

Juha Sihvonen

# VIILUTEHTAAN PROSESSITIEDONKERUU SUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO

Opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2022



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkintonimike</b>	<b>Aika</b>
Juha Sihvonen	Sähkö- ja automaatiotekniikan insinööri (AMK)	Marraskuu 2022
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		75 sivua
Viilutehtaan prosessitiedonkeruu Suunnittelu ja käyttöönotto		
<b>Toimeksiantaja</b>		
UPM PlyWood Oy		
<b>Ohjaaja</b>		
Teemu Manninen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa UPM Plywood Oy Kalson viilutehtaalle tietokantapohjainen prosessitiedonkeruujärjestelmä. Järjestelmän tuli automaattisesti pystyä tallentamaan tietoa tehtaan automaatiojärjestelmistä prosessien seurannan, analysoinnin ja raportoinnin tietolähteeksi. Järjestelmän muuttuja kapasiteetin tuli olla vähintään 1000 kappaletta 16- tai 32-bittistä muuttujaa ja sen tuli kyetä alle 5 s tallennussykliin. Tallennettavan tiedon tuli säilyä järjestelmässä ja olla käytettävissä vähintään 48 kuukautta. Järjestelmään valittujen ohjelmistojen ja komponenttien tuli olla yleisesti kaupan olevia tuotteita. Raporttien tuottamista varten tiedonhaku tietokannasta tuli olla suoritettavissa Microsoft Transact-SQL -kielellä.</p> <p>Tiedonkeruun pääsovellukseksi valittiin Wonderware Historian. Ennen järjestelmän käyttöönottoa määriteltiin ja toteutettiin tarvittavat ohjelma- ja laitteistomuutokset tehtaan- ja voimalaitoksen automaatiojärjestelmiin. Tiedonkeruun tarpeelliset tietokanta-, keruu- ja kommunikatiohjelmat asennettiin järjestelmän kehitystyön ja testauksen ajaksi paikalliselle tehoyöasemalle. Tämä oli tarpeen kehitystyön joustavuuden kannalta. Järjestelmä voidaan myöhemmin helposti siirtää virtuaaliselle palvelintietokoneelle.</p> <p>Työn lopputulokseksi syntyi tiedonkeruujärjestelmä, joka vastaa hyvin prosessitiedon keräämiselle asetettuihin tavoiteisiin siten, että sen toiminnallinen suorituskyky on tallennussyklin nopeuden osalta tavoitteiden mukainen ja keruupisteiden maksimimäärän ja tietojen säilytysajan osalta korkeampi kuin asetetut tavoitteet. Järjestelmän ylläpito ja jatkokehitys voidaan hoitaa tehtaan oman automaatiohenkilöstön resurssein. Koska normaalin Microsoft SQL Server -tietokannan kyky käsitellä suuria määriä nopeasti muuttuvaa tietoa on rajallinen, käyttää Wonderware Historian tiedon tallentamisessa tekniikkaa, jossa tallennus tapahtuu erityisiin historiatiedostoihin. Jotta näihin tietoihin voidaan kohdistaa SQL-kyselyjä, täytyy kyselyissä käyttää Historianin laajennettua käskykanta. Tältä osin tavoiteta tietokantakyselyiden suorittamisesta puhtaalla Transact-SQL-kielellä ei siis saavutettu.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
tiedonkeruu, suunnittelu, ohjelmointi, Wonderware		

Author (authors)	Degree	Time
Juha Sihvonen	Bachelor of Engineering	November 2022
<b>Thesis title</b>		75 pages
Process data collection to veneer mill Planning and commissioning		
<b>Commissioned by</b>		
UPM PlyWood Oy		
<b>Supervisor</b>		
Teemu Manninen		
<b>Abstract</b>		
<p>The purpose of this thesis was to implement a database-based process data collection system to UPM Plywood Oy Kalso veneer mill. This system had to be able to automatically save information of mill automation systems for process monitoring, -analysis and -reporting. The variable capacity of the system had to be at least 1000 16- or 32-bit variables and it had to be capable of less than 5 sec storage cycles. The collected data had to be stored in the system and it had to be available for at least 48 months. Selected software and components had to be commercially available products. Report generation from database had to be performed using Microsoft Transact-SQL.</p>		
<p>Wonderware Historian was chosen as the main data collection application. Before implementation of the system all needed software and hardware changes to the mill and power plant automation systems were defined and implemented. During system development and testing the needed database, data collection, and communication software for data collection were installed on a stand-alone power PC. This was necessary for the flexibility of the development work. The system can be easily transferred to a virtual server computer later.</p>		
<p>The result of the thesis was a data collection system that meets the set targets for collecting process data. Its performance meets the set target in storage cycle speed and is higher than the set targets both in terms of maximum number of collection points and data retention time. The maintenance and development of the system can be handled by mill's own automation personnel. Since standard Microsoft SQL Server's capability to handle large amounts of rapidly changing data is limited, Wonderware Historian is using a technology that stores specific history files. To apply SQL queries to this data, queries must use the Wonderware Historian extended SQL statement set. Because of this requirement the target of using only pure Transact-SQL was not achieved.</p>		
<b>Keywords</b>		
data collection, planning, programming, Wonderware		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ALKUTILANTEEN KARTOITUS .....	7
2.1	Tiedonkeruun lähtötilanne .....	7
2.2	Tavoitteet.....	7
3	SUUNNITTELU.....	8
3.1	Logiikka ja HMI-laitteistot.....	8
3.2	LAN-verkko ja automaatiolaitteiden liitynnät .....	9
3.3	Kerättävä data .....	10
3.4	Tiedonkeruu rajapintojen toteutus logiikoissa .....	10
3.5	Voimalaitoksen liittäminen keruuseen.....	11
3.6	Voimalaitoksen ja tehtaan välinen tiedonsiirto liityntä .....	12
3.7	PN/PN Coupler -linkin asennus ja konfigurointi .....	13
3.8	Couplerin konfigurointi Siemens-logiikkaan .....	16
3.9	Master-yksikön asennus Omron-logiikkaan .....	17
3.10	Omron-isäntäyksikön konfigurointi PROFINET-kenttäväylään .....	18
3.11	Voimalaitoksen ja tehtaan logiikoiden ohjelmistomuutokset .....	23
4	KERUUSOVELLUS .....	24
4.1	Wonderware .....	25
4.2	Wonderware System Platform .....	25
4.3	Wonderware Historian .....	26
5	WONDERWARE HISTORIANIN ASENNUS .....	27
5.1	SQL-tietokannan asennus .....	28
5.2	Tietokannan konfigurointi.....	35
5.3	Historianin asennus .....	38
5.4	Lisenssien asennus .....	45
6	HISTORIANIN KÄYTTÖÖNOTTO.....	46
6.1	Toimintavalmiuden tarkastus .....	46

6.2	Logiikkayhteydet .....	49
6.3	Kommunikointiserverien asennus ja konfigurointi .....	50
6.4	Historian konfigurointi .....	54
6.5	Muuttujien luonti Historianiin .....	58
6.6	Muuttujien massasyöttö .....	62
7	TOIMINNAN TARKISTUS JA TESTAUS .....	65
8	POHDINTA .....	67
	LÄHTEET .....	70
	KUVALUETTELO	

## 1 JOHDANTO

Puulevyteollisuudessa prosessien seuranta ja siitä saadun tiedon tallennusta on ollut olemassa toiminnan alusta saakka, Suomessa vuodesta 1890 lähtien. Tätä tietoa on tallennettu erilaisilla tavoilla. Ensin manuaalisella tukkimiehen kirjanpidolla ja sähkömekaanisilla nauha- ja kiekkoopiirtureilla, joista on siirrytty tämän päivän tietokantoihin tallentaviin keruujärjestelmiin sekä datan tallennukseen kaupallisiin pilvipalveluihin. Tietoa prosesseista kerätään ensisijaisesti prosessien ymmärtämisen takia. Se on perustana prosessien hallitsemiselle, kehittämiselle ja turvalliselle toiminnalle. (Miettinen 2020.)

Monen teollisuuslaitoksen teknistä toimintaa seurataan vain kuukausitasolla ja käsin laadituilla raporteilla. Karkea, kuukausitason raportointi esimerkiksi tehtaan kokonaissähkönkulutuksesta ei anna riittävää pohjaa tarkempaan analysointiin. Pitkälle automatisoidussa teollisuuslaitoksessa on kuitenkin valmiina paljon hyödynnettävää mittaustietoa, kulutuslaskentaa ja esimerkiksi asetusrvoja pää-, sivu- sekä energiatuotannon ohjausjärjestelmissä. Nykyaikaisista ohjausjärjestelmistä näitä tietoja voidaan kerätä tietokantoihin perustuviin tallennusjärjestelmiin.

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella ja toteuttaa tietokantapohjainen tiedonkeruu, johon jatkuvatoimisesti tallennetaan dataa prosessien jatkuvan seurannan, analysoinnin ja raportoinnin tietolähteeksi. Prosessitiedonkeruun päätoteutus tehdään käyttäen Schneider Electricin Wonderware System Platform -tuoteperheen Wonderware Historian -ohjelmistoa.

Työn tilaajana toimii UPM-Plywood Oy, joka on UPM-Kymmene Oyj:n tytäryhtiö. UPM-Kymmene Oyj on kansainvälinen bio- ja metsäteollisuusyhtiö. Yhtiöllä on tuotantoa 12 maassa ja työntekijöitä on noin 17000. Liikevaihto on 9,8 miljardia euroa. Yhtiö muodostuu kuudesta liiketoiminta-alueesta, joiden valmistamia tuotteita ovat paperi, sellu, vaneri, sahatavara, biopolttoaineet, -komposiitit ja kemikaalit, tarramateriaalit ja sähköenergia. (UPM 2021.)

## 2 ALKUTILANTEEN KARTOITUS

Keruujärjestelmä suunniteltiin käytettävissä olevan teknisen aineiston ja vastuuhenkilöiden kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Keskustelut käytiin ajalla 1.4. 2020 - 24.5.2020, ja niihin osallistui käyttöjohdon, viilu-, energiantuotannon sekä kunnossapidon vastuuhenkilöitä sekä ICT-alan asiantuntijoita. Keskusteluissa selvitettiin tiedonkeruun nykytilannetta ja toteuttavan tiedonkeruun lopullisen raportoinnin tarpeita. Tekninen aineisto sisälsi tuotantolinjojen ja voimalaitoksen laitedokumentaatiota ja automaatiolaitteiden ohjaussovelluksia. Teknisen aineiston avulla selvitettiin käytössä olevan automaatiolaitteikannan lähtötilannetta ja prosesseissa valmiina olevan keruumielessä kiinnostavan datan määrää ja laatua. ICT-asiantuntijoiden kanssa selvitettiin laitoksen tietoliikenneverkon tilanne ja määritettiin tietokonelaitteisto keruujärjestelmän alustaksi.

### 2.1 Tiedonkeruun lähtötilanne

Viilutehtaan tuotantolinjoilta kerätään tietoa automaattiseen PlyNet-tiedonkeruuseen. UPM Plywood Oy:n PlyNet-tiedonkeruu perustuu Raute Oyj:n MIS-tiedonkeruukonseptiin. PlyNet-tiedonkeruu on räätälöity puhtaasti puulevyteollisuuden tuotantotietojen raportointiin, eikä sitä ole tarkoitettu prosessien tietojen tallentamiseen. Tehtaan tuotantolinjoilla ja voimalaitoksella on prosessien paikallista tiedonkeruuta. Keruuvälineenä näissä toimii Wonderware In-Touch -valvomosovellus, jonka HistView-toiminnolla dataa tallennetaan valvomotietokoneille. Näissä tallennusaika on maksimissaan 2 kuukautta.

### 2.2 Tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa tiedonkeruujärjestelmä puulevyteollisuuden prosessien seurannan, analysoinnin ja raportoinnin pohjaksi. Työssä käytettävien ohjelmistojen tulee olla yleisesti käytössä olevia kaupallisia tuotteita. Tiedon tallentamiseen tulee tapahtua Microsoft SQL -tietokantaan, ja sen tulee kyetä alle 5 s tallennus sykliin. Raportoinnin tietokantakyselyt tulee olla suoritettavissa Microsoft Transact-SQL -kielellä. Tiedonkeruujärjestelmän tulee olla paikallisten automaation organisaation hallinnoitavissa ja mahdollisten muutosten ja lisäysten tekeminen heidän toteutettavissaan. Tallennetun datan tulee olla käytettävissä vähintään 48 kk ajan.

### 3 SUUNNITTELU

Suunnittelu aloitettiin viilutehtaan ja voimalaitoksen logiikka- ja HMI-laitteiden ja sovellusohjelmistojen tarkemmalla selvityksellä tiedonkeruun kohdelaitteiden valinnan ja niihin tehtävien ohjelmistorajapintojen toteutusta varten. Seuraavassa vaiheessa kartoitettiin laitteisiin tarvittavat hardware-lisäykset ja -muutokset. Samalla selvitettiin laitteiden verkkoliitännöjen tilanne mahdollisten muutostarpeiden varalta. Tiedonkeruun vaatimat logiikkarajapinnat ohjelmoitiin ennen keruulaitteiston ohjelmistojen asentamista.

#### 3.1 Logiikka ja HMI-laitteistot

Viilutehtaalla ja sen yhteydessä olevalla voimalaitoksella on käytössä yhteensä 53 ohjelmitavaa logiikkaa. Ihmisen suorittaman operoinnin ja ohjausjärjestelmän välisenä rajapintana, eli HMI-rajapintana, käytetään pc-valvomoita ja eri valmistajien kosketuspaneeleita, joita on yhteensä 45 kpl. HMI-laitteiden tuotemerkeinä viilutehtaalla käytetään Wonderwaren InTouch-pc-valvomoita sekä Omron-, Siemens- ja Mitsubishi/Beijer-paneeleita. Hmi-laitteet kommunikoivat logiikoihin Ethernet-tekniikkaa käyttäen.

Logiikoiden sovellusohjelmien selvitystyössä ja ohjelmoinnissa työkaluina käytettiin Siemens Step7-, Siemens TIA portal- ja Omron CX-One -ohjelmistoja. HMI-laitteiden kohdalla käytettiin Wonderware System Platform-, InTouch-, Omron CX-Designer- ja Mitsubishi Designer -ohjelmistoja. Viilutehtaalla ja sen voimalaitoksella on käytössä seuraavat logiikkamerkit ja niiden päätyypit:

Siemens

- S7-300
- S7-400
- S7-1500

Omron

- CS1
- CJ1
- C200HX-ZE



### 3.2 LAN-verkko ja automaatiolaitteiden liitynnät

Viilutehtaan LAN-verkko uudistettiin vuonna 2019, ja tuolloin toimisto- ja tuotantoverkot erotettiin toisistaan hardware-tasolle saakka. LAN-verkko on kattava, ja se jakautuu laitetasolla erillisiin toimisto- ja tuotantoverkkoihin. Tuotantoverkko on jaettu virtualisoinnilla tuotannon IT-laite- ja automaation LAN-verkoiksi. Tehdas LAN -verkon perustana on tähtimäinen valokuituverkko reititimeltä kytkimille ja Cat6 FTP-kaapeloinnilla kytkimiltä laitteiden liitännäispisteille. LAN-verkon nopeus on valokuituosalla 10 Gbit/s ja Cat6-osuudella 1 Gbit/s. (Artevo 2021.)

Opinnäytetyötä tehtäessä UPM:llä on käynnissä automaatiojärjestelmien kyberturvallisuus projekti AutoSec. AutoSecin merkittävimpänä huomioitavana asiana opinnäytetyön kannalta on automaation LAN-verkon jakautuminen useammiksi pienemmiksi soluiksi. Käytännössä tämä tarkoittaa kaikkien automaatiolaitteiden oletusyhdykäytävien, aliverkon peitteiden ja IP-osoitteiden muuttamista uusien verkkokäytänteiden mukaiseksi. (Artevo 2021.)

Tehtaan koko automaatiolaittekanta on liitetty automaation LAN-verkkoon suoraan Ethernet-liitännällä tai osana automaatiolaitteen omaa aliverkkoa Ethernet-teknologiaan perustuvien PROFINET- tai EIP-väylien kautta. Yksittäisissä tapauksissa liitäntä on toteutettu siltalogiikan kautta ProfiBus- tai Controller-link-kenttäväyliä hyödyntäen.

Viilutehtaan LAN-verkko ja automaatiolaitteiden liitynnät ovat tiedonkeruun toteuttamisen näkökulmasta hyvällä tasolla eikä laitetasolla lisäyksille ollut tarvetta. Voimalaitoksen tiedonkeruun liitännää ei ollut järkevää kierrättää olemassa olevan VPN-yhteyden kautta, toisaalta suoraa liityntää tehtaan automaatioverkkoon ei haluttu tehdä automaatioturvallisuuden takia. Ratkaisuna päätettiin suunnitella automaatiotasolla liitäntä voimalaitoksen ohjauslogiikasta viilutehtaan energialaitteiden ohjauslogiikkaan, johon siirretään voimalaitoksen kerättävä data.

Selvityksen perusteella todettiin, että tehtaan logiikkakanta on prosessitiedonkeruun näkökulmasta hyvällä tasolla. Tätä on edesauttanut tuotantotietojen PlyNet-tiedonkeruujärjestelmän rakentaminen 2000-luvun alkupuolella, jolloin

logiikoita ja niiden kommunikointeja uudistettiin. Automaation laitekantaa pidetään ajan tasalla mm. tuotantolaitteiden modernisointien yhteydessä tehtävillä päivityksillä.

### 3.3 Kerättävä data

Olemassa olevaa, tämän työn kannalta kiinnostavan tiedon määrää ja laatua selvitetään laitedokumentaation, logiikkaohjelmistojen ja HMI-laitteiden sovel-luskehitystyökalujen muuttujalistojen avulla. Selvityksen perusteella mahdolli-sia keruupisteitä on 624 kappaletta. Kerättävän datan formaatit ovat sekalaisia (taulukko 1) ja sijainnit logiikoiden muistialueilla hajanaisia, mikä vaikeuttaa niiden käsittelyä tiedonkeruun kannalta. HMI-laitteita kartoitettaessa havaittiin, että PC-valvomoissa ja paneeleissa oleva data löytyy myös logiikoista. Valvo-moiden dataa ei tästä syystä kerätä.

Taulukko 1. Löydettyjä datatyyppejä

Datatyyppin tunnus		Datatyyppin selite	Koko (bit.)	Luvun raja-arvot
Siemens	Omron			
Bool	BOOL	Bitti	1	0 ... 1
Word	WORD	Sana	16	0000 ... FFFF
DWord	DWORD	Sana (2 sanaa)	32	00000000 ... FFFFFFFF
	LWORD	Sana (4 sanaa)	64	0000000000000000 ... FFFFFFFF
Sint	-	Tavu	8	-128 ... 127
Int	INT	Kokonaisluku	16	-32,768 ... 32,767
Dint	DINT	Kokonaisluku (2 sanaa)	32	-2,147,483,648 ... 2,147,483,647
UInt	UNIT	Etumerkitön kokonaisluku	16	0 ... 65,535
UDInt	UDINT	Etumerkitön kokonaisluku (2 sanaa)	32	0 ... 4,294,967,295
-	ULINT	Etumerkitön kokonaisluku (4 sanaa)	64	0 ... 18,446,744,073,709,551,614
Real	REAL	Reaaliluku (4 sanaa)	32	+/-1.18 x 10 <sup>-38</sup> ... +/-3.40 x 10 <sup>38</sup>
LReal	LREAL	Reaaliluku (4 sanaa)	64	+/-2.23 x 10 <sup>-308</sup> ... +/-1.79 x 10 <sup>308</sup>
BCD	BCD	Binäärikoodattu desimaaliluku	16	0...9999
String	String	Merkkijono	Muuttuva	0 ... 254 merkkiä, merkin koko 1 tavu

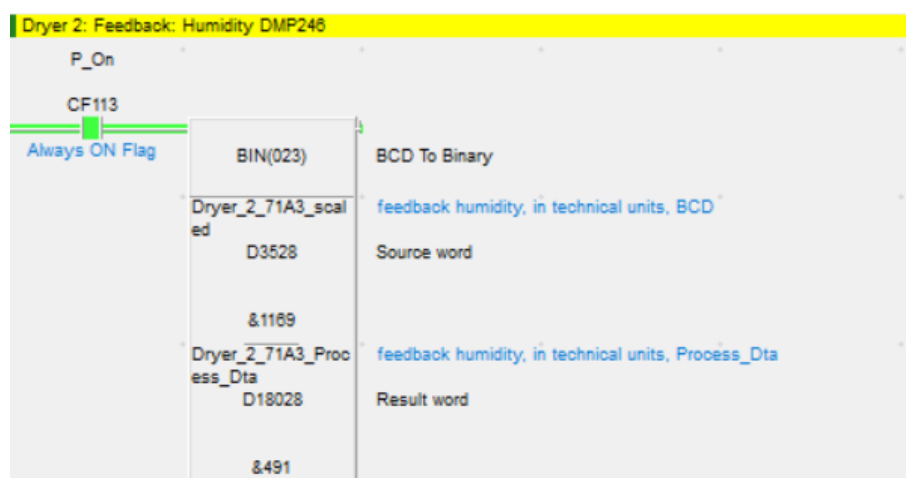
### 3.4 Tiedonkeruu rajapintojen toteutus logiikoissa

Prosessitiedonkeruuseen valittuihin logiikoihin tehdään selkeyden vuoksi uu-det keruurajapinnat, joihin kerättävä data ohjelmoidaan määritellyissä formaatissa. Datan formaateiksi valittiin 16- ja 32-bittiset kokonaisluvut, etumerkillä tai ilman, sekä liukuluku. Kerättävä data järjestettiin keruurapinnoissa yhtenäisiksi alueiksi (taulukko 2), jolloin keruun verkkoliikennöinnistä tulee kevyempää, koska yhteen Ethernet-sanomaan mahtuu käytännössä yhden rajapinnan koko data.

Taulukko 2. Rajapinta esimerkkilogiikassa

Pwr_Plant_1HAE01_FL001	INT	D7101	LIERIÖN PINTAMITTAUS : -400 / +400 mm
Pwr_Plant_1HAE01_FL002	INT	D7102	LIERIÖN PINTAMITTAUS : -400 / +400 mm
Pwr_Plant_1HAE01_FL003	INT	D7103	LIERIÖN PINTAMITTAUS : -400 / +400 mm
Pwr_Plant_1HBK01_CP002	INT	D7104	KATTILAN (TULIPESÄN) PAINEMITTAUS : -5000 / +5000 Pa
Pwr_Plant_1HBK01_CP003	INT	D7105	KATTILAN (TULIPESÄN) PAINEMITTAUS : -5000 / +5000 Pa
Pwr_Plant_1HBK01_CT006	UINT	D7106	SAVUKAASUN LÄMPÖTILA EKON JÄLKEEN : 0-500 °C
Pwr_Plant_1HNA01_CT001	UINT	D7107	SAVUKAASUN LÄMPÖTILA, LOPPULÄMPÖTILA : 0-300 °C
Pwr_Plant_1HBK01_CQ001	UINT	D7108	SAVUKAASUN O2-PITOISUUS : 0-21 %
Pwr_Plant_1HLA01_CFO01	UINT	D7109	PRIMÄÄRI-ILMAN MÄÄRÄ : 0.-3,5 Nm <sup>3</sup> /s
Pwr_Plant_1HLA01_CT001	UINT	D7110	PRIMÄÄRI-ILMAN LÄMPÖTILA HÖYRYLUVON JÄLKEEN : 0-150 °C

Tehtaan logiikkakanta on jo tehtyjen uudistusten myötä modernia. Ohjelmistokoodien kääntäminen on kuitenkin tehty käskykantaan päivittämättä. Tästä syystä datan käsittely osassa logiikoita on vanhanaikaista ja vanhemmissa toteutuksissa formaatit ovat valtaosin binääri- ja bcd-muotoisia kokonaislukuja. Kokonaislukujen desimaaliskaalaukset on toteutettu 10 tai 100 kertoimilla. Tässä työssä skaalaukset jätetään alkuperäisiksi, koska kaikissa logiikoissa ei vielä ole mahdollisuutta liukuluvuksi muuntamiseen. Kaikki bcd-luvut muunnetaan binaariluvuiksi (kuva 1).



