/application_guides/en/lut400_hart_en.pdf). Viitattu 25.2.2017

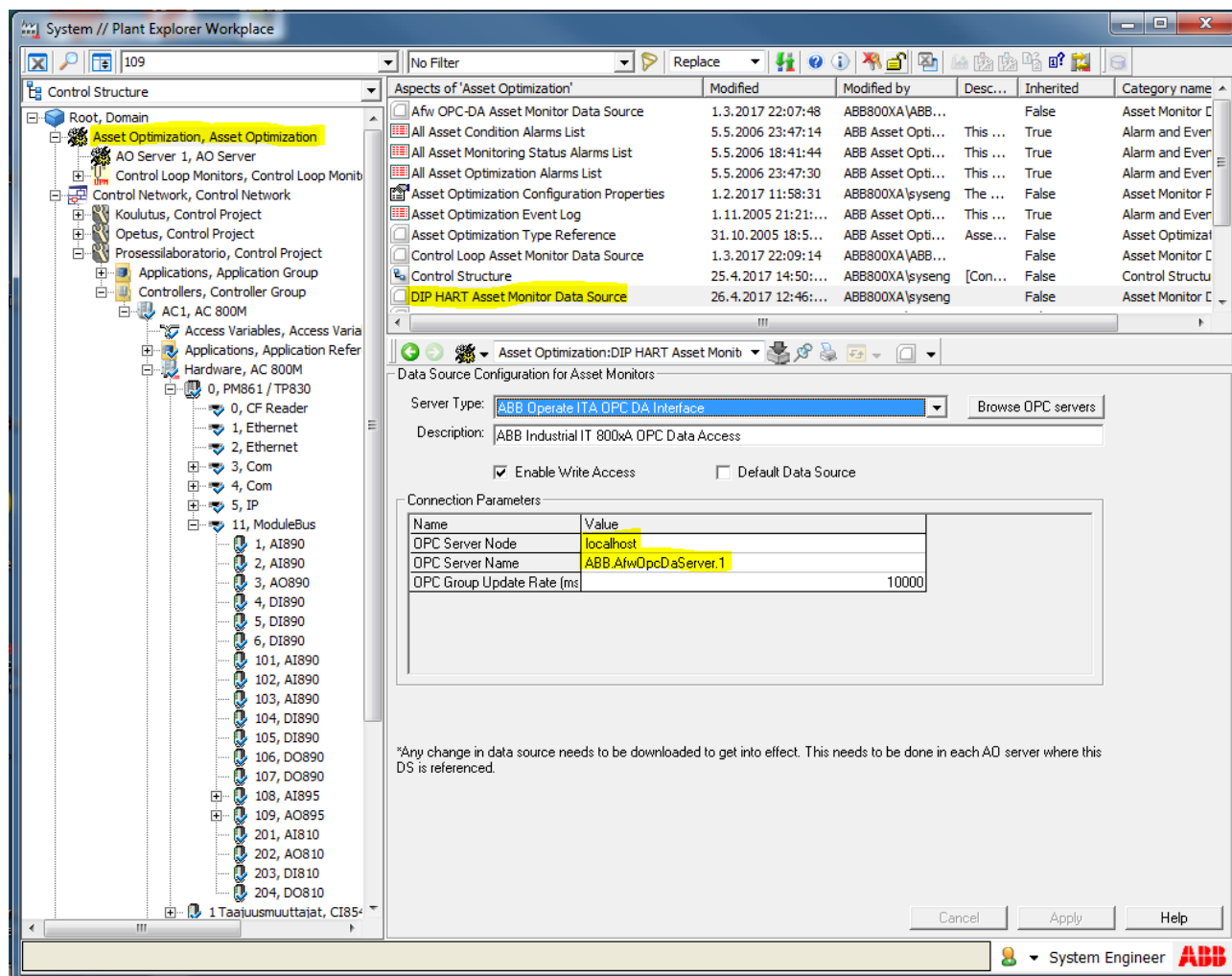
# HART Asset Monitoroinnin sekä HART DTM käytön aloittaminen ABB 800xA 5.1 FP4 järjestelmässä.