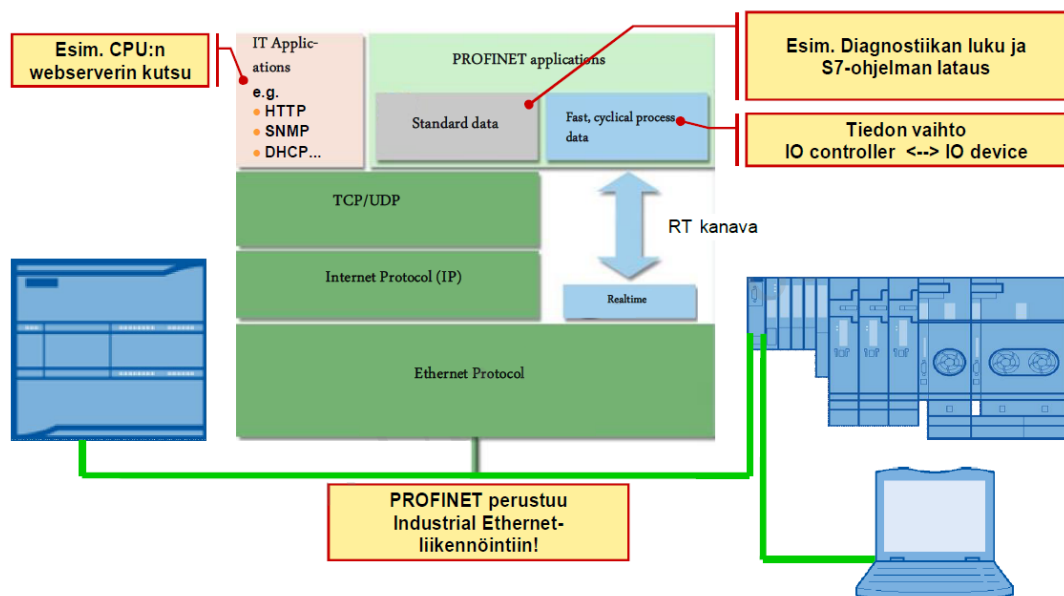
Kuva 1. Muunnos bcd-luvusta binääriluvuksi Omron-logiikassa

### 3.5 Voimalaitoksen liittäminen keruuseen

Selvitysvaiheessa todettiin voimalaitoksen automaation LAN-verkon PROFINET- ja BrofiBus-kenttäväylylineen olevan oma irrallinen saarekkeensa, johon ei haluta tehdä suoraa yhteyttä tehtaan LAN-verkosta ennen verkon palomuurien asennusta. Tällä päätöksellä haluttiin varmistaa voimalaitoksen toiminta, mikäli tehtaan LAN-verkon toiminta häiriintyisi laiteongelmien tai kyberturvallisuuden vaarantumisen vuoksi.

### 3.6 Voimalaitoksen ja tehtaan välinen tiedonsiirto liityntä

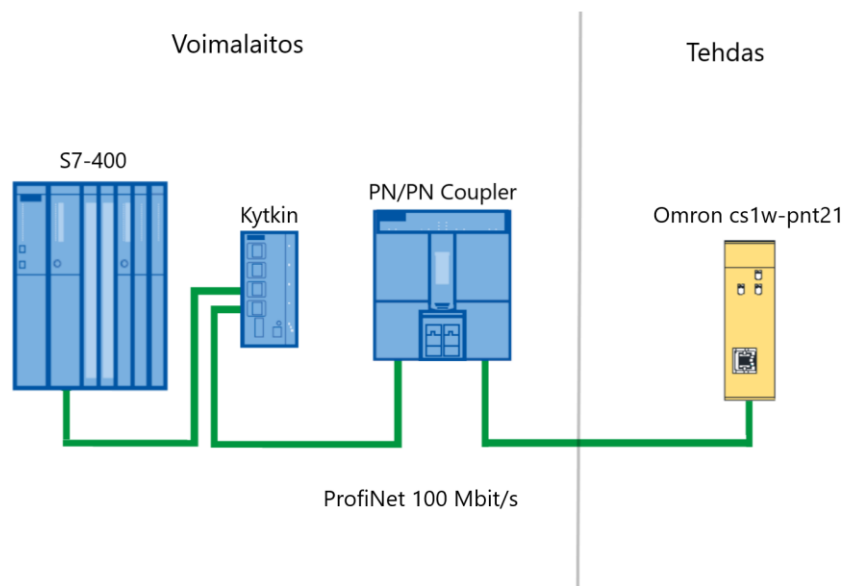
Jotta voimalaitoksen data voidaan siirtää keruujärjestelmän käyttöön, rakennetaan automaatiotasolle PROFINET IO -liitännä. PROFINET on ProfiBus-säätiön kehittämä teollisuus Ethernet -standardi automaatiotekniikkaa varten. PROFINET perustuu Ethernet-TCP/IP:hen, johon on lisätty reaaliaikaista tiedonsiirtoa varten oma MAC-osoitetasolla kommunikoiva tosiaikainen RT-kanava. RT-kanava minimoi sanomien läpimenoajan ohittamalla TCP/IP-tasot (kuva 2). PROFINET IO mahdollistaa kenttälaitteiden liittämisen logiikkaan isäntä - orja-tyyppisellä proseduurilla Ethernet-tekniikkaa käyttäen (Siemens 2017, 10-7; Siemens 2015, 6).



Kuva 2. PROFINET-kommunikaatiomalli (Siemens 2017, 10-7, muokattu)

Liitännä on fyysisesti point to point -tyyppinen, ja siihen ei ole pääsyä muista LAN-verkoista. Liitännä ei mahdollista voimalaitoksen ja tehtaan energiaohjausten logiikoiden välillä muun kuin sille etukäteen määritellyn datan siirtämisen. Tällä tekniikalla estetään riittäväällä varmuudella voimalaitoksen pysyminen ulkopuolisten verkkohäiriöiden ulottumattomissa. Voimalaitoksen logiikka on Siemens s7-400 cpu 412-2 pn, jossa on PROFINET-liitännä valmiina. Tehtaan puolen logiikka on Omron CS1H-H cpu 64, johon lisätään liitännää varten Omron cs1w-pnt21 IO-kenttäväyläyksikkö. Molemmat logiikat toimivat isäntälaitteina omissa verkkosegmenteissään ja tiedonsiirron rajapinnan yli mahdollistava linkki on niiden näkökulmasta IO-laite. Verkot linkitetään käyttäen rajapinnassa Siemens 6ES7 158-3AD01-0XA0 PN/PN coupler -moduulia, joka

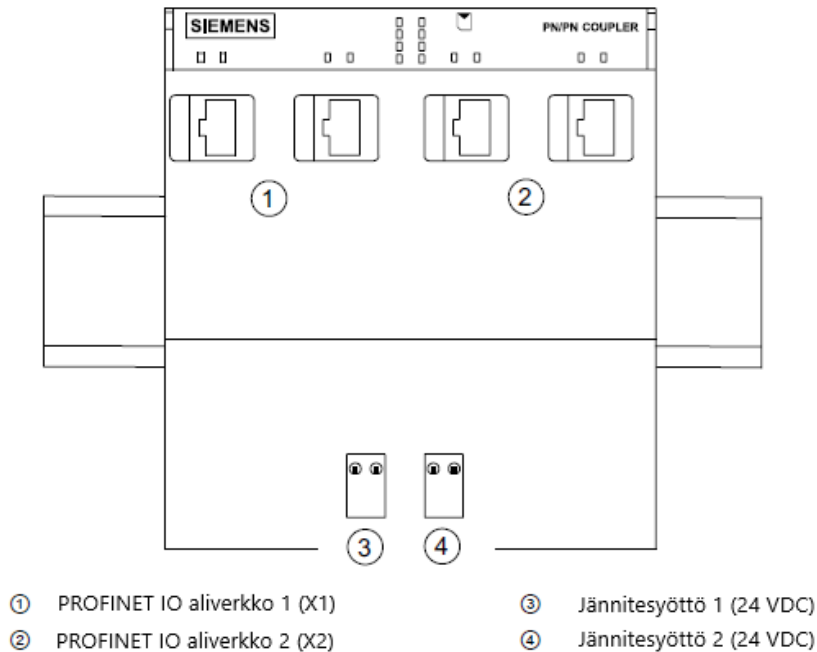
asennetaan voimalaitoksen keskukseen ja josta se saa käyttöjännitteen. Väylänopeus valituilla komponenteilla on 100 Mbit/s. Periaate liitännästä on esitetty alla (kuva 3).



Kuva 3. Voimalaitoksen ja tehtaan välisen liitännän periaate

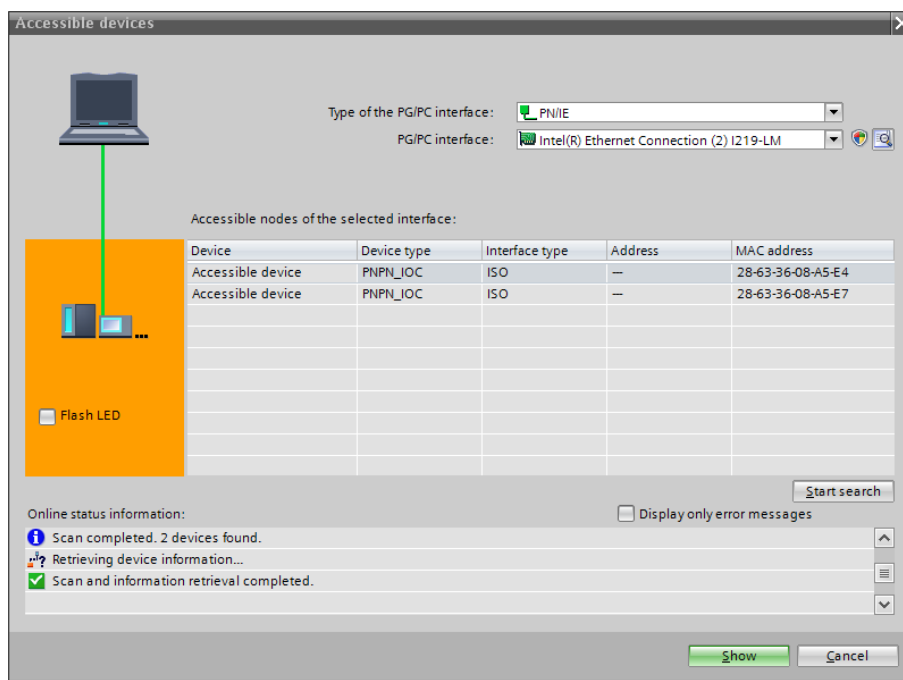
### 3.7 PN/PN Coupler -linkin asennus ja konfigurointi

Siemens 6ES7 158-3AD01-0XA0 PN/PN -coupleria käytetään kahden erillisen PROFINET-aliverkon yhdistämiseksi IO-datan siirtoa varten. Siirrettävän datan määrä on maksimissaan 128 lähetys- ja vastaanottosanaa. Käytetyssä Siemens PN/PN -couplerissa on molempien aliverkkojen puolella 2 kpl PROFINET-liitäntöjä mahdollistaen näin verkkojen ketjuttamisen muille PROFINET-laitteille. PN/PN -coupleri asennetaan 35 mm DIN-kiskoon ja sille tuodaan 24 VDC käyttöjännite, joka voidaan haluttaessa tuoda redundanttisena, eli kahdennettuna erillisistä virtalähteistä (kuva 4). PROFINET-väyläkaapeloinnit liitetään voimalaitoksen puolelta Ethernet-kytkimelle ja tehtaan puolelta verkkopistokkeeseen. (Siemens 2009.)



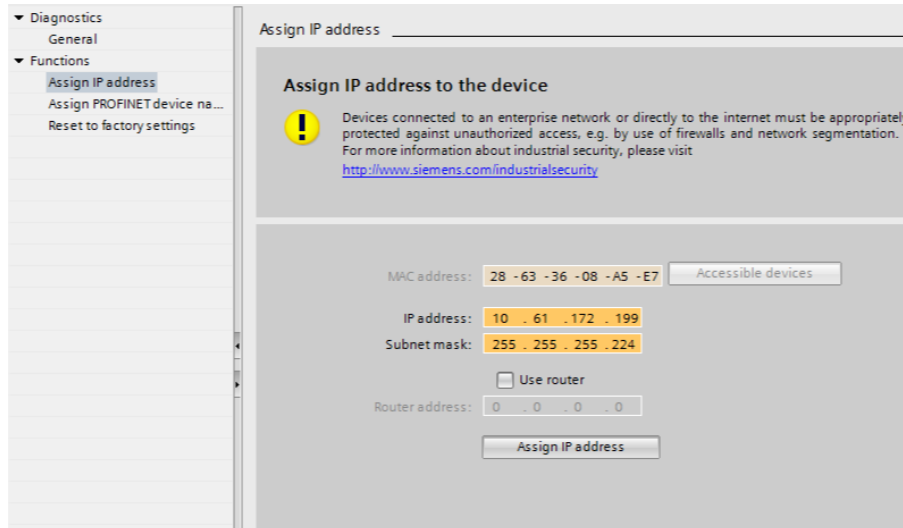
Kuva 4. PN/PN-couplerin liitännät (Siemens 2009, 22, muokattu)

PN/PN-couplerin ohjelmallinen konfigurointi aloitetaan asettamalla sille Ohjelmointi-PC:llä IP-osoitteet ja PROFINET-nimet. Osoitteiden asettaminen tehdään Siemens S7 TIA Portal -ohjelmointiohjelman "Accessible devices" -toiminnolla. Ohjelmointi-PC:n ja couplerin molemmat Ethernet-portit liitetään fyysisesti samaan verkkoon TCP/IP-moodissa. Tämän jälkeen ohjelmalla skannataan löytyvät laitteet (kuva 5).



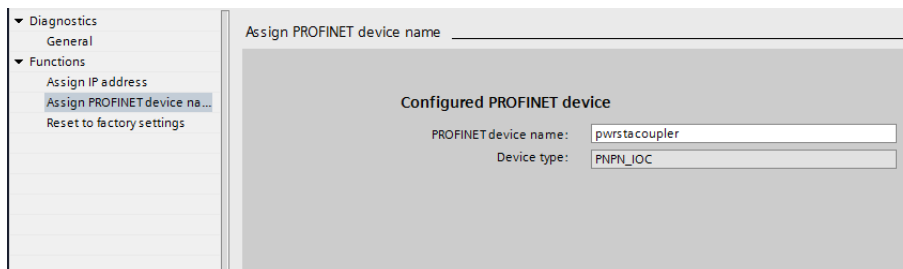
Kuva 5. TIA Portal -ohjelmalla skannatut laitteet (löytyneet)

Ohjelma listaa löytämänsä laitteet, josta valitaan MAC-osoitteen perusteella nimettävä laite, tässä tapauksessa couplerin portti ja annetaan sille IP-osoite. Reititintä ei määritellä, koska laitteeseen ei luoda yhteyksiä ulkopuolelta. Asetukset lähetetään couplerille ”Assign IP address” -painikkeella (kuva 6).



Kuva 6. IP-osoitteen määrittäminen

Seuraavassa vaiheessa annetaan PROFINET-laitenimi. PROFINET käyttää laitenimiä tunnistuksessa, ja se on määriteltävä IO-laitteelle, ennen kuin IO-ohjain voi kommunikoida sen kanssa. Nimen tulee olla yksilöllinen samassa verkkotopologiassa esiintyvillä laitteilla. Nimen määrittämisen jälkeen lähetys couplerille tapahtuu ”Assign name” -painikkeella (kuva 7).

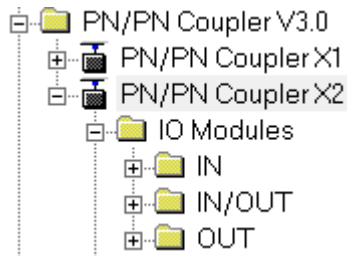


Kuva 7. PROFINET-nimen määrittäminen

Toistetaan IP-osoitteen ja PROFINET-laitenimen määrittäminen couplerin toiselle Ethernet-portille, jonka jälkeen laite on valmis liitettäväksi logiikoiden aliverkkoihin.

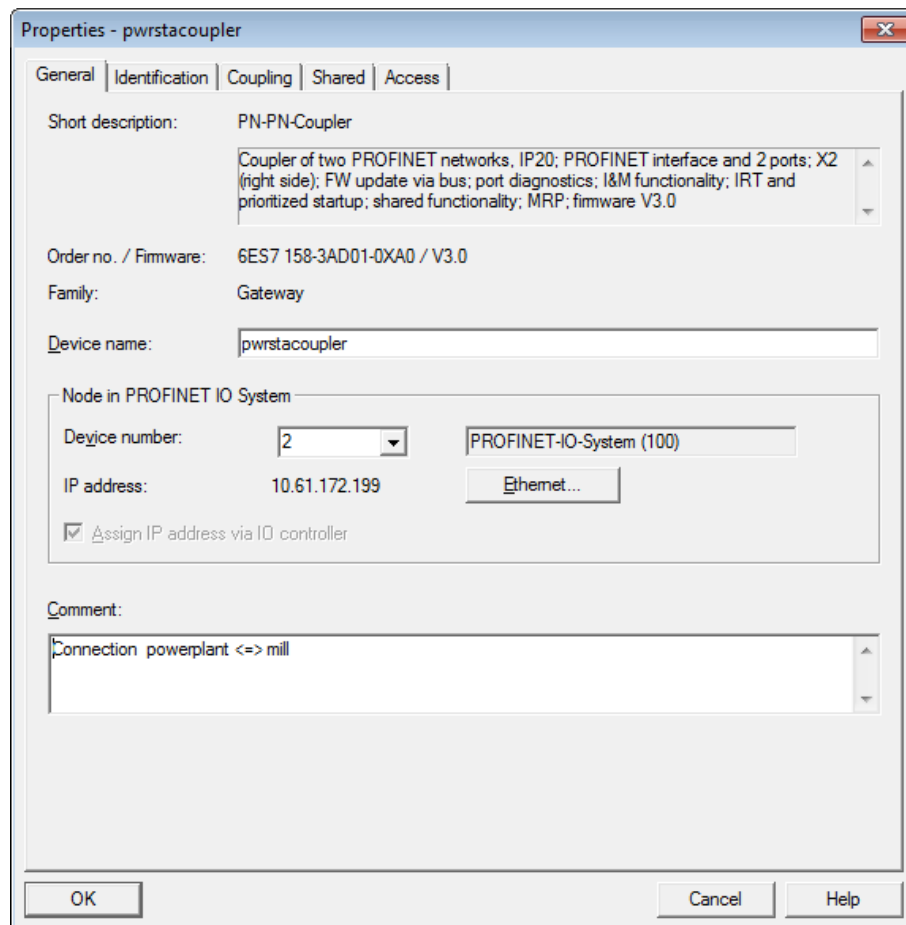
### 3.8 Couplerin konfigurointi Siemens-logiikkaan

PN/PN-coupler lisätään Siemens-logiikan hardware-konfiguraatioon tuomalla Step 7 -ohjelman HW-katalogista logiikan hardwareen couplerin logiikkaan kytkettävän portin tiedot logiikan PROFINET-verkon osaksi (kuva 8).



Kuva 8. PN/PN-couplerin tuonti hardwareen

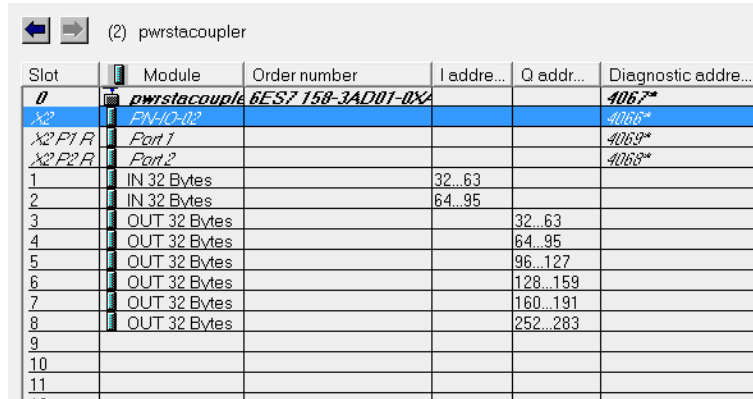
Konfigurointia logiikan hardwareessa jatketaan antamalla couplerille aiemmin määritetty laitenimi, IP-osoite ja lisäksi paikallisen PROFINET IO -järjestelmän laitenumero (kuva 9).



Kuva 9. Couplerin PROFINET-nimi, laitenumero- ja IP-osoitemäärytykset



Ennen konfiguroinnin lataamista logiikkaan couplerille määritetään vielä osoitealueet, joiden välityksellä logiikka siirtää dataa itsensä ja couplerin välillä (kuva 10).



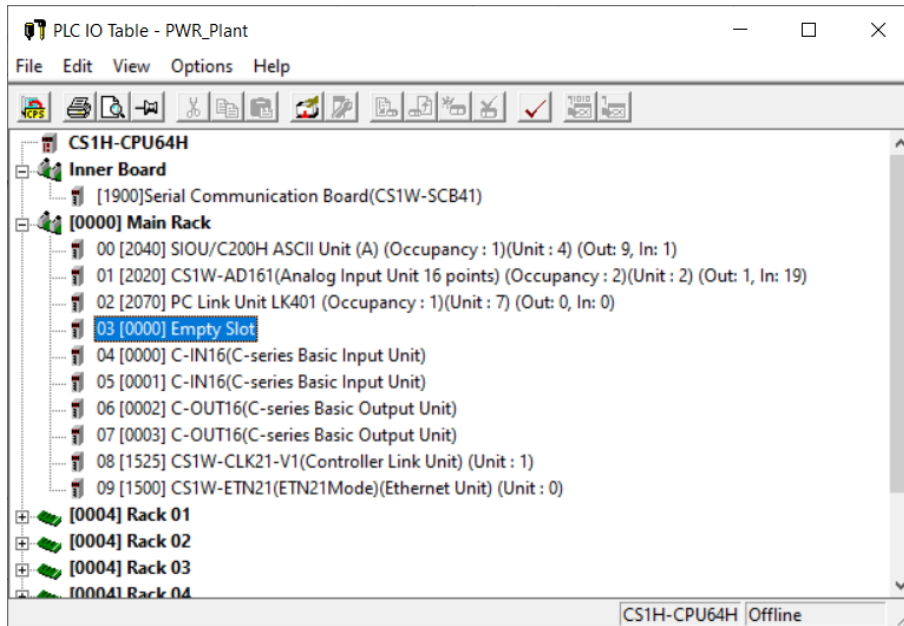
Slot	Module	Order number	I addr...	Q addr...	Diagnostic addr...
0	pwrstacoupler	6ES7 158-3AD01-0XA			4067*
X2	FN10-02				4066*
X2 P1 R	Part 1				4069*
X2 P2 R	Part 2				4068*
1	IN 32 Bytes		32...63		
2	IN 32 Bytes		64...95		
3	OUT 32 Bytes			32...63	
4	OUT 32 Bytes			64...95	
5	OUT 32 Bytes			96...127	
6	OUT 32 Bytes			128...159	
7	OUT 32 Bytes			160...191	
8	OUT 32 Bytes			252...283	
9					
10					
11					

Kuva 10. Couplerin käyttämät osoitealueet

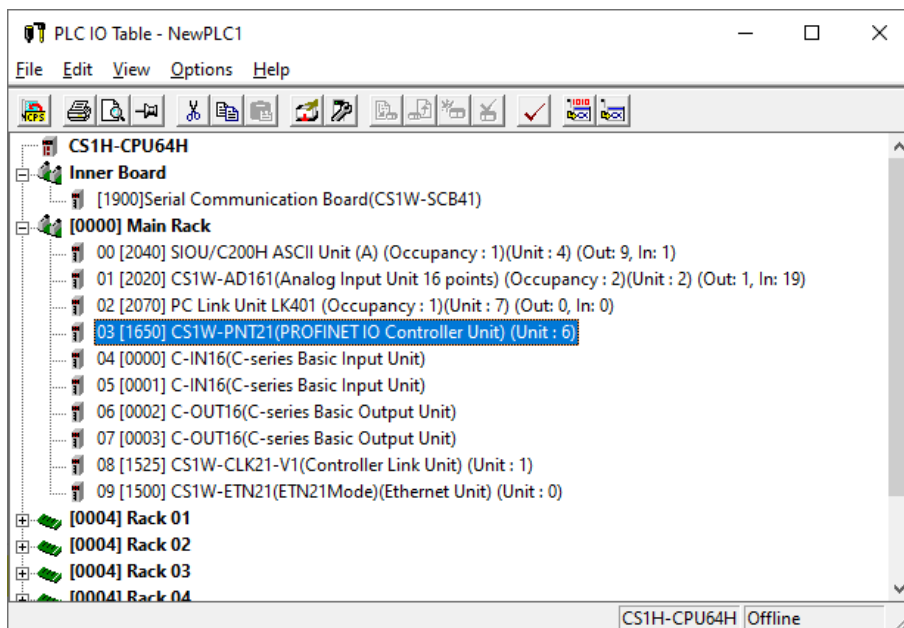
Konfiguraatio ladetaan tämän jälkeen logiikkaan. Lataus logiikkaan vaatii logiikan pysäyttämisen ja uudelleen käynnistämisen. Toimenpiteen jälkeen Siemens logiikka on valmiina välittämään dataa couplerille.