## ALKUMÄÄRITYKSET

- Toimiva Asset Optimization serveri



- Asset Optimization Serverin asetukset riippuvat esimerkiksi käytetystä laitemäärästä sekä lukutiehdyestä.
- Tässä opinnäytetyössä Objektin *Asset Optimization*, *Asset Optimization* aspektissa *DIP HART Monitor Data Source* asetuksiin on laitettuna seuraavat:



- **HART** laitteiden milliampeeriviesti tulee järjestelmään, ts. ovat kytketyt.
- **Tool Routing** päällä prosessiasemassa. Tuplaklikkaus CPU:n (PM8XX) päältä

RNRP Number of remote areas	4	dint		0	15
RNRP Max Lost Messages	3	dint		1	10
RNRP Send Period	1	dint	s	1	60
RNRP Max no of hops	3	dint		1	5
RNRP Ext network		string			150
RNRP Ext netw mask		string			150
RNRP Ext router1 addr		string			150
RNRP Ext router2 addr		string			150
<b>Tool Routing</b>	<b>Enabled</b>	enum			
Tool Routing max no of connections	40	dint		5	50
CS CNCP ClockMaster Order No	0	dint		0	10
CS Protocol Type	SNTP	enum			
CS Time Set Enabled	False	enum			
CS Synch Interval	20	dint	s	1	240
CS SNTP ServerAddr 1	172.16.80.21	string			150
CS SNTP ServerAddr 2		string			150

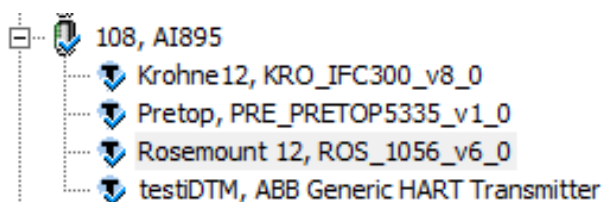
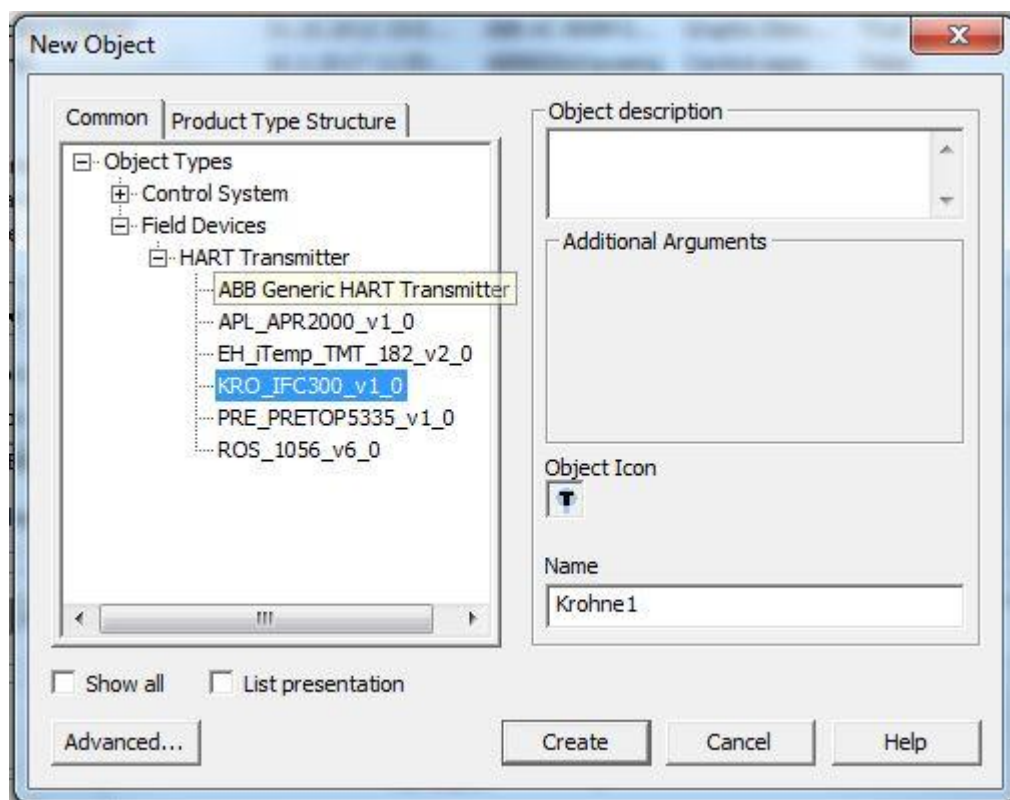
Settings Connections Unit Status