### 3.9 Master-yksikön asennus Omron-logiikkaan

Omron CS1H-H cpu 64 -logiikkaan asennetaan Cs1w-pnt21 PROFINET IO -master-yksikkö. Yksikön asennus tehdään jännitteettömän logiikan tyhjään rakkipaikkaan ja varmistetaan lukitus ruuvilla. Ennen jännitteen kytkimistä annetaan väyläyksikölle yksikkönumero, joka varaa muistialueita tila- ja ohjaustietojen välittämiseen logiikan cpu:n ja väyläyksikön välillä. Jännitteen kytkennän jälkeen logiikka pysähtyy ja menee häiriötilaan, koska logiikan cpu:lle määritelty IO-taulu ei ole enää ajantasainen. IO-taulu saadaan ajan tasalle CX-programmer -ohjelman "IO Table and Unit Setup" -työkalulla (kuva 11). Tämä tehdään lisäämällä offline-tilassa yksikkö konfiguraatioon ja sen jälkeen lataamalla IO-taulu logiikkaan tai käyttämällä online-tilassa työkalun "Options"-valikon "Create"-toimintoa, jolloin logiikka itse tutkii cpu-väylän yksiköt ja luo taulun itse (kuva 12). Yksilön lisäämisen jälkeen logiikka palaa normaalitilaan.



Kuva 11. IO-taulu ennen väyläyksikön lisäämistä

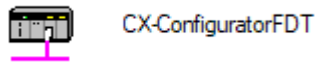


Kuva 12. IO-taulu väyläyksikön lisääksen jälkeen

### 3.10 Omron-isäntäyksikön konfigurointi PROFINET-kenttäväylään

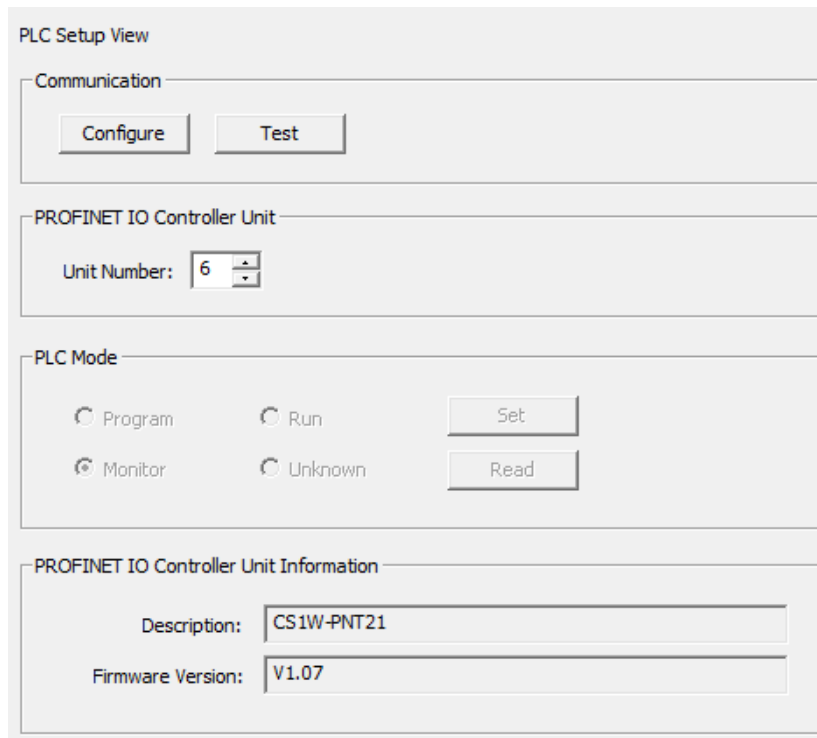
Cs1w-pnt21 PROFINET -yksikkö konfiguroidaan PROFINET-kenttäväylään Omron CX-One -ohjelmistopakettien CX-ConfiguratorFDT-ohjelmistoa käyttäen (kuva 13). Ohjelmistossa ei ole valmiina Siemens couplerin konfiguroinnin vaatimaa GSD-tiedostoa, vaan se on ladattava ja asennettava erikseen. Tiedoston voi ladata Siemensin tukisivustolta (Siemens 2021). GSD-tiedostolla kuvataan isäntälaitteelle kenttäväylään liitetyn IO-laitteen ominaisuudet. GSD-

tiedosto on PROFINET:in kyseessä ollessa xml-muotoinen ja noudattaa GSDML-formaattia.



Kuva 13. Omron-konfigurointiohjelmisto

Väyläyksikön konfigurointia varten luodaan uusi projekti, johon tuodaan IO-ohjainlaitteeksi Cs1w-pnt21-yksikkö ja sille IO-kenttälaitteeksi Siemens 6ES7 158-3AD01-0XA0 PN/PN -coupler. Konfigurointia varten määritellään yhteys logiikkaan ja todennetaan sen toiminta (kuva 14).



PLC Setup View

Communication

Configure Test

PROFINET IO Controller Unit

Unit Number: 6

PLC Mode

Program  Run

Monitor  Unknown

PROFINET IO Controller Unit Information

Description: CS1W-PNT21

Firmware Version: V1.07

Kuva 14. Yhteys logiikkaan (määritelty ja testattu)

Seuravaksi määritellään IO-ohjaimen PROFINET-parametrit, laitenimi, IP-osoite ja aliverkon peite (kuva 15).


IO Controller Setup View


Network Settings

Name:

IP Address:

Subnet Mask:

Use Gateway 

Gateway:  

Kuva 15. Omron IO -ohjaimen PROFINET-parametrit

IO-ohjaimen omien määrittelyiden jälkeen määritetään IO-kenttälaitteen eli tässä tapauksessa couplerin parametrit, laitenumero ja IP-osoite ja haluttaessa voidaan muuttaa päivitysväliä. Aliverkonpeite kopioituu automaattisesti IO-ohjaimelta. Laitenumero generoituu ohjelman luomana, eikä sitä voi manuaalisesti muuttaa, toisin kuin Siemensin ohjelmassa (kuva16).

Device No.	Device Name	Device Type	IP Address	Update Rate (ms)
1	pwrstamillcoupler	PN/PN Coupler X1	10.61.172.201	8

Kuva 16. Couplerin PROFINET ja IP-asetukset Omron IO-ohjaimella

Seuraavaksi määritellään PN/PN-couplerille ulos ja sisään siirrettävien data-lohkojen koot. Logiikan ulostulon kooksi varataan 32 sanaa ja sisään tulolle varataan 96 sanaa (kuva 17).

Slot	Sub Slot	!
0		PN/PN Coupler X1
	1	PN/PN Coupler X1
	32768	PN-IO-01
	32769	Port 1
	32770	Port 2
1		OUT 32 Byte
	1	OUT 32 Byte
2		OUT 32 Byte
	1	OUT 32 Byte
3		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte
4		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte
5		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte
6		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte
7		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte
8		IN 32 Byte
	1	IN 32 Byte

Kuva 17. Couplerin datalohkojen määrittely

Lopuksi IO-ohjaimelle määritellään logiikan sen ja couplerin välisen datan siirtoon varattavat muistialueet, alkuosoite ja koko. Logiikassa voidaan käyttää sekä tulo- (kuva 18) että lähtösuuntaan (kuva 19) kahta eri muistialuetta.

IO Device Area View

Output Allocation | Input Allocation

Device No.	Device Na...	Slot	Device Type	Module Type	Size	Type	Addr
1	pwrstamilc...	3	PN/PN Coupler X1	IN 32 Bytes	16	W...	CIO3300
		4		IN 32 Bytes	16	W...	CIO3316
		5		IN 32 Bytes	16	W...	CIO3332
		6		IN 32 Bytes	16	W...	CIO3348
		7		IN 32 Bytes	16	W...	CIO3364
		8		IN 32 Bytes	16	W...	CIO3380

Input Area 1

CIO:	#Dev.	#Slot.	#SubSlot.	Module Type
3300	#1.	#3.	#1.	IN 32 Bytes
3301		#1.		IN 32 Bytes
3302		#1.		IN 32 Bytes
3303		#1.		IN 32 Bytes
3304		#1.		IN 32 Bytes
3305		#1.		IN 32 Bytes
3306		#1.		IN 32 Bytes
3307		#1.		IN 32 Bytes
3308		#1.		IN 32 Bytes

Area: CIO Occupied: 0096 Words

Start Address: 3300

Length: 100

Input Area 2

Not u...	#Dev.	#Slot.	#SubSlot.	Module Type

Area: Not Used Occupied: Words

Start Address: 0

Length: 0

Kuva 18. Logiikalle luettavat osoitteet

IO Device Area View

Output Allocation | Input Allocation

Device No.	Device Na...	Slot	Device Type	Module Type	Size	Type	Addr
1	pwrstamilc...	1	PN/PN Coupler X1	OUT 32 Bytes	16	W...	CIO3200
		2		OUT 32 Bytes	16	W...	CIO3216

Output Area 1

CIO:	#Dev.	#Slot.	#SubSlot.	Module Type
3200	#1.	#1.	#1.	OUT 32 Bytes
3201		#1.		OUT 32 Bytes
3202		#1.		OUT 32 Bytes
3203		#1.		OUT 32 Bytes
3204		#1.		OUT 32 Bytes
3205		#1.		OUT 32 Bytes
3206		#1.		OUT 32 Bytes
3207		#1.		OUT 32 Bytes
3208		#1.		OUT 32 Bytes

Area: CIO Occupied: 0032 Words

Start Address: 3200

Length: 100

Output Area 2

Not u...	#Dev.	#Slot.	#SubSlot.	Module Type

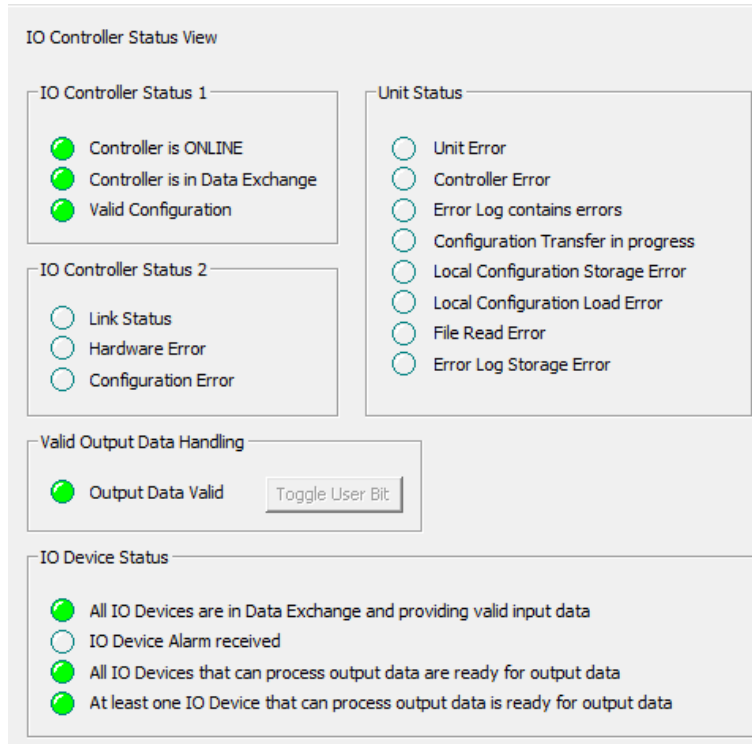
Area: Not Used Occupied: Words

Start Address: 0

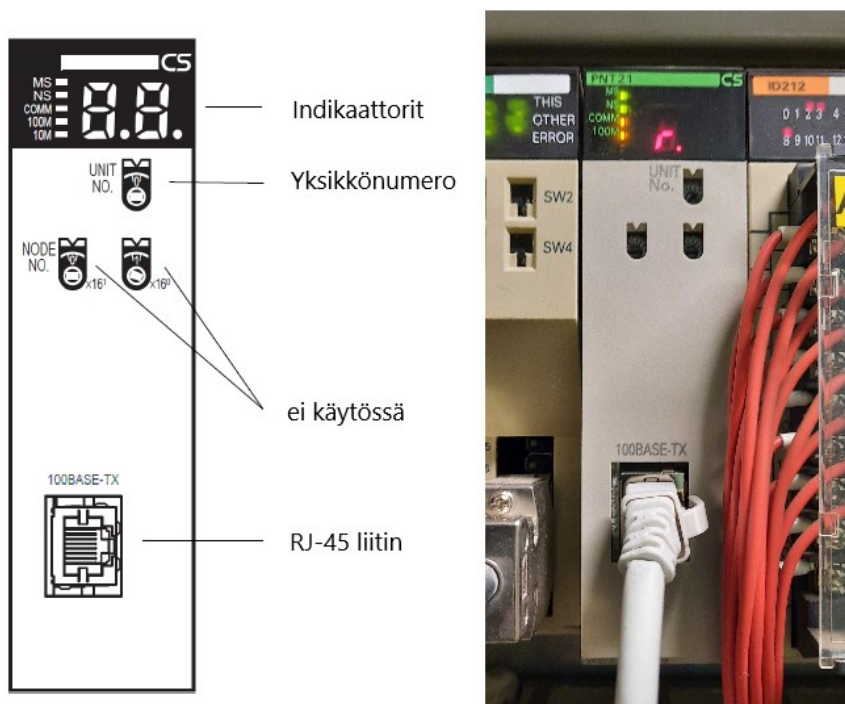
Length: 0

Kuva 19. Logiikalta kirjoitettavat osoitteet

IO-ohjaimen ja IO-laitteen konfigurointi on valmis ladattavaksi logiikkaan. Ladataessa logiikan tulee olla pysäytettynä. Latauksen ja logiikan käynnistyksen jälkeen tarkistetaan IO-ohjaimen ja -laitteen tila (kuva 20), ja mikäli virhettä ei ole, on yhteys valmiina tiedonsiirtoon (kuva 21).



Kuva 20. IO-ohjaimen ja -laitteen tila



Kuva 21. Omron PROFINET IO-ohjain käynnissä

### 3.11 Voimalaitoksen ja tehtaan logiikoiden ohjelmistomuutokset

Tiedonkeruun kannalta kiinnostavaa dataa ei voimalaitoksen Siemens-ohjausjärjestelmässä skaalata, vaan ohjausjärjestelmä suorittaa toiminnot skaalattomilla arvoilla. Operointia varten skaalaukset teknisiin mittayksiköihin tehdään valvomo-pc:n IO-muuttuja määrittelyn skaalaustoiminnolla. Tämä koskee niin monitorointia, kuin asetusarvojen syöttöäkin (kuva 22). Voimalaitokselta kerättävä data ohjataan sellaisenaan sille varattuun datalohkoon couplerille lähetystä varten.

Kuva 22. Voimalaitoksen valvomon muuttuja määrittely

Tehtaan Omron-logiikassa suoritetaan skaalaukset teknisiin mittayksiköihin. Omron-logiikan vakiona olevat skaalaukset ovat suuritöisiä käyttää. Tätä varten logiikkaan ohjelmoidaan ST-kielillä (kuva 23) FB-toimintolohko skaalausta varten. Syöttöparametreina skaalaustoiminnossa on tuloarvo, tulo- ja lähtöarvon minimi ja maksimiarvo sekä kerroin real to integer -muunnosta varten. Lähtöarvoina FB-toiminnossa on skaalattu kokonaisluku ja/tai IEEE-754-formaatin mukainen liukuluku (kuva 24).

```

1 (*SCALE FUNCTION*)
2 Output_Real := (((INT_TO_REAL (Input_Value) - Input_Min)/(Input_Max-Input_Min)) * (Scaled_Max-Scaled_Min)) + Scaled_Min;
3 Output_Int := (REAL_TO_INT (Output_Real * Output_Int_Scaling));

```

Kuva 23. ST-kielinen ohjelmakoodi skaalaustoiminnolle



Kuva 24 . FB-toimintolohko skaalaukselle tikapuu-ohjelmoituna

#### 4 KERUUSOVELLUS

Tietokantaan tallentavan ohjelmiston valintaan vaikuttavat paitsi asetetut opinäytetyölle asetetut tavoitteet, myös liitettävyys olemassa olevaan automaatiolaitetekantaan. Koska tehdään automaatiolaitetekanta ei merkkien suhteen ole homogeenista, sulkee tämä seikka pois logiikkavalmistajien omat tiedonkeruuhjelmistot, jotka ovat tyypillisesti tarkoitettu kommunikoidaan vain valmistajien omiin logiikoihin. Valinta tehtiin Wonderwaren Historian- ja GE Digitalin Proficy Historian -ohjelmistojen välillä. Ohjelmistoina molemmat täyttävät keruujärjestelmän vaatimukset, ja molemmille ohjelmistoille on saatavissa monipuoliset tiedonsiirtorajapinnat, niin IO- kuin tiedostotasolla. GE Proficy Historianin tapauksessa ohjelmistolla ei ole valmista rajapintaa HMI-tasolla, koska GE:n iFIX-valvomoita ei ole käytössä viilutehtaalla, toisin kuin Wonderwaren tapauksessa, jonka InTouch-valvomot ovat käytössä. Vaikka luettavaa dataa ei valvomoista tuoda tietokantaan, on tietokantaan tallennetun tiedon näyttäminen valvomoihin upotetuilla Historian clienteleilla tärkeä ominaisuus. Tämä seikka yhdessä tuotteiden lisensoinnin kanssa johti valitsemaan Wonderware Historianin keruusovellukseksi. (Mäkelä 2020.)



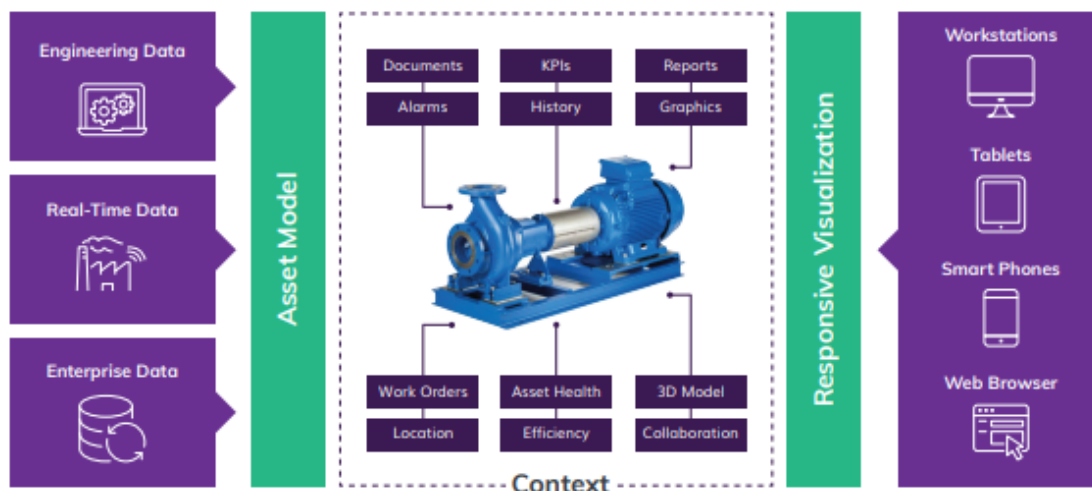
## 4.1 Wonderware

Wonderware perustettiin Kaliforniassa, Yhdysvalloissa vuonna 1987. Sen perustajien Dennis Morinin ja Phil Huberin visiona oli luoda Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmää alustanaan käytäviä teollisuuden laitteiden hallinta- ja käyttöliittymäsovelluksia. Yhtiön ensimmäinen tuote oli käyttöliittymäohjelmisto Wonderware InTouch, josta tuli markkinoiden käytetyin HMI-sovellus ja joka on käytössä maailmalla yli 100 000 laitoksella ja tehtaalla ympäri maailmaa (Wonderware InTouch KL 2020). InTouch-sovelluksen jälkeen Wonderware on kehittänyt ohjelmistoratkaisuja teollisuuteen, ohjauksen, tiedonkeruun ja analysoinnin tarpeisiin. Tänä päivänä tämä ohjelmistokokonaisuus on nimeltään Wonderware System Platform. Wonderwaren historiaan kuuluu joukko yrityskauppoja ja fuusioita. Vuonna 2014 Wonderware siirtyi Invensysiltä Schneider Electricin omistukseen ja Wonderware jatkoi tuoteperheen nimenä. Schneider Electricin ja Avevan yhteistyön myötä on Wonderware on tuotenimenä jäämässä pois käytöstä, korvautuen Aveva-nimellä (Aveva 2020).

UPM Plywood on käyttänyt Wonderwaren InTouch-valvomoita yli 20 vuoden ajan, ja niitä on tätä nykyä käytössä yli 120 kpl, seitsemällä eri tuotantolaitoksella. Pitkä kokemus Wonderwaren HMI-tuotteista sekä ohjelmistojen lisensointikäytäntö olivat osaltaan vaikuttamassa haettaessa sopivaa ohjelmistoratkaisua prosessitiedonkeruuta varten. (Mäkelä 2020.)

## 4.2 Wonderware System Platform

Wonderwaren System Platform -sovelluskehitysalusta tarjoaa joukon ohjelmistoja teollisuuden automaattioratkaisujen pohjaksi (kuva 25). Se on jo yli kahdenkymmenen vuoden ajan ollut paljon käytetty ohjelmistoperhe OEM- ja loppukäyttäjien keskuudessa. System Platform sisältää työkalut visualisoinnin, tiedonkeruun, analysoinnin ja raportoinnin tarpeisiin (Klinkmann 2021a).

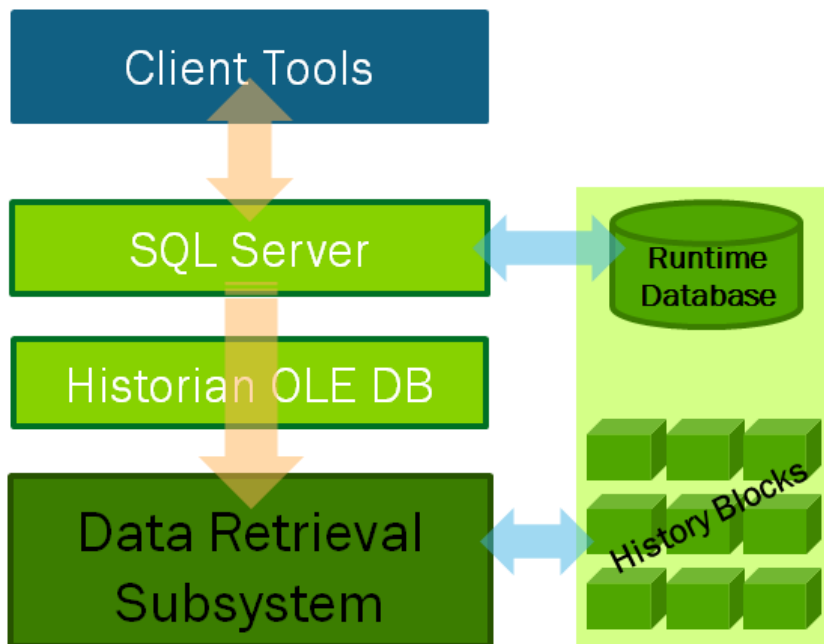


Kuva 25. Wonderware System Platform -konsepti (Klinkmann 2021a)

### 4.3 Wonderware Historian

Wonderware Historian, joka aiemmin tunnettiin nimellä InSQL, on Microsoft SQL server -tietokantaa tallennusalueena käyttävä ohjelmisto. Sitä käytetään yleisemmin aikasarjatyypiseen datan keräämiseen. Se pystyy tallentamaan ja käsittelemään reaaliaikaisesti nykyaikaisissa teollisuuslaitoksissa syntyviä suuria tietomääriä. Historian pystyy vastaanottamaan ja tallentamaan dataa monista lähteistä, esimerkiksi paikalliselta- tai etä-IO-serveriltä, valvomo-PC:n muuttujista ja tekstitiedostosta. (Schneider Electric Software 2017b.) Wonderware Historian on integroitu osaksi System Platform -järjestelmää (Klinkmann 2021b).

Standardi Microsoft SQL Server -palvelin ei pysty käsittelemään ja tallentamaan suuria määriä nopeasti muuttuvaa tietoa, ja aikasarjoina tapahtuva tallentaminen käyttää paljon tallennuskapasiteettia. Wonderware Historian on ratkaissut asian omalla tallennusjärjestelmällään (kuva 26), jossa sen konfigurointitietojen tallennus tehdään normaalina tietokantatallennuksena ja niiden tietosisältö tallennetaan Runtime-tietokantaan. Nopeaa ja taajaan tapahtuvaa tiedonkäsittelyä vaativa prosessi ja replikointitieto tallennetaan pakattuina erityisiin historialohkoihin. Näihin lohkoihin tallennetun tiedon käsittelyyn on Historian-tietokannassa tietokantatauluja, joita nimitetään etä- tai laajennustauluiksi. Näiden taulujen sisältö ei todellisuudessa ole tietokannassa, vaan niihin kohdistuvat kyselyt ohjataan OLE DB -tekniikalla historialohkoihin. (Schneider Electric Software 2017b, 27.)



Kuva 26. Historian OLE DB -periaate (Schneider Electric Software 2017b, muokattu)

## 5 WONDERWARE HISTORIANIN ASENNUS

Ennen Wonderware Historianin asennusta tarkastetaan käytettävän tallennus-työaseman käyttöjärjestelmä- ja laitteistovaatimukset. Käyttöjärjestelmän tulee olla vähintään Windows 8,1 Professional, Windows 10 vähintään build-versio 1607 tai Windows Server 2012. Yli 50 000 I/O-muuttujan järjestelmissä on Windows Server pakollinen. Tässä työssä käytetään 64-bittistä Windows 10 -käyttöjärjestelmää. Laitteisto on varustettu Intel Core i9-9900 -prosessorilla ja 32 GB keskusmuistilla. Kiintolevykapasiteettia tallentamiseen on 1TB ja levyt ovat SSD-kiintolevyjä, jotka ovat laitetasolla liitetty RAID1-levyohjaimen. Työn laajuus huomioiden laitteistovaatimukset täyttyvät hyvin. (Wonderware SP IG 2017, 11–12.). Asentamiseen tarvittavat mediat ovat saatavilla Klinkmann Oy:ltä, joka on Wonderwaren tuotteiden jakelija Suomessa.

Tässä työssä käytetty Wonderware Historianin asennus koostuu seuraavista ohjelmistokomponenteista:

- Microsoft SQL Server Express -tietokanta
- Wonderware Historian, tietokanta- ja historiatietotiedosto
- SMC, järjestelmän hallintaa, määrittelyjä varten
- Paikallinen IDAS, reaaliaikadatan tallennukseen IO-palvelimilta
- Wonderware Historian pdf-dokumentointi
- Omronin ja Siemensin DAS-palvelimet IO-kommunikointia varten.

## 5.1 SQL-tietokannan asennus

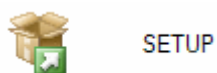
Ennen kuin Wonderware Historianin asennus voidaan aloittaa, tulee Microsoft SQL Serverin olla asennettuna ja konfiguroituna. Tässä opinnäytetyössä tietokantana käytetään Wonderware System Platform -asennusmedian mukana toimittavaa Microsoft SQL Server Express -versiota. Express-versiota voidaan käyttää alle 25000 I/O-muuttujan tietokannoissa (Wonderware SP IG 2017, 53), joten tähän työhön sen kapasiteetti on riittävä. Jos tietokantaa ei ole asennettu, se voidaan asentaa Wonderware Historianin ohjatun asennustoiminnon yhteydessä. Tässä työssä tietokanta-asennus tehtiin erillisenä toimenpiteenä. Asennukseen tarvittava media löytyy pakattuna Wonderware System Platform -asennuspaketeista (kuva 27), kansiossa on tiedosto SQLEX-PRWT\_x86\_ENU.exe, joka käynnistettäessä purkaa asennustiedostot haluttuun paikkaan.

Wonderware System Platform 2017 Update 1 > InstallFiles > Redist

Name	Date modified	Type
DOTNET	19.3.2020 18.37	File folder
MDAC	19.3.2020 18.37	File folder
MSI4.5	19.3.2020 18.37	File folder
PreReqInstaller	19.3.2020 18.37	File folder
Safenet	19.3.2020 18.37	File folder
SQL2014EXPRSP2	19.3.2020 18.37	File folder
VC10SP1	19.3.2020 18.37	File folder
VC90SP1	19.3.2020 18.37	File folder
VC2012U4	19.3.2020 18.37	File folder
VC2013U4	19.3.2020 18.37	File folder

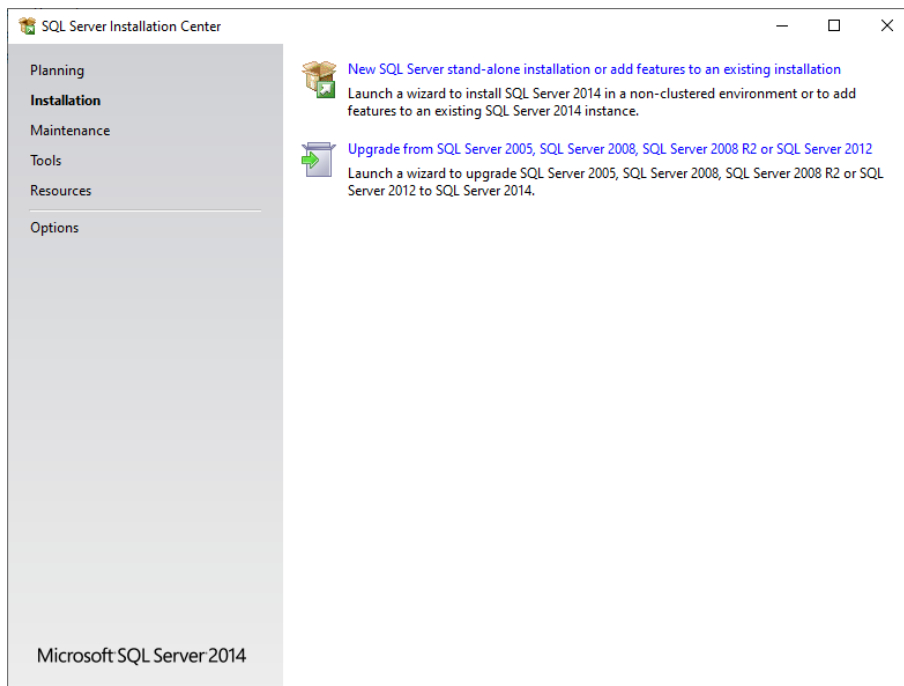
Kuva 27. Microsoft SQL Server Expressin sijainti asennusmedialla

Käynnistetään "SETUP"-ohjelma (kuva 28), joka avaa "SQL Server Installation Center" -konsolin.



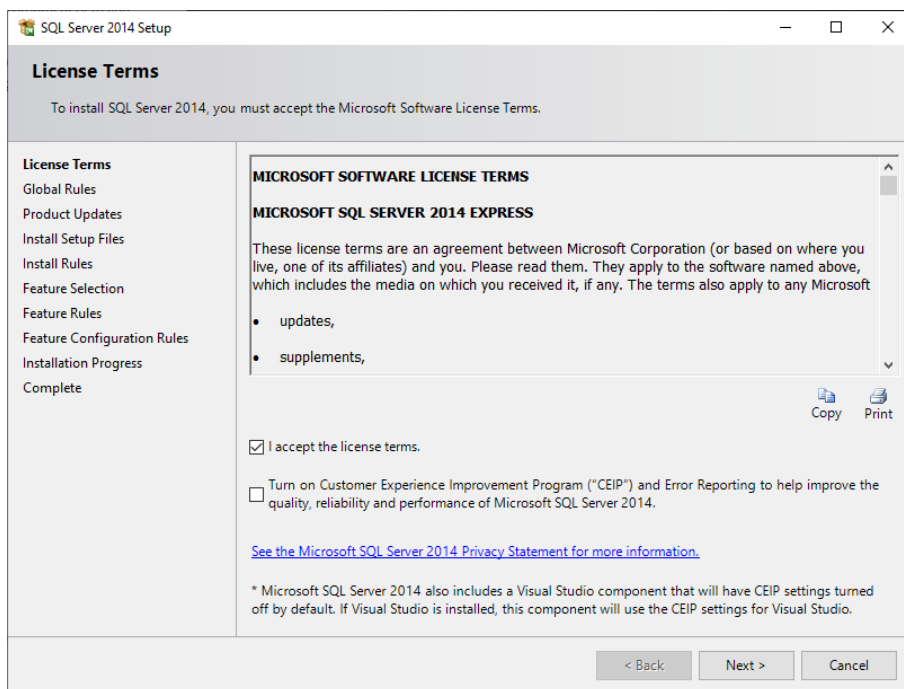
Kuva 28. Microsoft SQL Server Expressin asennuksen käynnistäminen

Valitaan seuraavaksi vasemmasta valikosta asennus ja asennusvaihtoehdoksi "New SQL Server stand-alone installation or add features an existing installation" (kuva 29).



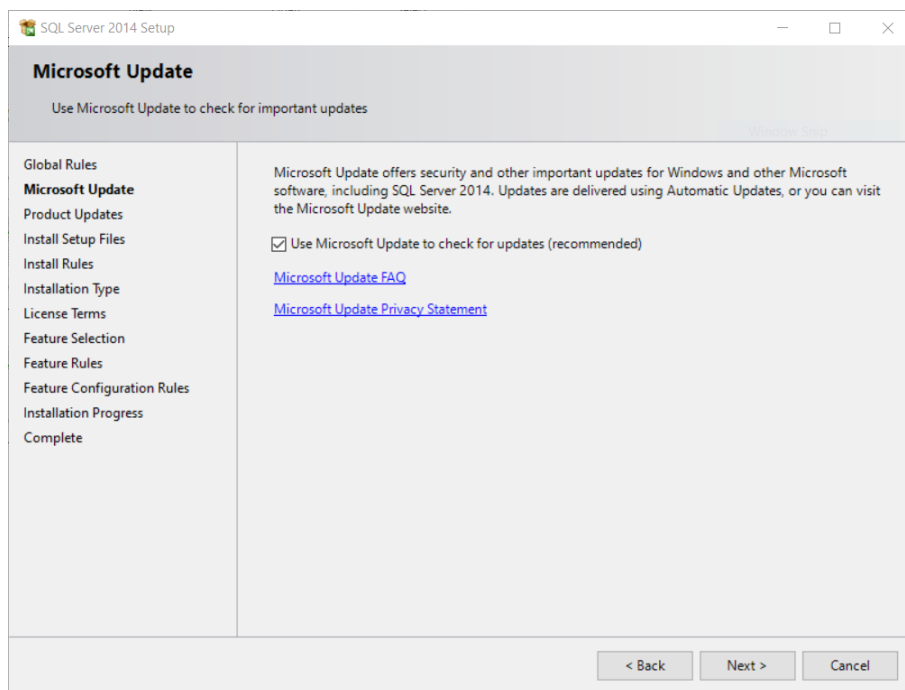
Kuva 29. Tietokannan asennuskonsoli

Luetaan käyttöoikeusehdot sekä tietosuojalausunto ja hyväksytään ne valinta-ruudussa ja painetaan ”Next” (kuva 30).



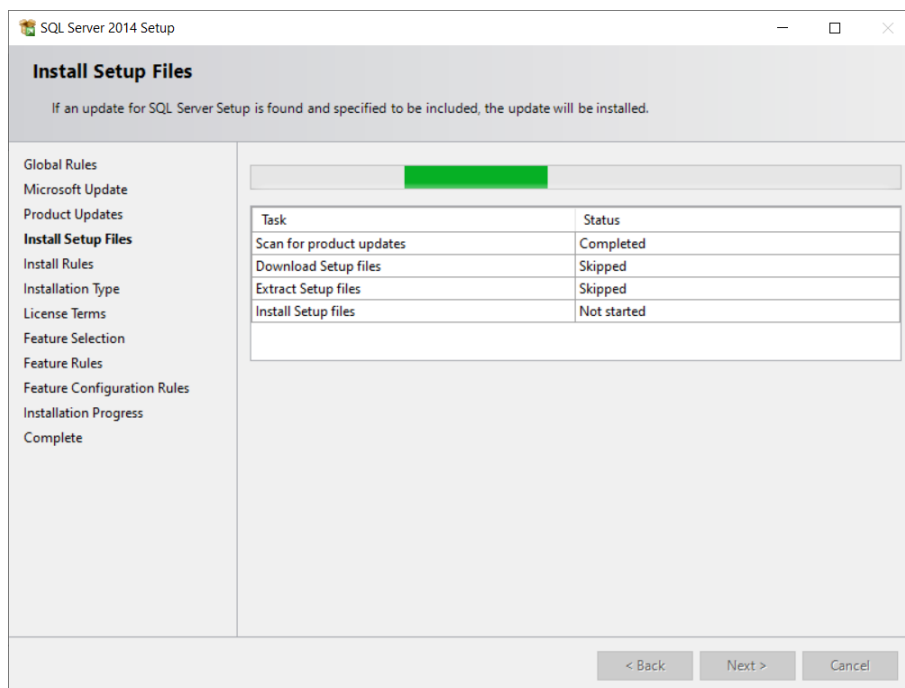
Kuva 30. Käyttöoikeusehtojen sekä tietosuojalausunnon hyväksyminen

Asennus etenee tarpeellisten päivitysten tarkastamiseen Windowsin päivityspalvelusta. Sallitaan päivitysten lataaminen ja asentaminen Windows-käyttöjärjestelmälle ja Windows-sovelluksille ja valitaan ”Next” (kuva 31).



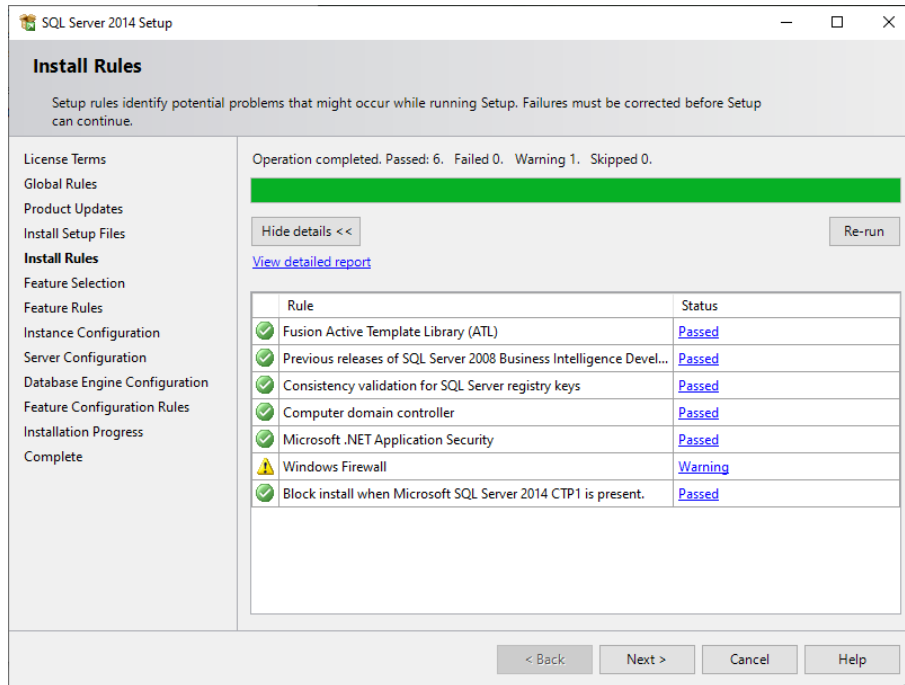
Kuva 31. Windows-päivityspalvelun ja hyväksyminen

Ohjelma tarkastaa ja tarvittaessa asentaa tietokannan asennuksessa tarvittavat tiedostot. Vaiheen valmistuttua valitaan ”Next” (kuva 32).

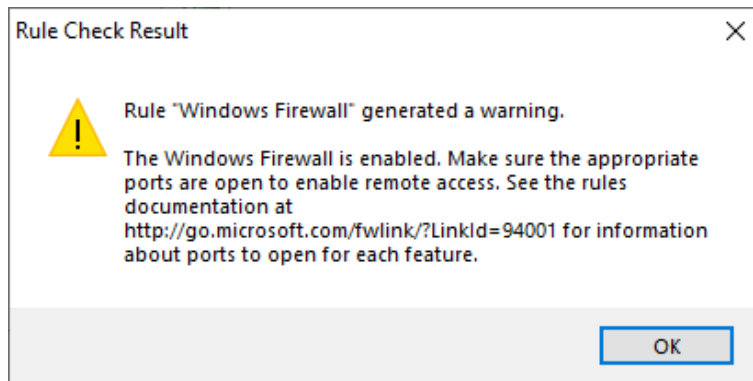


Kuva 32. Tarkistetaan ja asennetaan tarvittavia tiedostoja

Ennen varsinaista tietokannan asennusta ohjelma suorittaa joukon tarkastuksia. Kun tarkistus on valmis ja ongelmia ei havaita tai kun ne on ratkaistu, valitaan ”Next” (kuva 33 ja 34).

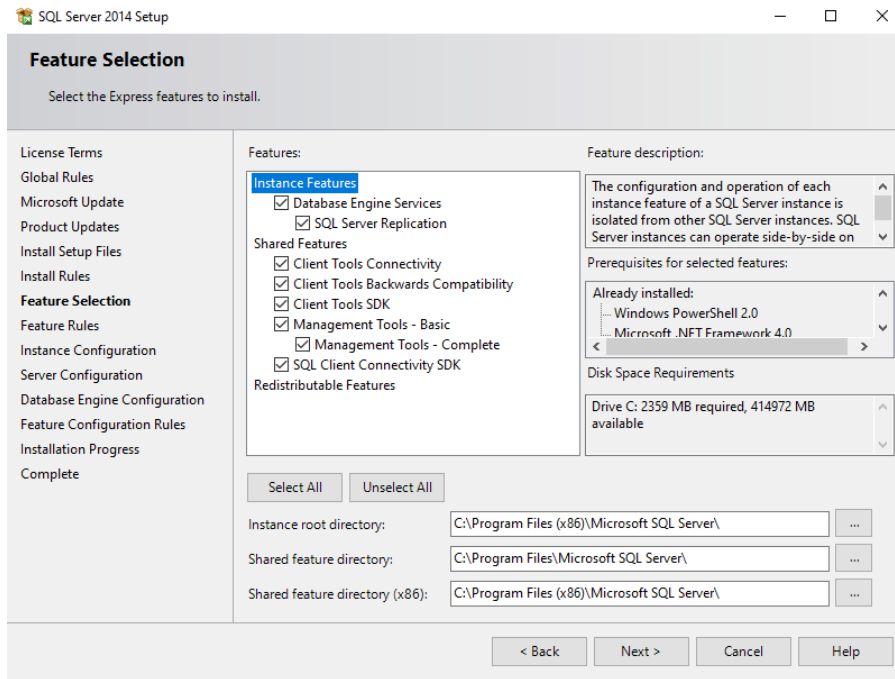


Kuva 33. Tarkastetaan järjestelmän valmius tietokannan asentamiseen



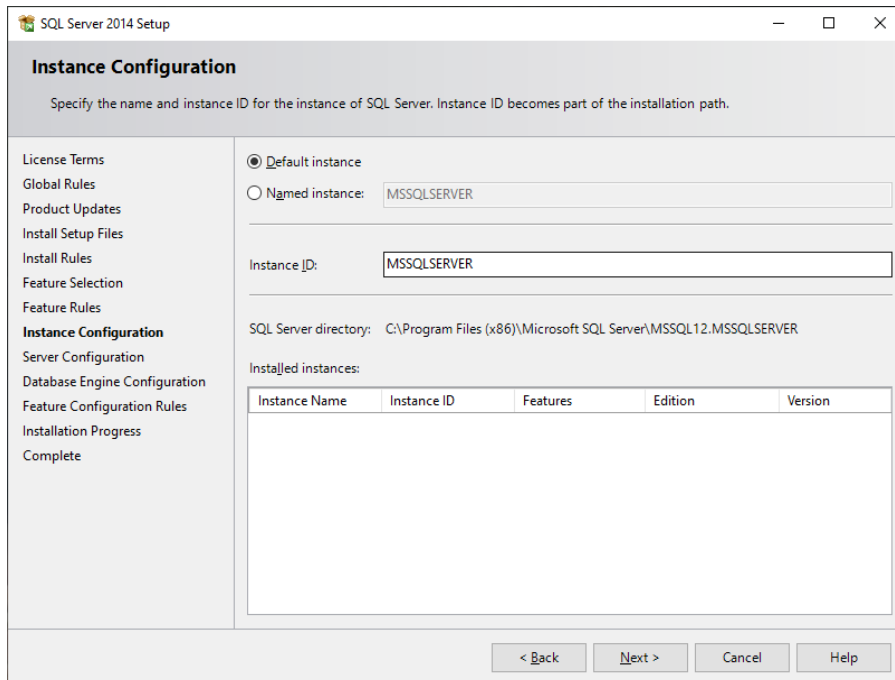
Kuva 34. Palomuurin portin tarkastus

Tietokannan ominaisuuksien valinta tehdään oletusasetuksin ja valitaan ”Next” (kuva 35).