## DTM ASENNUKSET

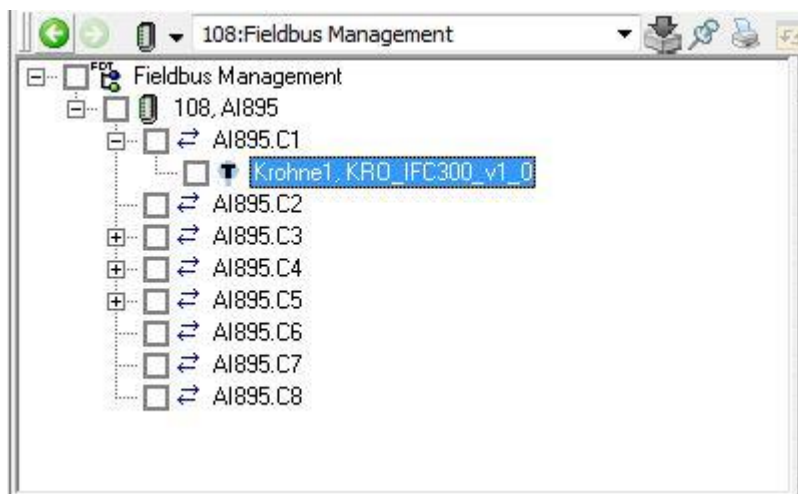
- Asenna laitteen uusimmat DTM tiedostot (huomioi laiter revisiot) kaikille nodeille, jossa on Device Library Wizard asennettuna.



- Lisää laitteen objekti IO-kortin alle Plantista (Hiiren oikealla IO kortin päältä ja Add new object->Object types->Field devices->HART)



- Siirrä laite IO-kortin Fieldbus Management aspektista oikealle kanavalle raahaamalla (Huom. siirto ei onnistu Connection enabled tilassa).

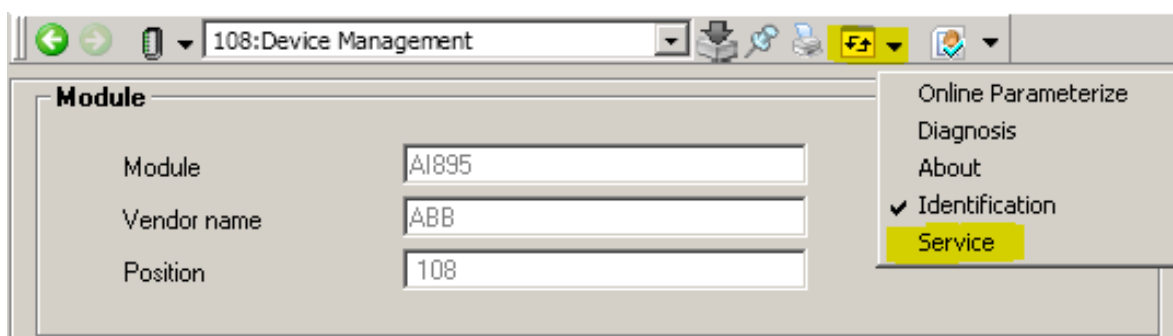


- Kun kaikki laitteet ovat IO-kortin alla, täytyy IO-kortin HART ominaisuus nollata laitteiden löytämiseksi (Vain uusille laitteille).

1. Avaa laiteyhteys hiiren oikealla IO-kortin päältä ja valitse Device Functions -> Enable Communication.



2. Valitse IO-kortin Device Management aspektin valikosta Service



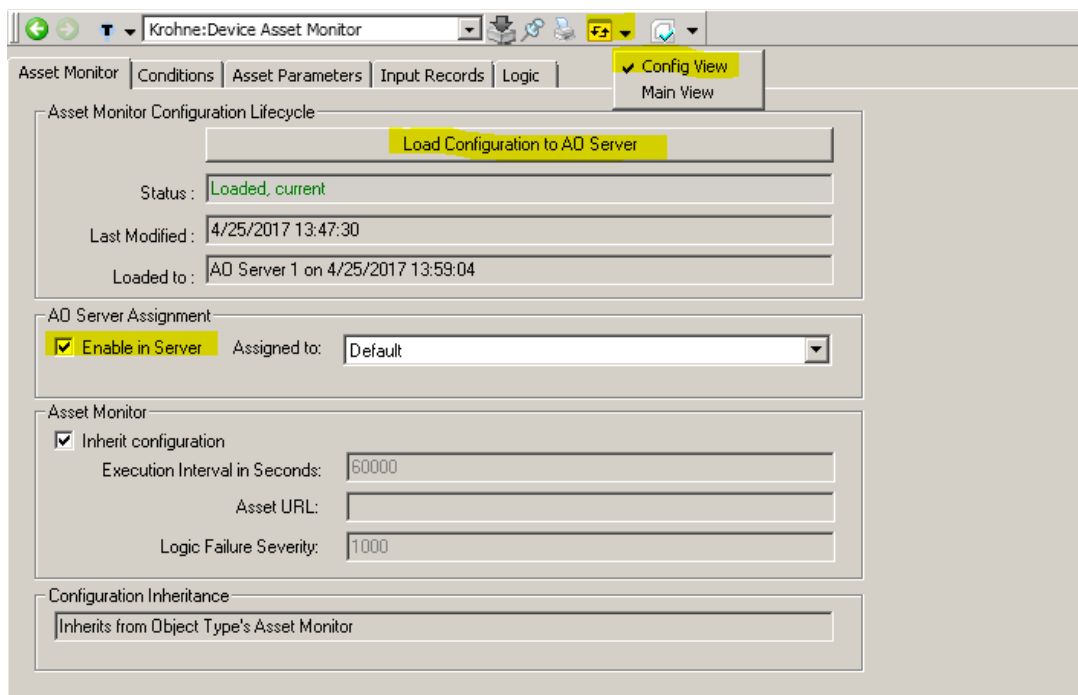
3. Valitse alasvetovalikosta Perform Master Reset ja paina Execute