Kuva 35. Tietokannan ominaisuuksien valinta

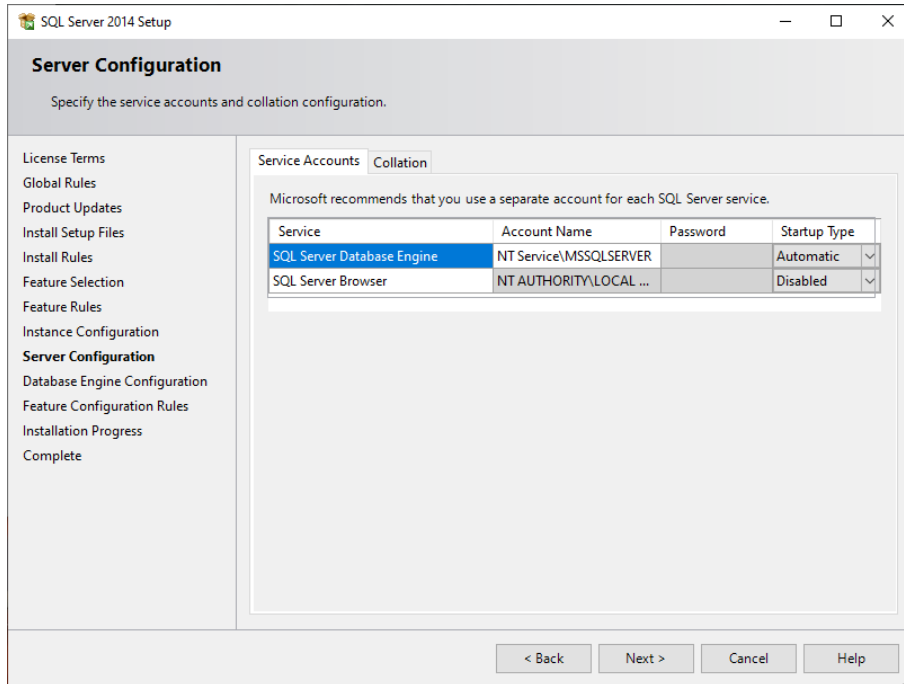
Wonderwaren tuotteilla on Microsoft SQL Serverin Express -tietokannan asennuksessa käytettävä SQL server -instanssin oletusarvoa "MSSQLSERVER" eikä asennuksen ehdottamaa nimettyä instanssia "SQLEXPRESS". Valinnan jälkeen valitaan "Next" (kuva 36).



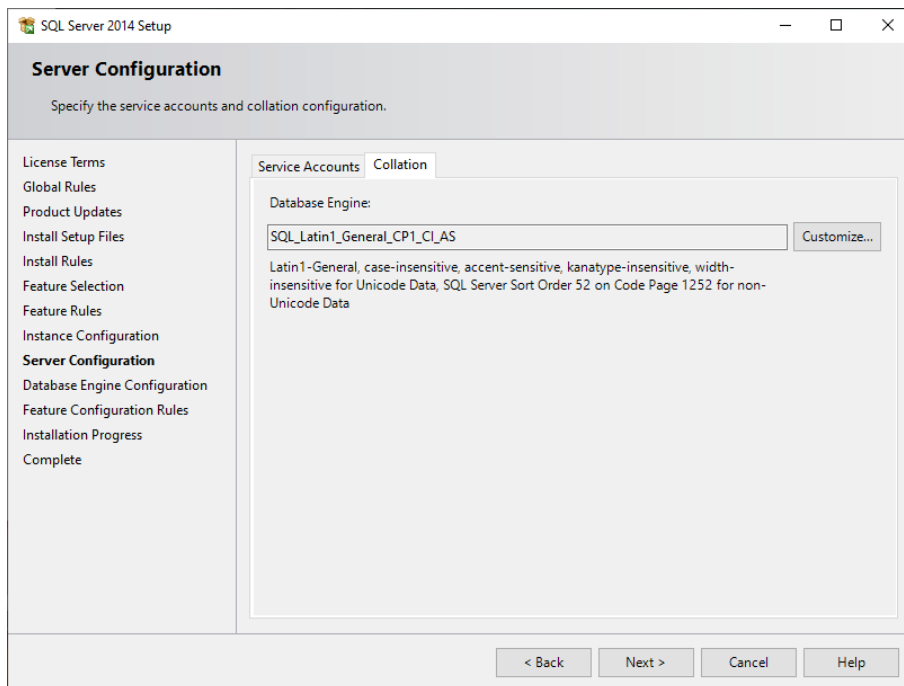
Kuva 36. Käytetään oletusinstanssia "MSSQLSERVER"

Palvelimen konfiguroinnissa jätetään tiliasetukset ja koodisivumääritykset oletusarvoihin ja valitaan "Next". (kuva 37 ja 38).



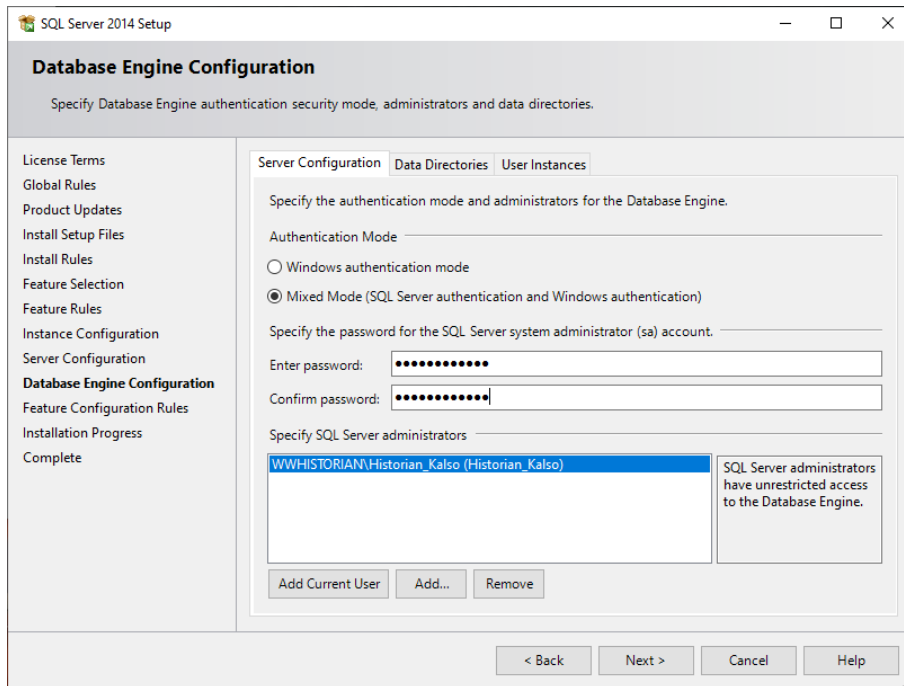


Kuva 37. Palvelutilien määritykset

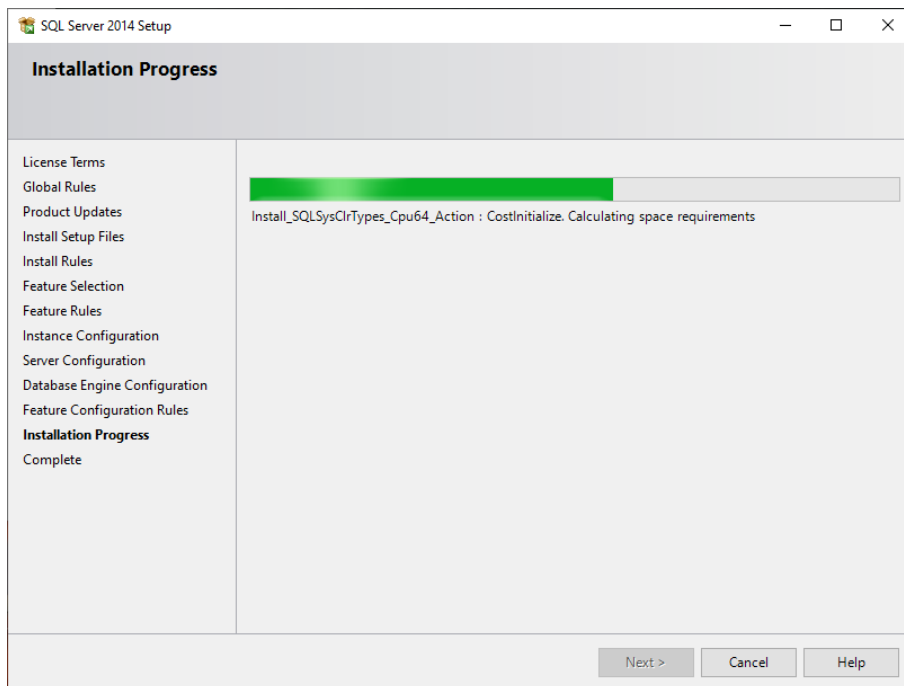


Kuva 38. Koodisivun määrittäminen

Tietokantamoottorin konfiguroinnissa palvelimen asetuksissa valitaan autentikointitavaksi sekä SQL-palvelin että Windows-autentikointi. SQL-palvelin autentikoinnille määritellään järjestelmänvalvojan käyttäjätunnus ja salasana. Datahakemistot ja käyttäjäinstanssit jätetään oletusarvoihinsa (kuva 39). Lopuksi valitaan "Next", ja tietokannan asennus käynnistyy (kuva 40).

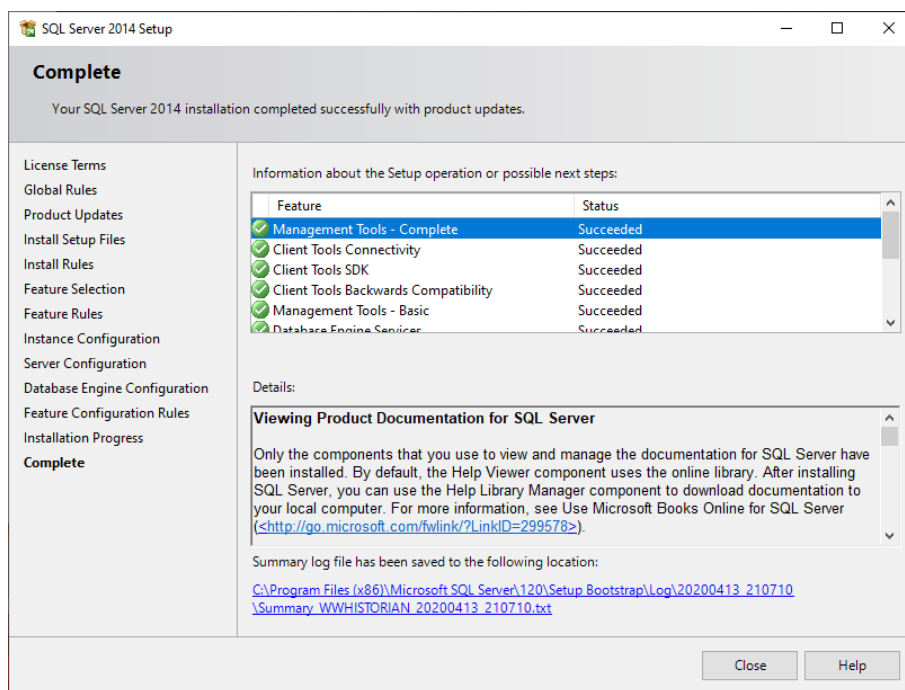


Kuva 39. Palvelimen autentikoinnin määrittely



Kuva 40. Tietokannan asennus käynnissä

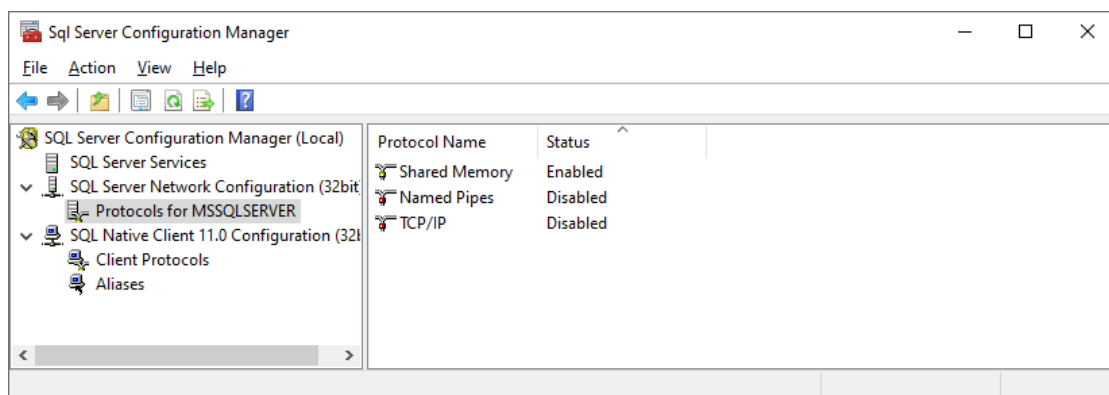
Asennus päättyy ja sen etenemisestä muodostetaan tekstimuotoinen lokitiedosto ohjelmistohakemistoon, valitaan "Close" (kuva 41).



Kuva 41. Tietokannan asennus suoritettu

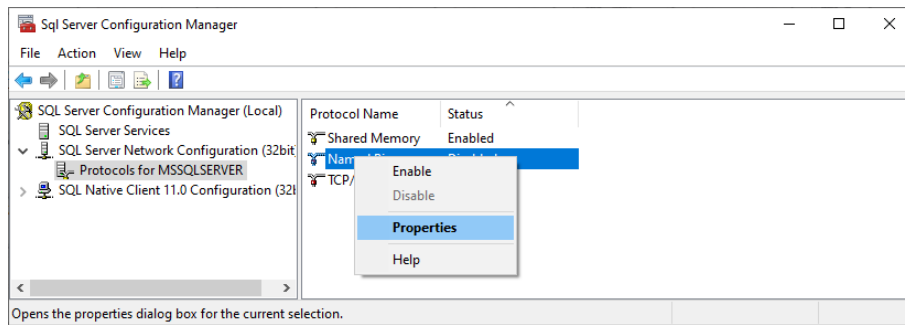
## 5.2 Tietokannan konfigurointi

Tietokannan asennuksen jälkeen sille sallitaan kaksi protokollaa, jotta se toimisi Wonderware Historianin kanssa (Schneider Electric Software, LLC 2017c, 53). Nämä määrittäykset tehdään ”Sql Server Configuration Manager” -sovelluksella, joka asentuu SQL Serverin mukana. Sallittavat protokollat ovat ”Named Pipes”- ja ”TCP/IP”-protokollat. Protokollat löytyvät sql-serverin konfiguraatiosta, kohdasta ”SQL Server Network Configuration” ja sen alta ”Protocols for MSSQLSERVER” (kuva 42).

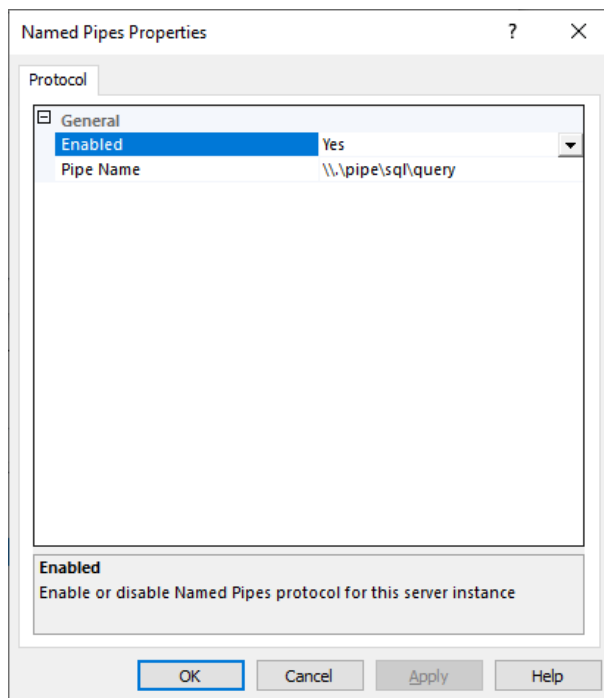


Kuva 42. Sallittavat protokollat ”Named Pipes” ja ”TCP/IP”

Protokollat aktivoidaan valitsemalla kyseessä oleva protokolla hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla avautuvasta ikkunasta "Enable" (kuva 43). Vaihtoehtoinen toiminto on kaksoisklikata protokollaa, jolloin protokollan ominaisuudet -ikkuna avautuu (kuva 44). Ikkunan yleisissä asetuksissa muutetaan protokollan tila sallituksi ja hyväksytään valitsemalla "Ok". Proseduuri on yhteneväinen molemmilla sallittavilla protokollilla.



Kuva 43. Protokollan salliminen, tapa 1

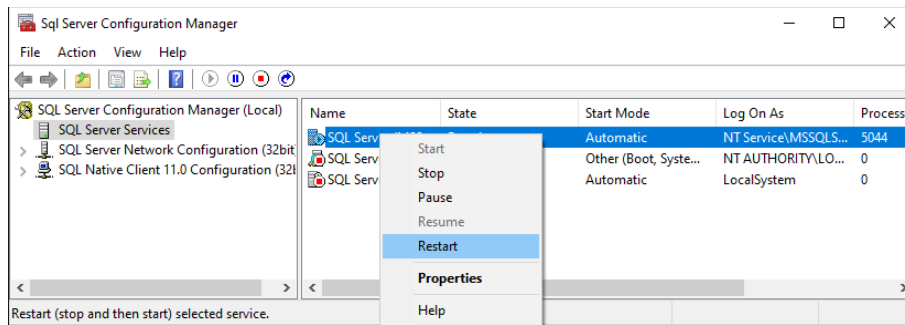


Kuva 44. Protokollan salliminen, tapa 2

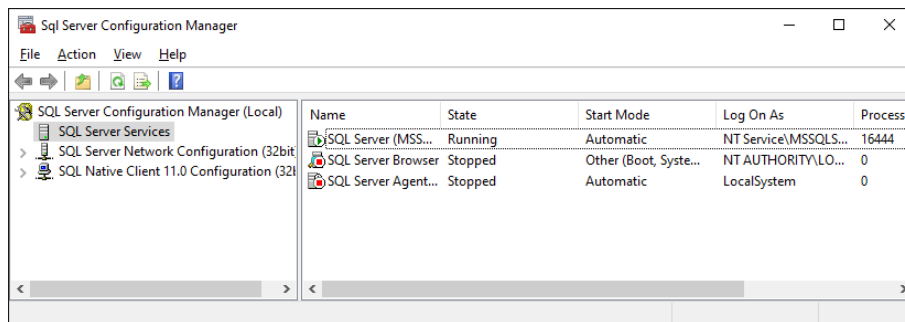
Protokollien sallimisen jälkeen tulee varoitus toimintojen aktivoitumisesta vasta SQL-palvelun uudelleen käynnistyksen jälkeen (kuva 45). Uudelleen käynnistys tehdään konsolissa "SQL palvelin palvelut" -valinnassa valitsemalla "Uudelleen käynnistys". (kuva 46). Tämän jälkeen SQL-palvelin on käynnissä ja valmiina Wonderware Historianin asentamiseen (kuva 47).



Kuva 45. SQL-palvelu on käynnistävä uudelleen asetusten voimaan saattamiseksi



Kuva 46. SQL-palvelun uudelleenkäynnistysvalinta



Kuva 47. SQL-palvelu on käynnissä

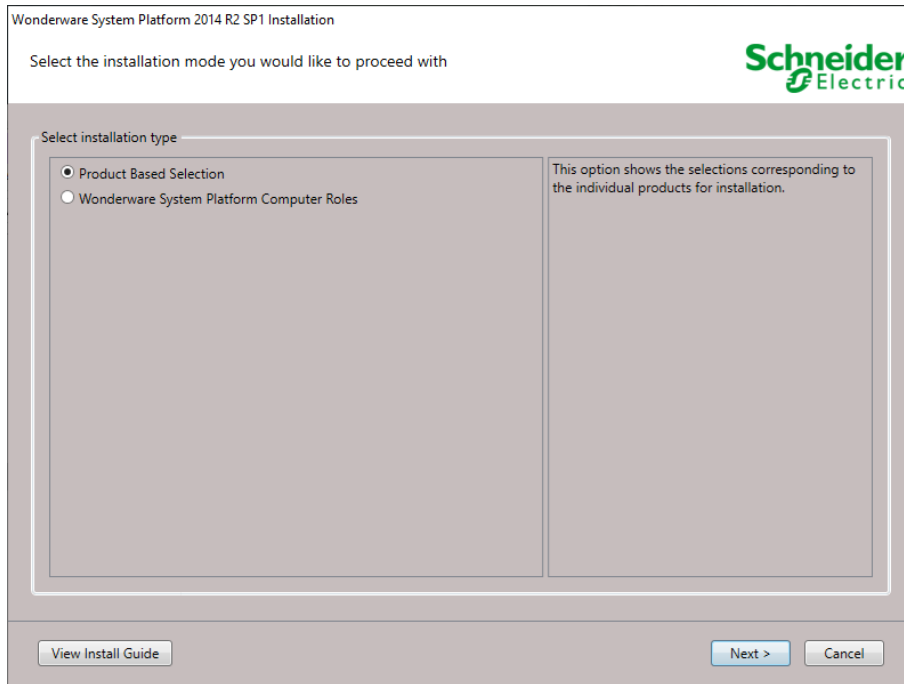
### 5.3 Historianin asennus

Tietokannan käynnistyttyä siirrytään asentamaan Historian-sovellus. Historian sisältyy Wonderware System Platform -asennusmediaan, ja sen asennus käynnistetään asennusmedian juuresta löytyvällä ”Setup.exe”-sovelluksella, joka käynnistää System Platform -ohjelmien asennuskonsolin (kuva 48).



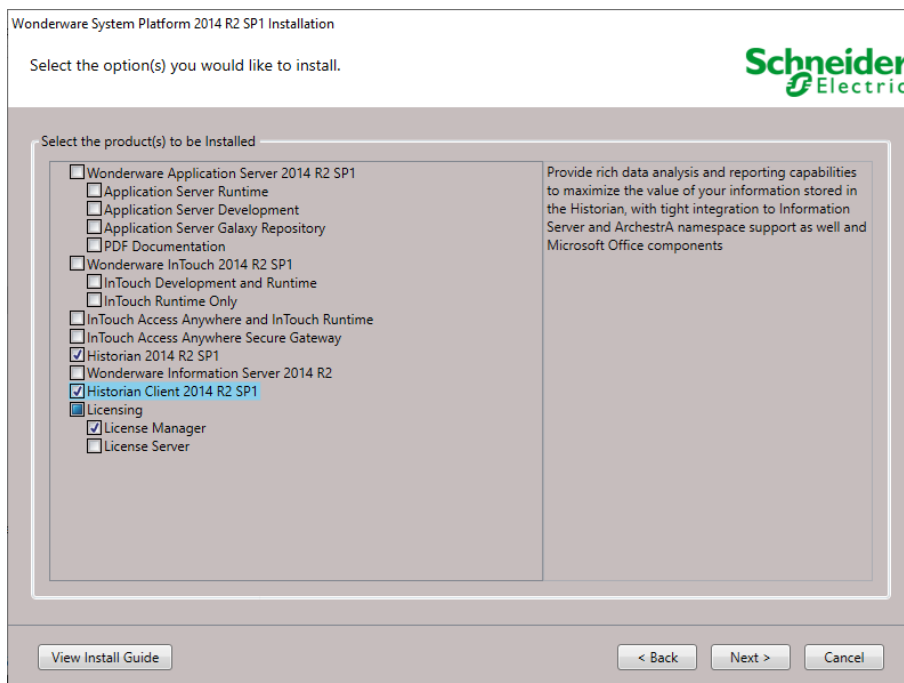
Kuva 48. Wonderware System Platform -asennuksen aloitusnäky

Asennuksen alussa määritellään haluttu asennuksen tyyppi. Koska palvelimelle asennetaan kaikki Historianiin liittyvät ohjelmat, mutta ei muita System Platformin tuotteita, valitaan asennuksen tyyppi ”Product Based Selection” (Schneider Electric Software, LLC 2017c, 9–20). Mikäli Historian asennetaan koneelle, joka toimii etä-IDAS-koneena ja tietoa kerätään toimitettavaksi erilliselle Historian-palvelimelle, valitaan asennuksen tyyppi ”WSP Computer Roles”. Tässä työssä valitaan ensin mainittu ja edetään seuraavaan vaiheeseen painamalla ”Next” (kuva 49).