4. Voit tarkistaa Device Managementin Diagnosis-valikosta, että Channel Status kohdassa lukee SCAN ENABLED jokaisen HART-laitteen kohdalla.

- Tässä vaiheessa voidaan testata DTM yhteyden toimivuutta laiteobjektin Device Management aspektista. IO-kortin yhteys täytyy olla päällä (Device Functions -> Enable Communication). Device Management avaa laitteen DTM näkymän, jota pitäisi nyt pystyä käyttämään.

## ASSET MONITORIT

- Mene laitteen Asset Monitor – aspektin Config Viewiin ja Lataa Asset Monitori käynnissä olevalle AO serverille (katso kuva alapuolella). Asetuksiin ei tarvitse koskea.
- Jos Asset Monitor aspektia ei löydy laitteen aspektiluettelosta, niin DTM on liian vanha ja ei sisällä sitä tai on asentunut väärin tai asennettu liian harvalle nodelle.
- Joissakin tapauksissa voidaan käyttää myös HART Generic Device Asset Monitoria, joka lisää HART laitteen aspekteihin ja ladataan AO serverille. (Vain perus HART monitorointiominaisuudet)



- Tämän jälkeen mene IO-kortin Fieldbus Management aspektiin. Tästä paina kohdasta Fieldbus Management hiiren oikealla ja klikkaa Configure OPC Server. Tämän jälkeen Asset Monitorit toimivat. Riittää kun konfiguroinnin tekee yhden kerran, niin Kaikki Asset Monitorit toimivat. Huom! kommunikaatio laitteille pitää käyttää kerran päällä ennen kuin OPC serveri konfiguroidaan (Communication enabled).

The screenshot displays the Plant Explorer Workplace interface. On the left, a tree view shows the control structure hierarchy, with '109, AO895' selected. The right pane shows a table of 'Aspects of 109' with the following data:

Aspects of '109'	Modified	Modified by	Desc...	Inherited	Category name	Version
Asset Viewer	3/1/2017 19:05:42	ABB HART Devi...		False	Asset Viewer	1
Control Builder Name	2/7/2017 15:01:09	ABB800XA\syseng	The ...	False	Control Builder ...	1
Control Properties	2/7/2017 15:01:09	ABB800XA\syseng	[Con...	False	Control Properties	1
Control Structure	3/17/2017 14:33:53	ABB800XA\syseng	[Con...	False	Control Structure	1
Device Management	3/13/2017 10:35:04	ABB800XA\syseng	Provi...	False	Device Manage...	1
Fieldbus Management	2/7/2017 15:01:09	ABB800XA\syseng	Mana...	False	Fieldbus Manag...	1
Hardware Status And Tag Navigation	2/7/2017 15:01:09	ABB800XA\syseng	This ...	False	Hardware Statu...	1
Hardware Status Control	10/31/2012 15:0...	ABB AC 800M S...	Grap...	True	Graphic Elemen...	1
Hardware Unit	2/9/2017 10:37:41	ABB800XA\syseng	Cont...	False	Hardware Unit	1

The context menu for '109' includes the following options: Disable Communication, Configure OPC server, Help, and About ...

The bottom status bar indicates 'Communication enabled' and the user 'System Engineer'.

- Monitorien toimivuus voidaan todeta Asset Monitor aspektista