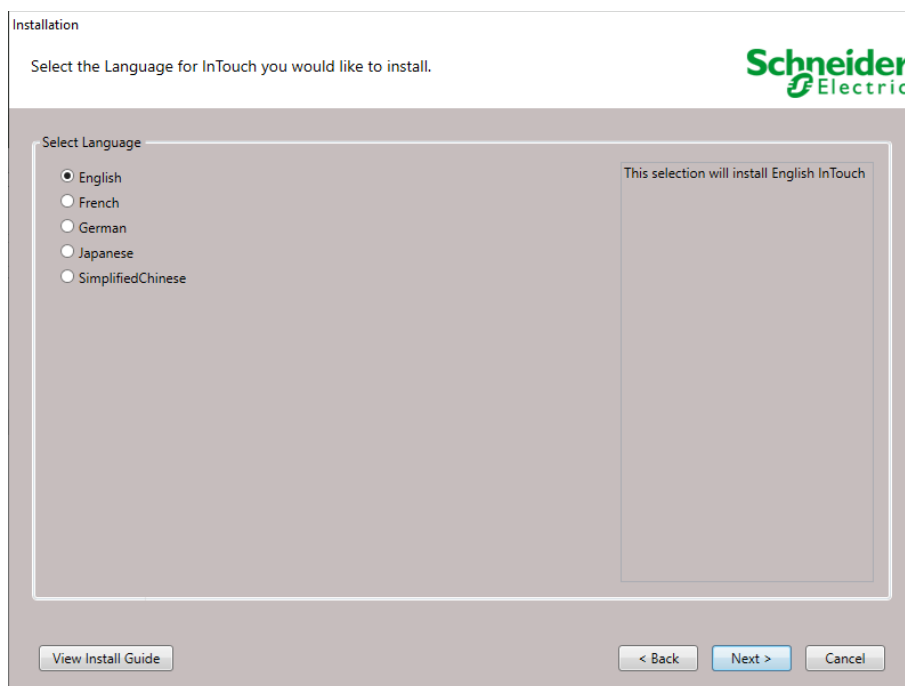
Kuva 49. Tuotepohjainen asennus valittu

Asennuksen seuraavassa vaiheessa valitaan asennettavat ohjelmistot. Tätä työtä varten asennetaan Wonderware Historian, Historian Client ja lisenssin hallinta. Valitaan "Next" (kuva 50).

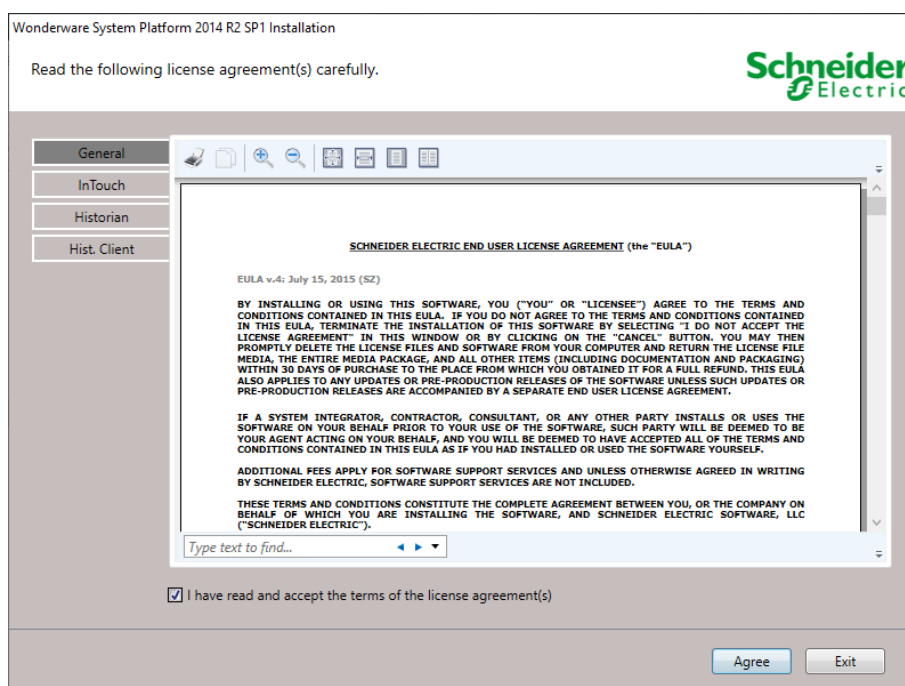


Kuva 50. Asennettavien ohjelmistojen valinta

Asennus etenee InTouch HMI -ohjelmiston kielivalinnan kautta (kuva 51) ohjelmistojen tuotekohtaisten lisenssiehtojen hyväksyntään (kuva 52). Asennus haluaa kielivalinnan ja lisenssiehtojen hyväksynnän InTouch HMI -ohjelmistolle, vaikka sitä ei asenneta. Historian käyttää sen hälytystietokannan ohjelmistokomponentteja (Schneider Electric Software, LLC 2017c, 121). Lisenssiehtojen hyväksynnän jälkeen listataan vielä asennettavat ohjelmistokomponentit (kuva 53). Näissä vaiheissa edetään seuraavaan painamalla ”Next”.

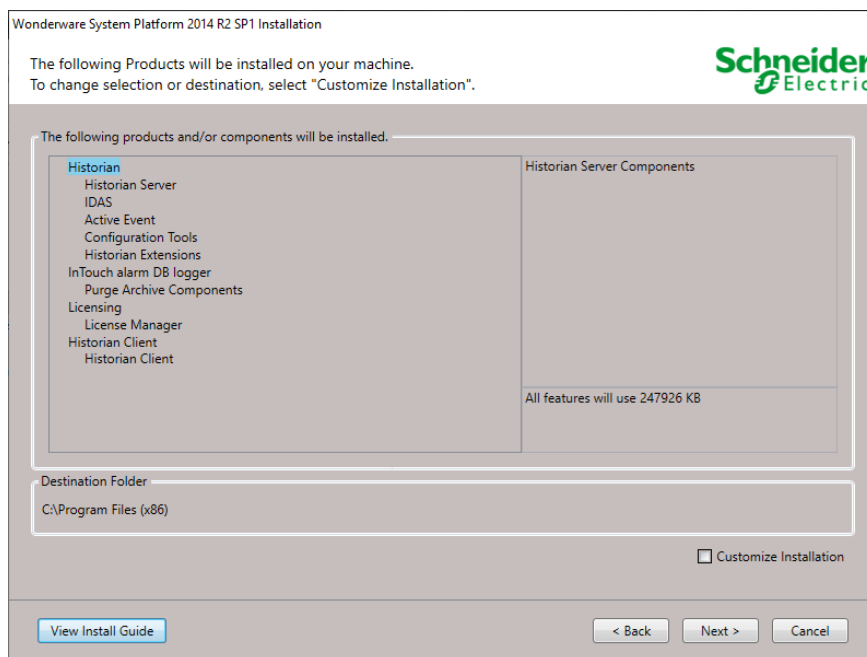


Kuva 51. Ohjelmiston kielivalinnat



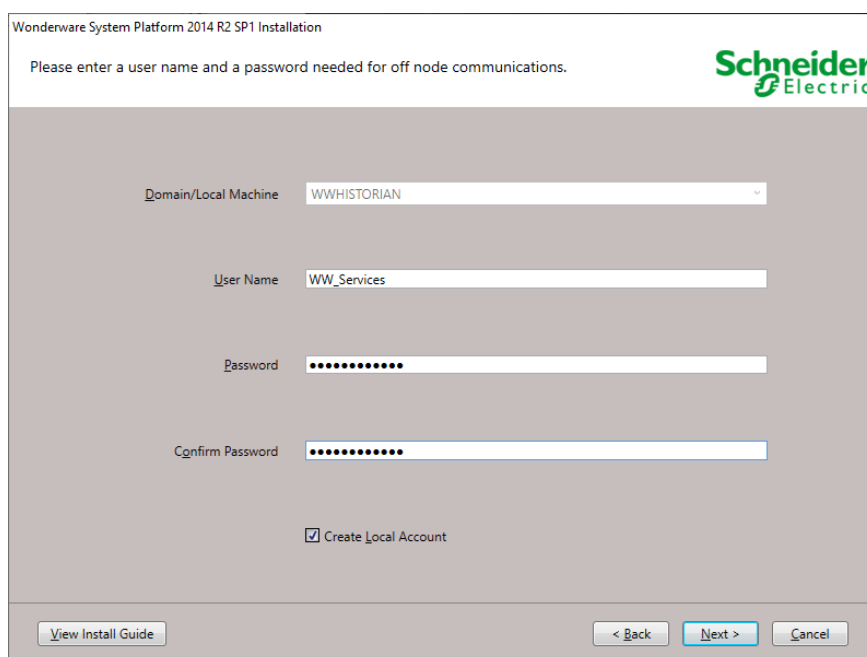
Kuva 52. Lisenssiehtojen hyväksyntä





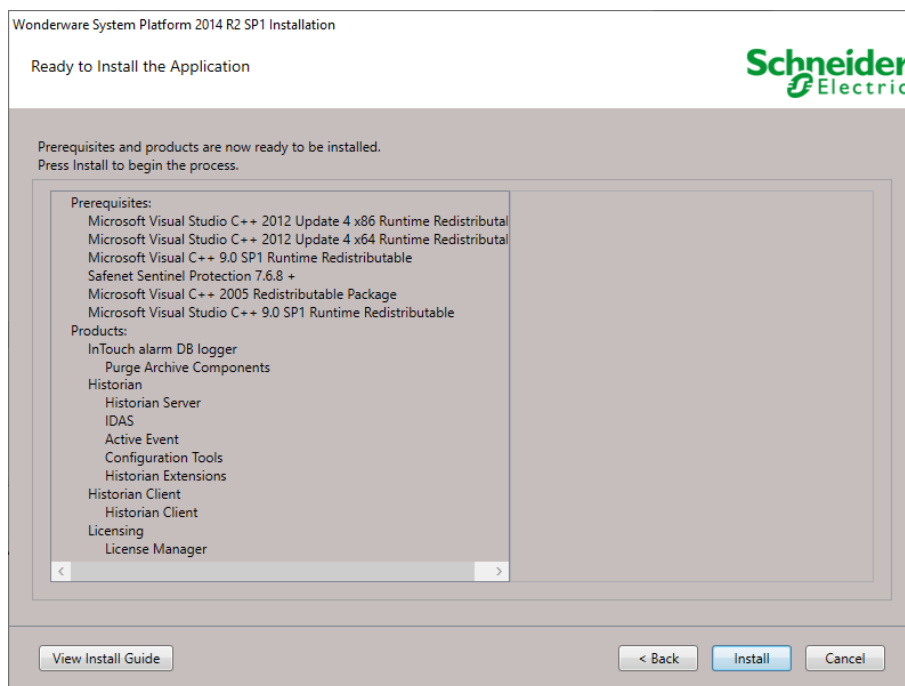
Kuva 53. Asennettavien ohjelmistokomponenttien listaus

Seuraavaksi siirrytään määrittämään Windows-käyttäjätili. Tätä tiliä Historian-palvelin käyttää kommunikoidessaan muihin ArchestrA-palveluihin, esimerkiksi InTouch-valvomon muuttujien lukemiseen Historianin IDAS-palveluun. Windows-käyttäjätili voi olla joko paikallinen tai domain-käyttäjätili. Valitaan joko olemassa oleva tai luodaan uusi paikallinen käyttäjätili. Tilillä tulee olla järjestelmänvalvojan oikeudet (Schneider Electric Software, LLC 2017c, 30). Lopuksi siirrytään eteenpäin painamalla "Next".

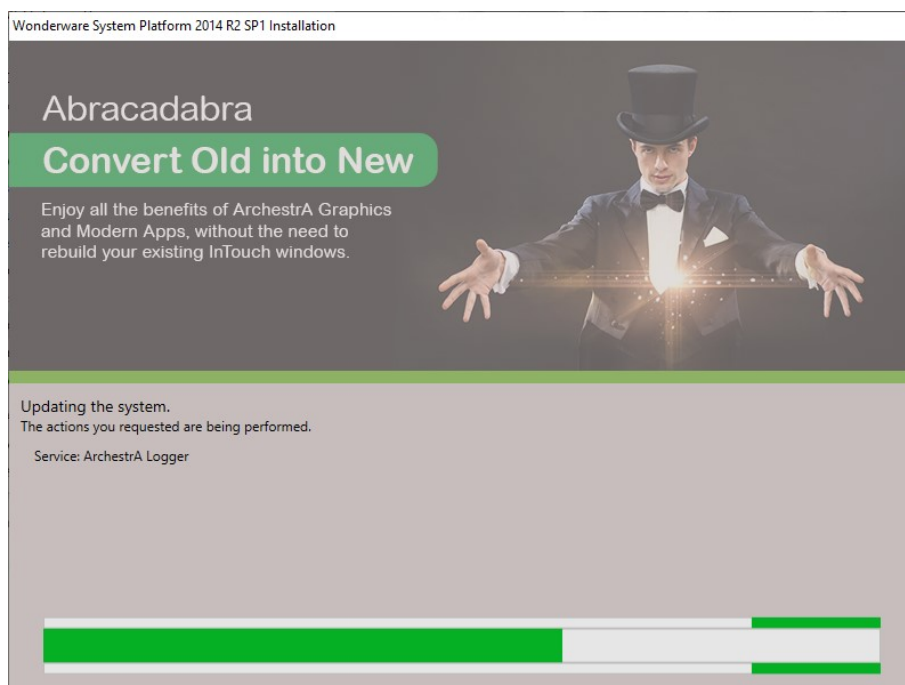


Kuva 54. ArchestrA-käyttäjätilin määrittäminen

Määritellyt ovat nyt valmiit, ja asennus aloitetaan valitsemalla ”Install” (kuva 55). Ohjelma kertoo asennuksen etenemisestä (kuva 56).



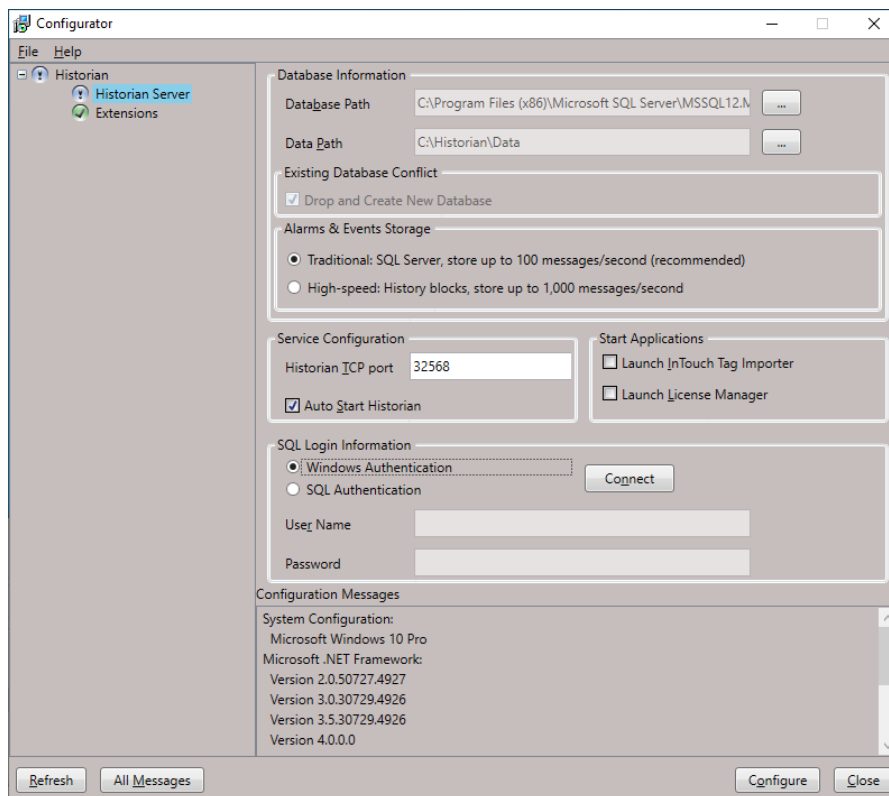
Kuva 55. Asennus valmiina alkamaan



Kuva 56. Asennus etenee

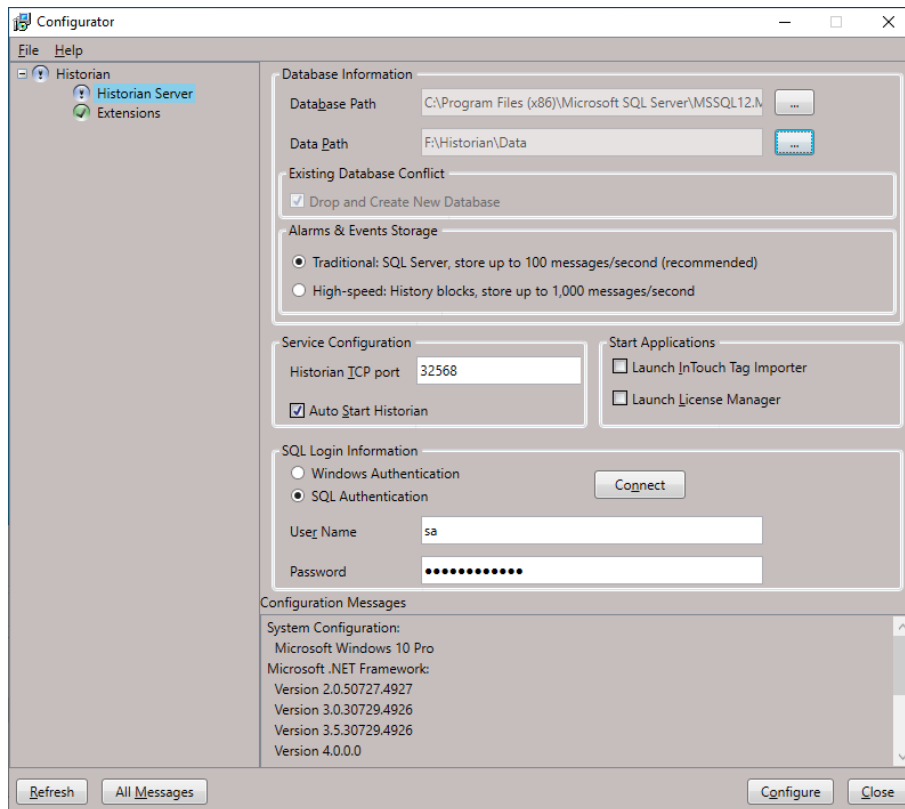
Asennuksen valmistuttua siirrytään Historianin konfigurointiin. Ennen varsinaiseen konfigurointiin siirtymistä palvelin vaatii uudelleenkäynnistykseen.

Palvelimen käynnistyttyä avautuu automaattisesti näkymä, jossa annetaan palvelinkohtaiset määrittelyt (kuva 57) konfigurointiajoa varten. Opinnäytetyössä ei asenneta Historianin lisäksi muita Wonderwaren palvelinohjelmistoja, joten määrittelyt koskevat ainoastaan sitä.

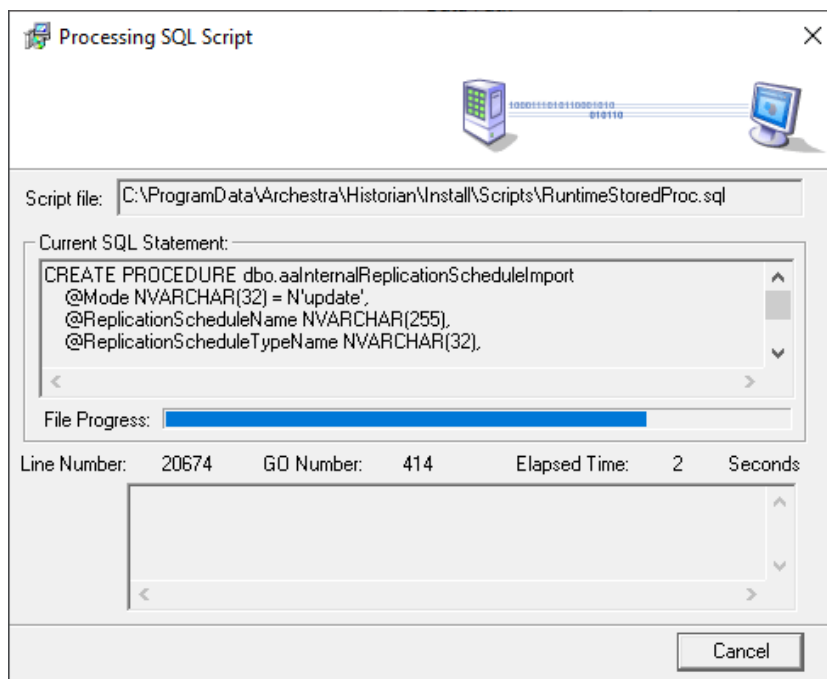


Kuva 57. Konfigurointi oletusasetuksissa

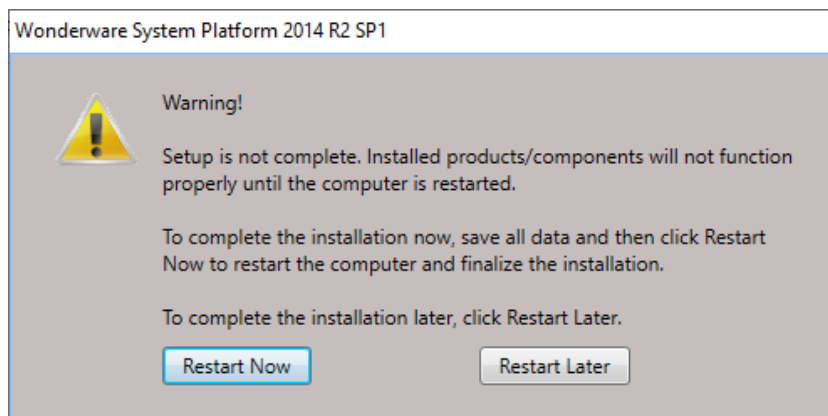
Tätä opinnäytetyötä varten muutettiin tietokannan tallennuspolku ja tietokantaan kirjautumisessa käytettävä kirjautumistunnus, muut asetukset jätetään oletusarvoihin (kuva 58). Konfigurointi käynnistetään painamalla ”Configure”. Tämän jälkeen ohjelma ajaa Historian-tietokannan tarvitsemat määrittelyskriptit. (kuva 59). Konfigurointiajon päätyttyä palvelimelle tehdään uudelleenkäynnistys painamalla ”Restart Now” -painiketta (kuva 60).



Kuva 58. Konfigurointi valmiina skriptien ajoon



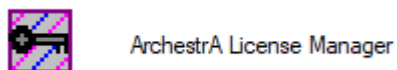
Kuva 59. Historian-palvelimen määrittyskriptien ajo käynnissä



Kuva 60. Konfigurointi valmis

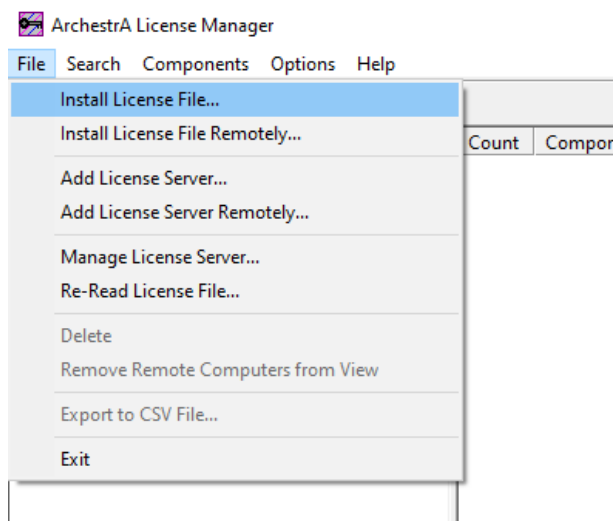
## 5.4 Lisenssien asennus

Ennen Historianin kanssa työskentelyn jatkamista asennetaan ohjelmiston muokkaamisen mahdollistavat kehityslisenssit. Lisenssien asentaminen tehdään "ArchestrA License Manager" -ohjelmalla (kuva 61), joka löytyy oletuksena Wonderwaren ohjelmien käynnistysvalikosta. Tarvittavat lisenssit asennetaan ohjelman "File"-valikon "Install License File" -toiminnolla (kuva 62). Asennuksen jälkeen lisenssit ja niiden ominaisuudet ovat nähtävissä lisenssien hallinnan näkymässä (kuva 63).

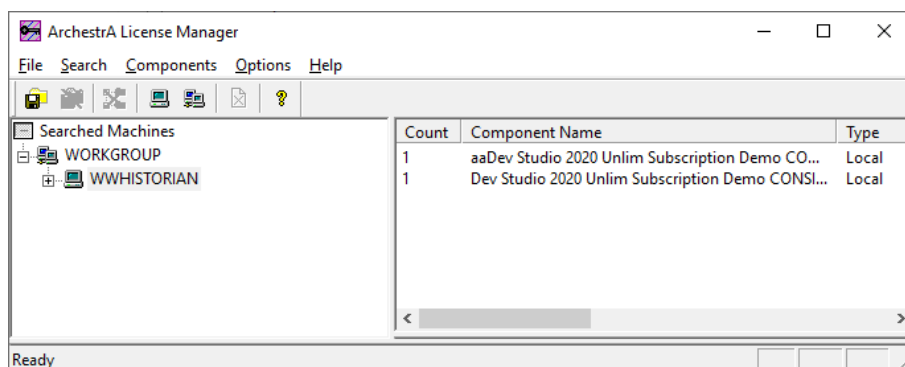


ArchestrA License Manager

Kuva 61. Wonderware lisenssien asennusohjelmisto



Kuva 62. Lisenssin asentaminen



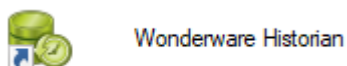
Kuva 63. Lisenssit asennettu ja niiden tiedot nähtävissä

## 6 HISTORIANIN KÄYTTÖNOTTO

Tietokannan ja Historianin asentamisen jälkeen siirrytään järjestelmän käyttöönnottoon, jossa tarkistetaan Historianin toimintavalmius, muodostetaan loogikkayhteydet ja luodaan IO-muuttujat ja varmistetaan koko järjestelmän toiminta.

### 6.1 Toimintavalmiuden tarkastus

Historianin toimintavalmius tarkastetaan valitsemalla Wonderwaren käynnistä valikosta Wonderware Historian -kuvake (kuva 64), joka käynnistää ohjelman "System Management Console". Käynnistyksen jälkeen konsolin sivuvalikossa avataan Historian-valikkoa alaspäin ja varmistetaan, että paikallisen palvelimen tila on vihreänä. Valikossa alaspäin mentäessä löytyy hallintakonsoli, jossa ylimpänä valintana löytyy "Status". Avautuvasta näkymästä on yksityiskohtaisesti nähtävissä järjestelmän tilatiedot. Tarkastetaan näkymästä, että järjestelmän tila on "Ajossa" ja asennetun lisenssin muuttujien määrä näkyy "Lisenssin tila" -rivillä. Oikeanpuoleisesta valikosta tarkastetaan vielä, että kaikki ohjelman toiminnot ovat aktiivisia (kuva 65).



Kuva 64. Wonderware Historian käynnistyskuvake

Item	Value	Module
System time	26.11.2020 12.25.36	Storage
Time of last start	26.11.2020 11.47.27	Classic data redirector
Elapsed time since last start	38 mins	Data import
Time of last stop	26.11.2020 11.47.12	Replication
Time of last reconfiguration	26.11.2020 11.47.12	Classic event system
Configuration status	Changes pending	Retrieval
System status	Running	Indexing
License status	Valid	OLE-DB provider
Total number of tags in database	193	Historian I/O server
Number of licensed tags in database	0	Client access point
License tag count	500 000	Metadata server
Total number of data values received	67 091	Event storage
Overall data rate (per sec.)	30,77	System driver
Fatal errors	0	Data acquisition on \\WWHISTORIAN
Critical errors	0	
Errors	0	
Warnings	0	
Time of last error reset	26.11.2020 11.47.12	
Space available on circular path	951 GB	
Space available on alternative path	Undefined or invalid path	
Space available on buffer path	951 GB	
Space available on permanent path	951 GB	
System version	11,6,13100,000	

Kuva 65. Historian-status nähtävissä konsolissa

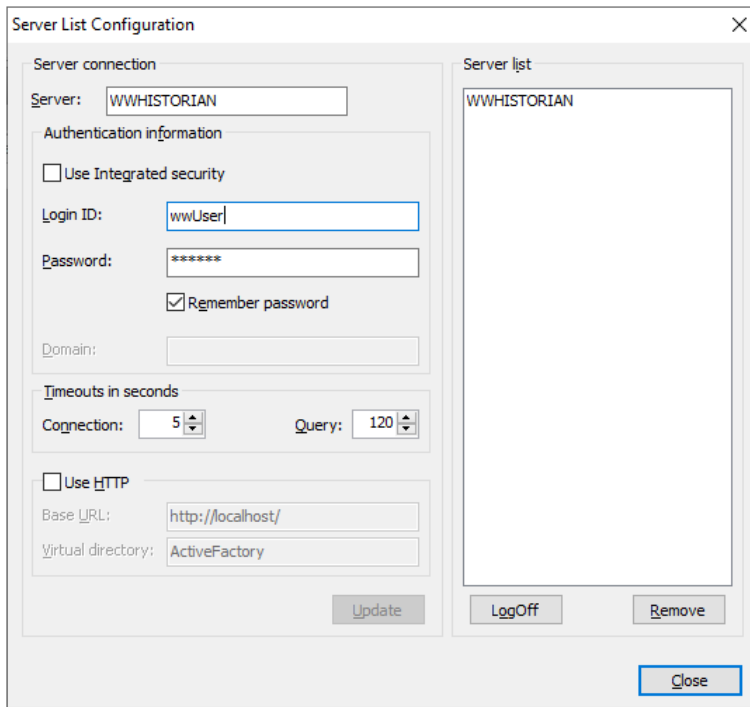
Lopuksi testataan yhteyden toiminta asiakasohjelmistojen suuntaan. Testaus tehdään käyttäen erilliselle työasemalle asennettua Historian Client -ohjelmiston "Query"-sovellusta (kuva 66).



Query

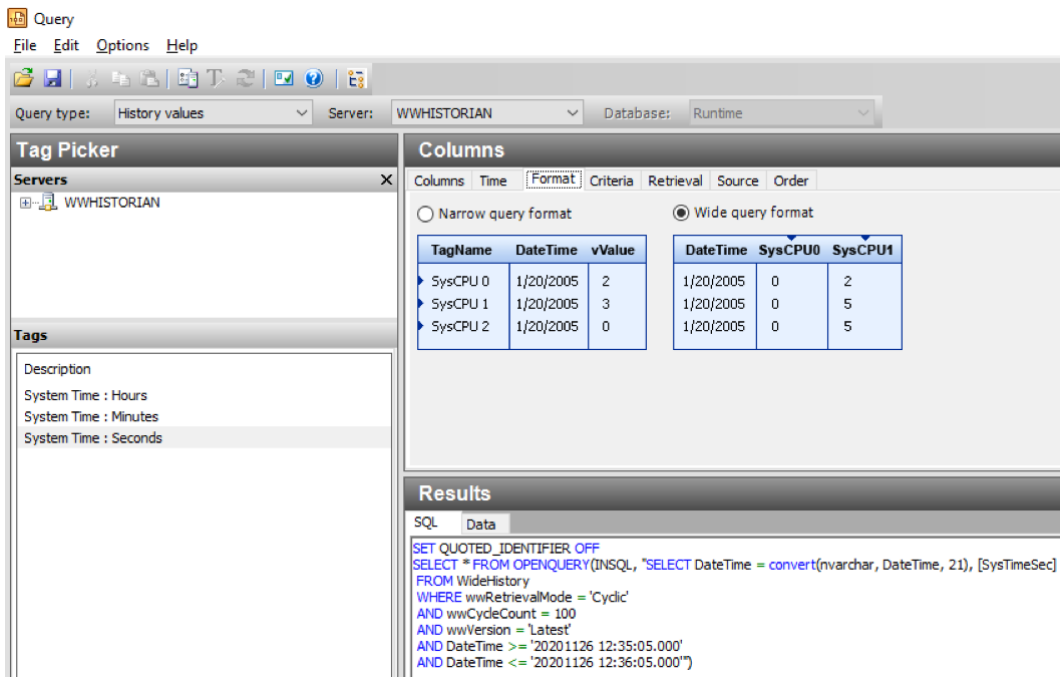
Kuva 66. Query-sovellus

Query-sovelluksella luodaan yhteys Historian-palvelimeen. Ohjelman käynnistyttyä avataan sen "Options"-alavetovalikosta "Servers" ja annetaan kohdepalvelimen nimi ja lisätään palvelin listalle. Kirjautumistunnukset jätetään oletusarvoihin ja lopuksi liitytään asiakkaaksi palvelimelle (kuva 67).



Kuva 67. Historian-palvelimeen luotu yhteys

Luodaan kysely, jolla tutkitaan palvelimen järjestelmän kellon sekunnin askelusta. Valitaan kyselyn tyyppiä "History values" ja haetaan muuttujalistasta järjestelmääjan sekunnit ja valitaan esitystyyppiä "Wide". Ohjelma luo automaattisesti SQL-kyselyn, jonka tuloksista voidaan päätellä järjestelmän toiminta (kuva 68).



Kuva 68. Query-ohjelman SQL-kysely järjestelmän testaamiseen



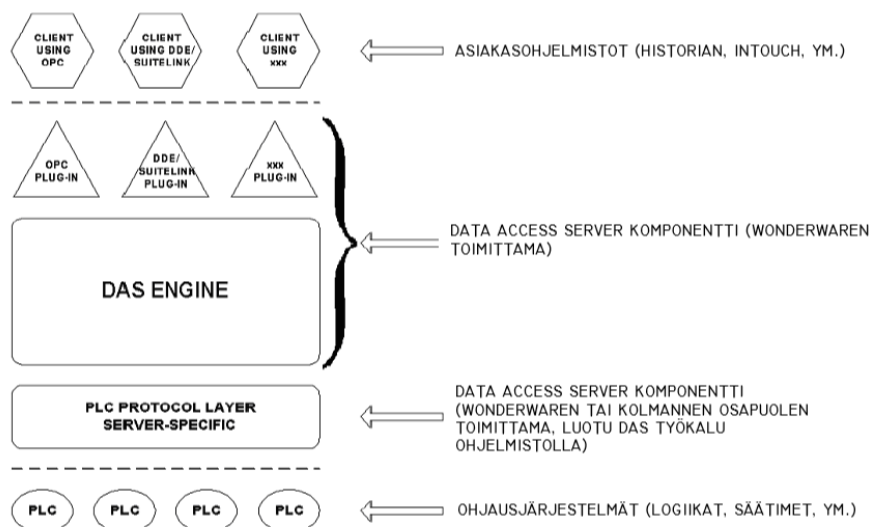
Results		
SQL	Data	
	DateTime	SysTimeSec
	2020-11-26 12:35:05.000	5
	2020-11-26 12:35:06.000	6
	2020-11-26 12:35:07.000	7
	2020-11-26 12:35:08.000	8
	2020-11-26 12:35:09.000	9
	2020-11-26 12:35:10.000	10
	2020-11-26 12:35:11.000	11
	2020-11-26 12:35:12.000	12
	2020-11-26 12:35:13.000	13
	2020-11-26 12:35:14.000	14
	2020-11-26 12:35:15.000	15
	2020-11-26 12:35:16.000	16
	2020-11-26 12:35:17.000	17

Kuva 69. Query-ohjelman SQL-kyselyn tuottama data

Järjestelmän sekunnit askeltavat, joten järjestelmä on käynnissä, ja koska data on luettavissa, myös yhteys asiakasohjelman suuntaan toimii (kuva 68).

## 6.2 Logiikkayhteydet

Keruujärjestelmän logiikkayhteyksien IO-palvelut toteutetaan Wonderwaren omilla DAServer-ohjelmistoilla. DAServer koostuu ohjelmistokomponenteista, jotka yhdistettynä kokonaisuudeksi mahdollistavat tietoliikenneyhteyden ja asiakasohjelmistojen kenttälaitteiden välillä (kuva 70).



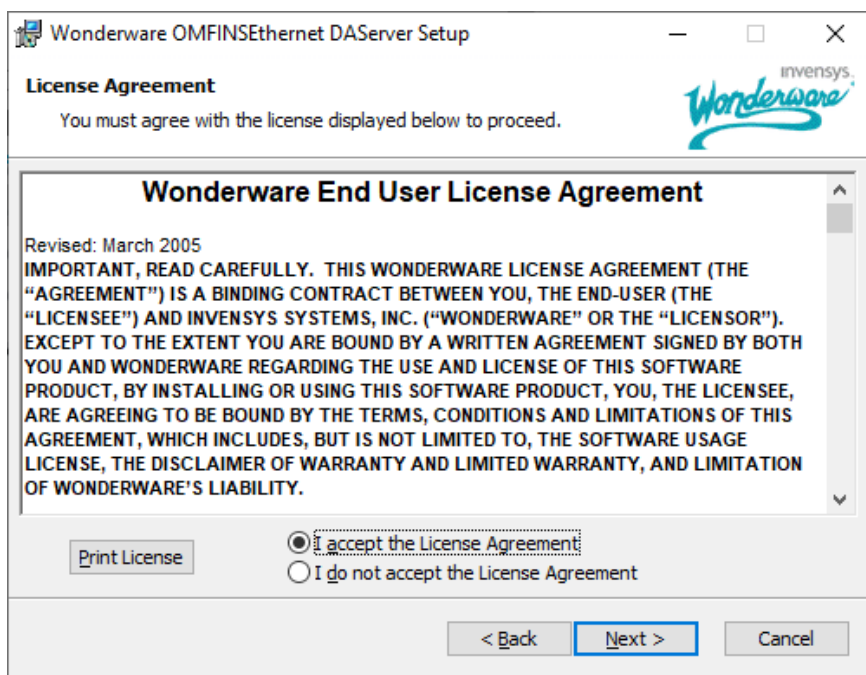
Kuva 70. DAServeri-ohjelmistokomponentit ja rajapinnat (muokattu)

### 6.3 Kommunikointiserverien asennus ja konfigurointi

Kommunikointia varten palvelimelle asennetaan ohjelmistot Omron- ja Siemens-logiikoille. DAS-ohjelmistoina käytetään Wonderwaren Omron FINS Ethernet DAServeriä ja Siemens DASSIDirectiä. Molempien kommunikointiservereiden asennusmediat ovat saatavissa Klinkmann Oy:ltä. Asennus on suoraviivainen eikä vaadi lisenssiehtojen hyväksymisen lisäksi muita toimenpiteitä (kuva 71 ja 72).

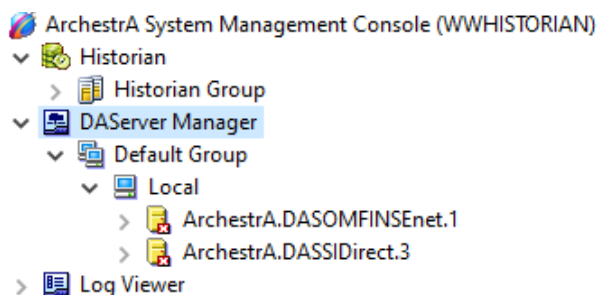


Kuva 71. Omron DAServerin asennus alkaa



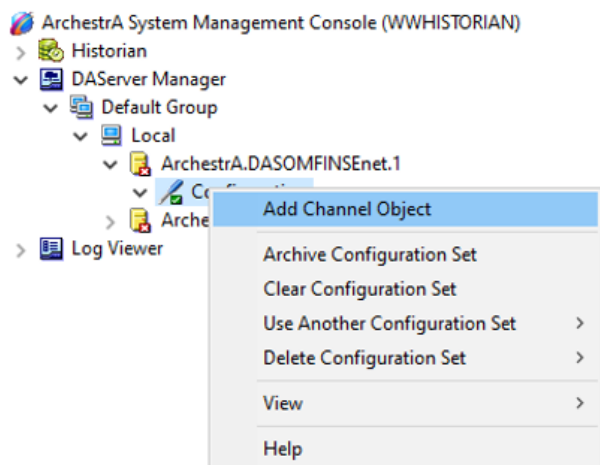
Kuva 72. Omron DAServerin lisenssiehtojen hyväksyminen

DAServereiden konfigurointi, käynnistys ja monitorointi ja tapahtuu "DAServer Manager" -ohjelmalla. "DAServer Manager" asennuu DAServereiden asennuksen myötä osaksi samaa "System Management Console" -sovellusta, jolla muitakin Wonderwaren ohjelmia hallitaan (kuva 73).

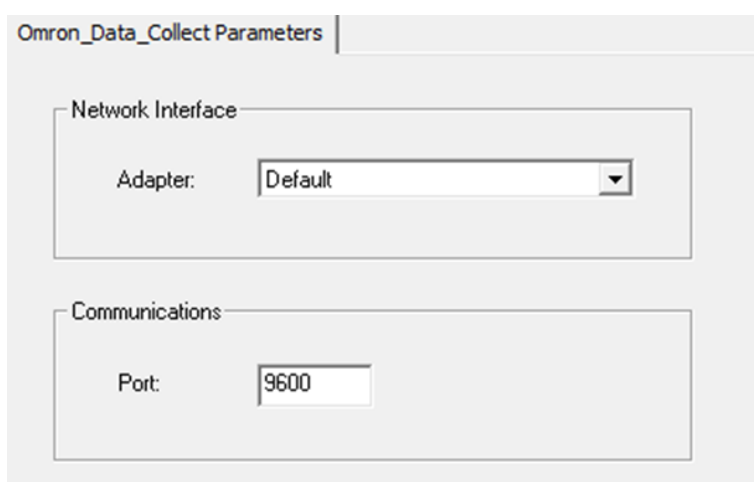


Kuva 73. DAServer Manager -sovellus, jossa DAServerit Omron- ja Siemens-logiikoille

Omron-konfigurointi aloitetaan lisäämällä kommunikointi serverille kanavaobjekti, jossa määritellään keruupalvelimen käyttämä fyysinen Ethernet-portti ja kommunikoinnin UDP-portti. Jos palvelimessa on vain yksi Ethernet-portti, voidaan valinta jättää oletusarvoon. UDP-portti on oletusarvona 9600, eikä sitä käytännössä ole tarvetta muuttaa (kuva 74 ja 75).

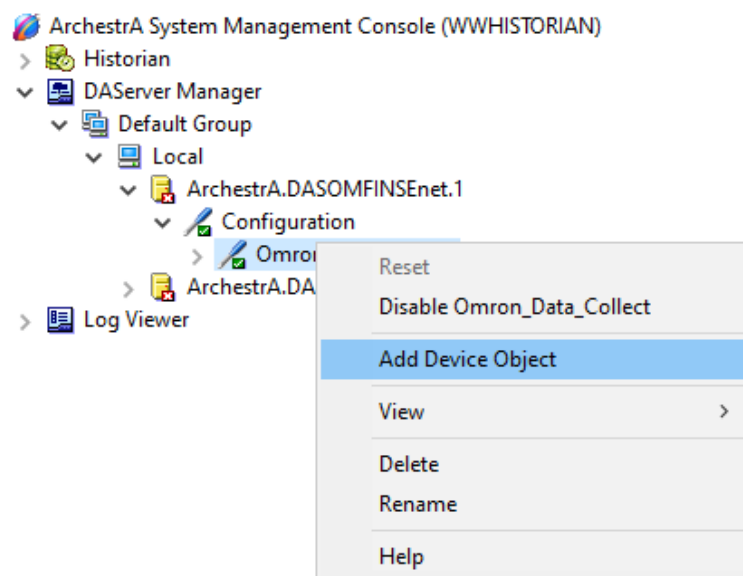


Kuva 74. Kanavaobjektin lisääminen Omron DAServerille



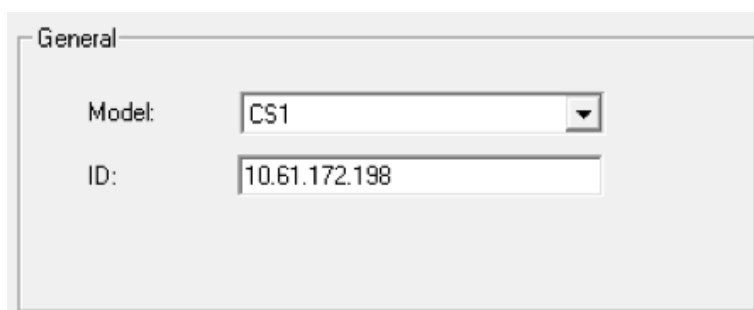
Kuva 75. Kanavaobjektin fyysisen Ethernet-liitännän ja kommunikoinnin UDP-portin määrittely

Kanavaobjektille lisätään laiteobjektit, joissa määritellään kommunikoinnin parametrit kullekin logiikalle, johon halutaan luoda yhteys (kuva 77).



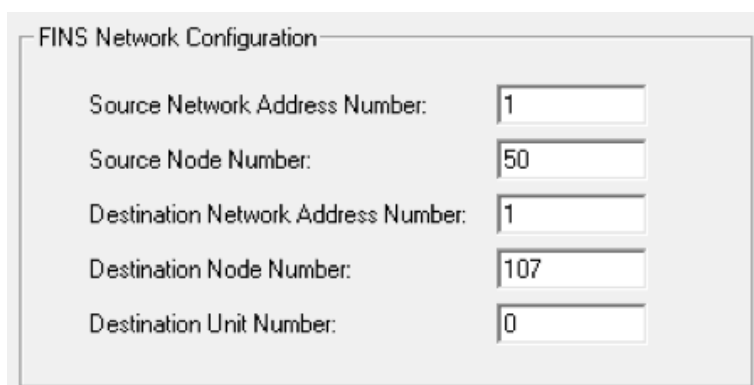
Kuva 76. Laiteobjektin lisääminen Omron DAServerille

Laiteobjektin yleisissä parametreissa valitaan logiikkatyyppi ja yksilöidään se kohdelogiikan IP-osoitteella (kuva 77). Wonderwaren Omron FINS Ethernet DAServer käyttää logiikkarajapinnan kommunikoinnissa FINS/UDP-protokollaa. Protokollan tarvitsemat tiedot annetaan FINS-verkko määrittelyssä (kuva 78). Omronin FINS-verkkohierarkiassa annetaan arvot lähde- ja kohdeverkolle, jossa Ethernet edustaa tässä tapauksessa verkkoa 1. Lähde- ja kohdenoodi yksilöi laitteen kussakin Omron-verkossa. Kohdeyksikön numero on logiikan räkkiin asennetulle liikennöintimoduulille annettu laitenumero. Laitenumero määrittelee mm. yksikön logiikalla käyttämän muistialueen (kuva 78).



The screenshot shows a 'General' configuration window with two fields: 'Model' is a dropdown menu set to 'CS1', and 'ID' is a text input field containing '10.61.172.198'.

Kuva 77. Logiikanmallin ja IP-osoitteen määrittely



The screenshot shows a 'FINS Network Configuration' window with five input fields: 'Source Network Address Number' (1), 'Source Node Number' (50), 'Destination Network Address Number' (1), 'Destination Node Number' (107), and 'Destination Unit Number' (0).

Kuva 78. FINS-kommunikoinnin määrittely

”Device Groups” -välilehdellä nimetään ”Topicit”, nimet, joita Historian käyttää DAServeriden kanssa kommunikoidessaan. Päivitysvälille määritellään syklit, joilla laiteryhmät päivitetään laiterajapinnassa (kuva 79).

Power_Plant_1 Parameters	
Name	Update Interval (ms)
Misc_Data	5000
Pwr_Plant_Transfer	5000

Kuva 79. Laiteryhmämäärittelyt, nimet ja päivitysväli

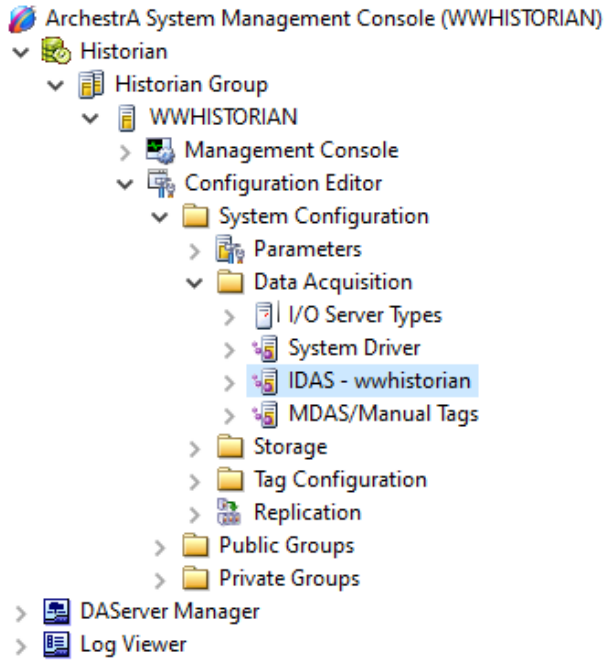
Siemens-logiikoiden DASSIDirect käyttää TCP/IP-protokollaa. Konfigurointi on laiteobjektia lukuun ottamatta yhteneväinen Omronin kanssa ja osin yksinkertaisempi, koska kanavaobjektissa ei määritellä palvelimen verkko-osoitetta. Laiteobjektissa annetaan kohdelogiikan verkko-osoite ja määritellään paikallisen tietokoneen ja logiikan resurssit TSAP-määrittelyllä (Invensys Systems, Inc 2017, 27) (kuva 80).

Processor Type:	S7 PLC
S7 Connection	
Network Address:	10.61.172.6
Local TSAP	
	1 . 0
Remote TSAP	
Remote Rack No:	0
Remote Slot No:	3
Connection Resource:	3

Kuva 80. Siemens DASSIdirect -laiteobjektin määrittely

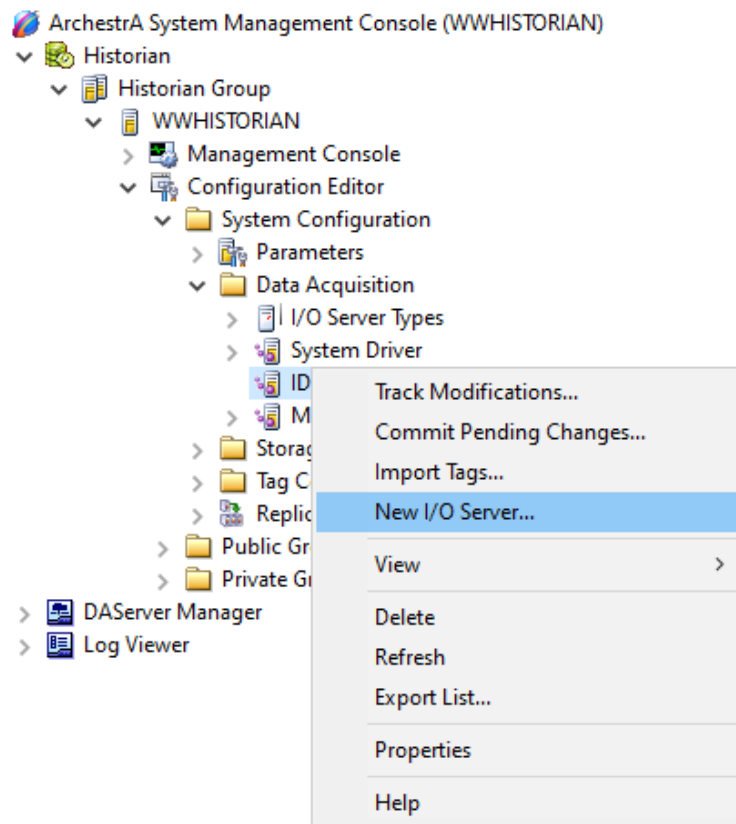
## 6.4 Historian konfigurointi

Tiedonsiirto DAServerin ja Historianiin välillä tapahtuu Historianin IDAS-ohjelmistomodulilla. IDAS-moduuliin määritellään asennetut IO-palvelut ja niiden topikit (kuva 81).



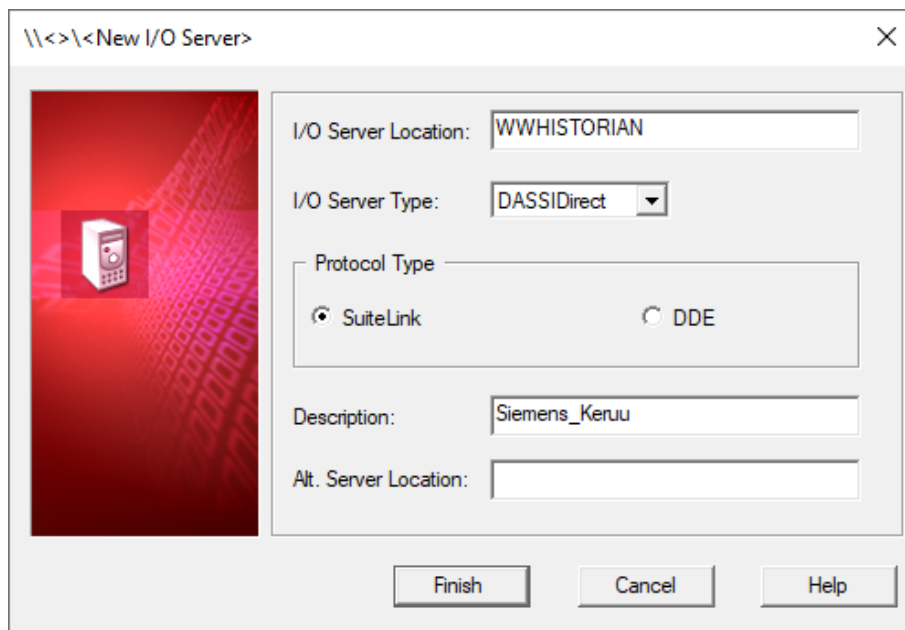
Kuva 81. IDAS-moduulin sijainti Historian-ohjelmistokonsolissa

Uusi IO-palvelu lisätään hiiren oikean painikkeen valinnalla IDAS-moduulissa (kuva 82).



Kuva 82. Uuden IO-palvelimen lisäys

Avautuvassa valintaikkunassa annetaan IO-serverin sijainti, IO-serverin tyyppi ja sen kuvaus. Varmistus toimenpiteenä on mahdollista käyttää myös vaihtoehtoista IO-palvelinta (kuva 83). IO-serveri voi fyysisesti sijaita muuallakin kuin paikallisella palvelimella, kuten esimerkiksi valvomo-PC:llä.



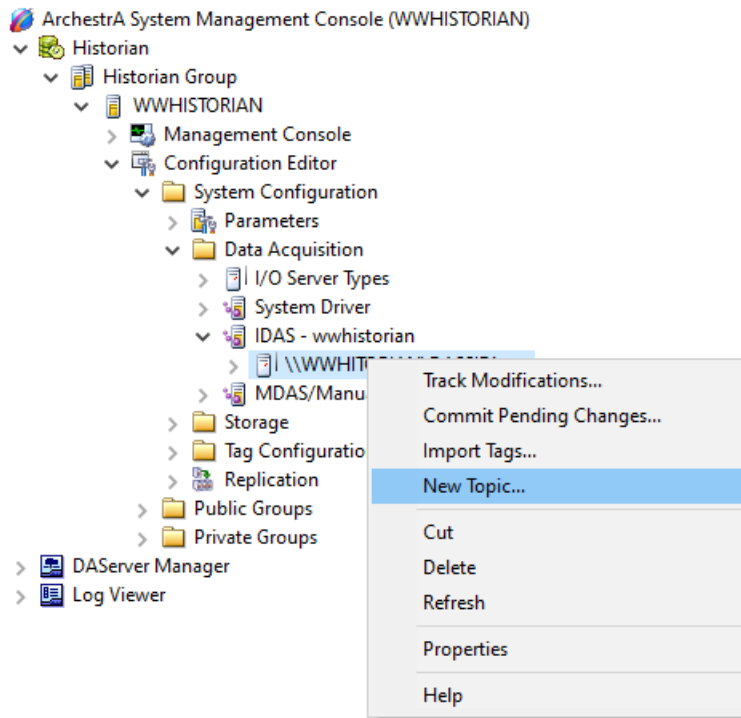
Kuva 83. Uuden IO-palvelun IDAS-määrittäminen

IO-serverille määritellään halutut topikit käskyllä "New Topic" (kuva84).

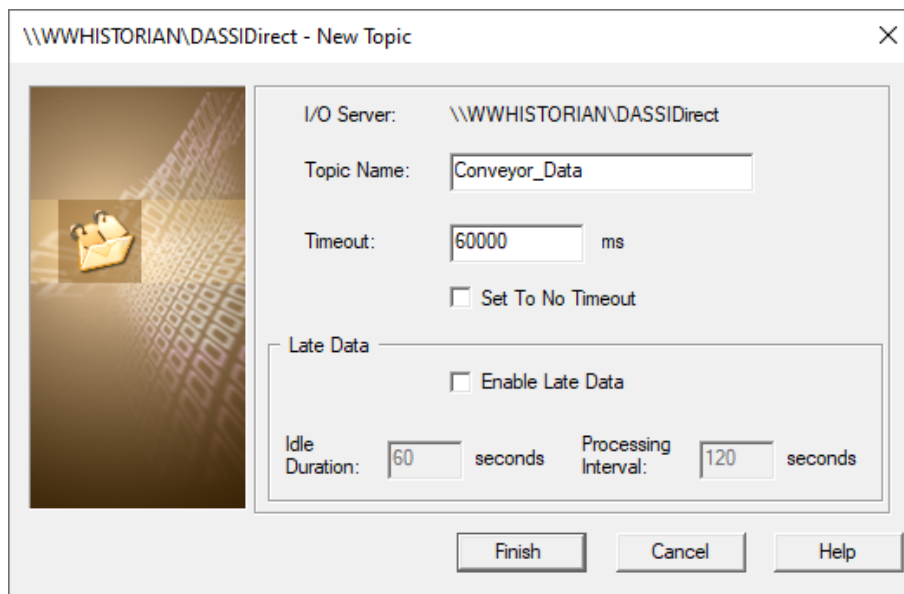
"Topic Name" ovat siis samat nimet, jotka aiemmin määriteltiin DAServeille.

Minuutin "Timeout" voidaan jättää oletusarvoonsa (kuva 85). Viivästyneen datan salliminen mahdollistaa esimerkiksi tietoliikenteestä tai paketteina lähetettävän datan viiveistä johtuvien viivästyneiden tietojen tallentamisen (Wonderware AD 2017, 117), tässä työssä sitä ei sallita. Hyväksytään uusi topikki "Finish"-painikkeesta.

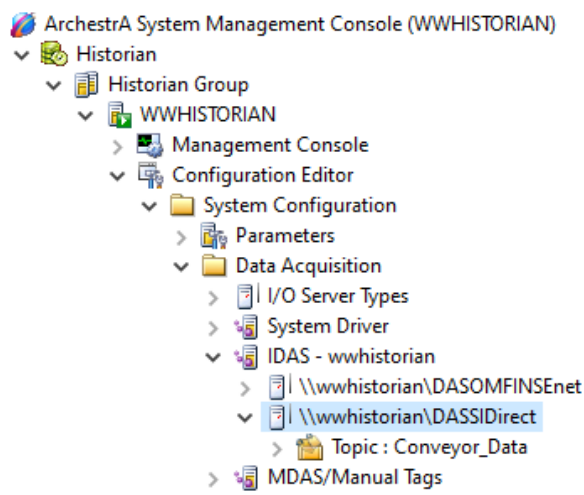




Kuva 84. Uuden topikin luonti IO-palvelulle

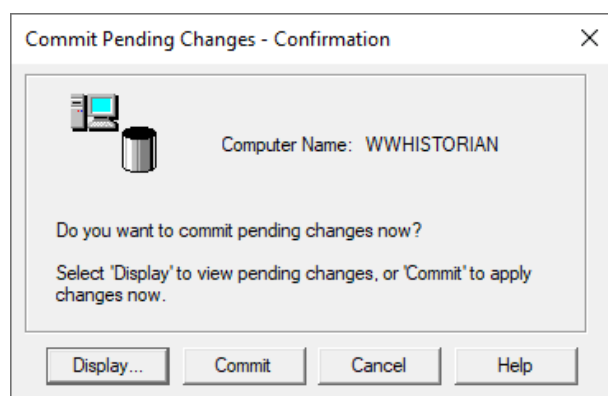


Kuva 85. Topicin määrittäminen



Kuva 86. Topic on luotu Siemens IO-palvelulle

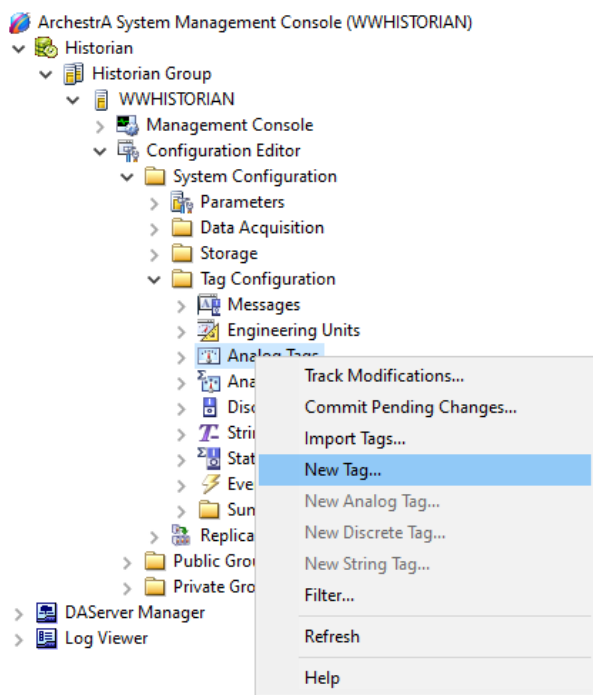
Historianiin tehdyt muutokset tai lisäykset täytyy vahvistaa, ennen kuin ne tulevat käyttöön. Muutoksien vahvistaminen tapahtuu Historianin ”System Configuration” -valikossa tai sen alapuolella valitsemalla hiiren oikealla painikkeella avautuvasta valikosta ”Commit Pending Changes” ja edelleen ”Commit” (kuva 87). Muutokset tulevat käyttöön ilman järjestelmän uudelleenkäynnistystä.



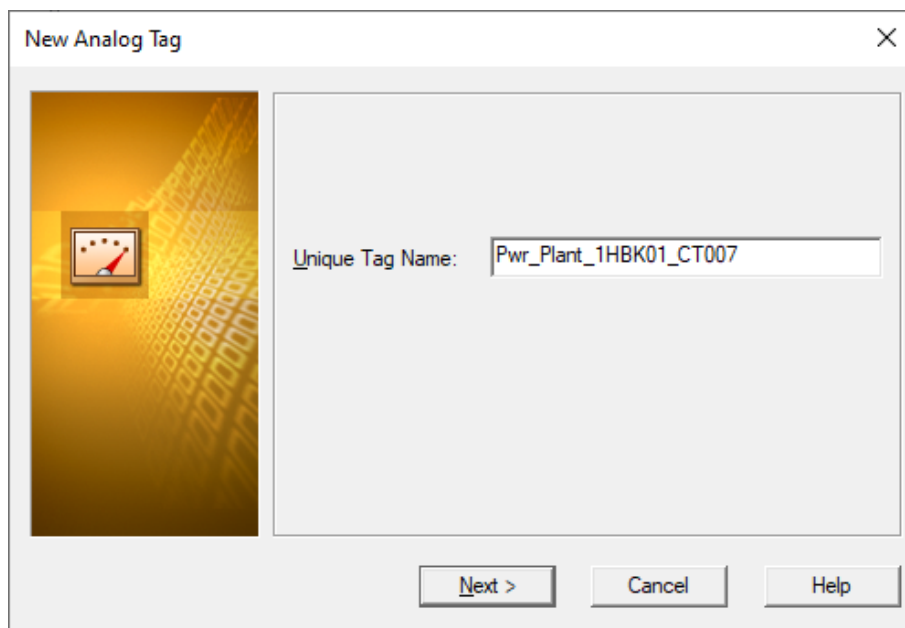
Kuva 87. Historianin muutosten vahvistaminen

## 6.5 Muuttujien luonti Historianiin

IO-servereiden ja topikkien luonnin ja konfiguroinnin jälkeen siirrytään luomaan IO-muuttujat Historianiin. Tämä tapahtuu Historianin ”System Configuration” -valikossa valitsemalla hiiren oikealla painikkeella ”New Tag” halutun muuttujatyyppin kohdalla (kuva 88). Avautuvassa ikkunassa annetaan uudelle muuttujalle uniikki nimi nimeämiskäytännön rajoissa (kuva 89) ja valitaan ”Next”. (Schneider Electric Software 2017a, 53).



Kuva 88. Luodaan uusi analogiamuuttuja



Kuva 89. Uusi muuttuja nimetty

Seuraavaksi määritellään muuttujan yleisissä asetuksissa kuvaus/selite sen toiminnosta, käytettävä mittayksikkö, minimi- ja maksiarvo mittayksikölle ja muuttujan muokkaamisessa käytettävä ohjelmisto. Interpolointityypiksi määritellään järjestelmän oletus. Ympäripyöriville laskurimuuttajille voidaan määrittellä arvo ympäripyörähdykselle, jota voidaan hyödyntää kokonaismäärän las-

kennassa huomioimalla ympäripyörähdysten määrä tietokantakyselyn aikavälillä (kuva 90). (Schneider Electric Software 2017a, 59.) Lopuksi siirrytään ”Next”-painikkeella eteenpäin.

The screenshot shows a configuration window titled "New Analog Tag Pwr\_Plant\_1HKB01\_CT007 - General". The window contains the following fields and options:

- Description:** TULIPESÄN LÄMPÖTILA : 0-1000
- Engineering Unit:** °C
- Min. Value:** 0 in EU
- Max. Value:** 1000 in EU
- Interpolation Type:** Radio buttons for Linear, Stair Step, and System Default (selected).
- Current Editor:** Radio buttons for Historian (selected) and InTouch.
- Rollover Value:** 0

At the bottom of the window are four buttons: "< Back", "Next >", "Cancel", and "Help".

Kuva 90. Muuttujan yleiset parametrit

Kerurajapinnan asetuksissa määritellään haluttu keruutyyppe. Tässä IO-muuttujatapauksessa määritellään käytettävä IO-palvelin, topikin nimi ja osoite logiikassa. Muuttujan lukutyypin kohdalla valitaan, käytetäänkö kokonais- vai liukulukuja sekä kokonaisluvun kyseessä ollessa bittimäärä ja sisältääkö luku negatiivisia arvoja. Muuttujan skaalaus voidaan halutessa tehdä tässä (kuva 91). Edetään seuraavaan vaiheeseen ”Next”-painikkeella.

Kuva 91. Muuttujan IO-rajapinnan parametrit

Muuttujalle määritetään, kuinka sen tuottamaa dataa käsitellään Historiiniin tallennettaessa (Schneider Electric Software 2017a, 141).

- "Not Stored", muuttujaa ei tallenneta.
- "Cyclic", muuttujan tallennus suoritetaan määrittelyin aikavälein.
- "Delta", muuttujan muutoksen tapahtuessa suoritetaan tallennus.
- "Forced", kaikki kerätyt muuttujien arvot tallennetaan.

Lopuksi muuttujan luonti päätetään "Finish"-painikkeella ja voidaan siirtyä tekemään uutta muuttujaa (kuva 92).

New Analog Tag Pwr\_Plant\_1HBK01\_CT007 a - Storage

Storage Method

Not Stored

Cyclic Rate: 10 Seconds

Delta

Forced

Deadband

Time and Value Time: 0 ms Value: 0 % EU Rate: 0 %

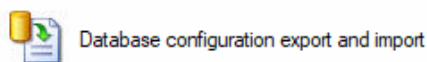
Swinging Door

< Back Finish Cancel Help

Kuva 92. Muuttujan tallennusparametrit

## 6.6 Muuttujien massasyöttö

Suurten muuttujamäärien luominen yksittäin on työlästä. Työtä voidaan helpottaa käyttämällä Historianin "Historian Database Export and Import" -nimistä apuohjelmaa, jota voidaan käyttää myös muuttujien massasyöttöön (kuva 93) (Schneider Electric Software 2017a, 95).



Kuva 93. Historian Database Export and Import -ohjelma

Tehtävää varten Historianiin tehdään pohjaksi muutama erityyppinen muuttuja ja viedään ne tekstitiedostoon em. ohjelman "Export from Historian to text file" -toiminnolla. Avautuvassa ohjelmanäkymässä valitaan palvelin, josta tiedot halutaan viedä, ja annetaan tiedoston nimi, johon ne tallennetaan. Uusien muuttujien luontia varten ei ole tarpeellista viedä koko Historianin konfiguraatiota vaan valitaan mukaan tarvittavat tiedot. Tätä varten poistetaan "Export all objects" -valinta ja siirrytään valitsemaan tiedostoon kirjoittavat tiedot "Next"-painikkeella (kuva 94).

Historian Database Export/Import Utility: Connect

Historian

Server name: WWHISTORIAN

Use Windows authentication  
 Use SQL Server authentication

Login name:

Password:

Text File

File name: E:\Oppari\Dump\_& Load\Tags\_Out\_21\_04\_20.txt

Save file as Unicode

Options

Export all objects Select this option to export all database objects, or leave it unchecked to customize your selection on the pages that follow (this option does not affect imports).

< Back Next > Cancel Help

Kuva 94. Muuttujien vienti 1

Tallennettavaan tiedostoon valitaan muuttujien lisäksi mukaan IDAS- ja IO-palvelimet, topikit ja tekniset yksiköt. Näitä tietoja hyödynnetään uusien muuttujien luomisessa copy/paste-tekniikalla (kuva 95). Esimerkissä luodaan analogiamuuttujia, jolloin muiden muuttujatyyppeiden valinnat poistetaan seuraavassa näkymässä. Siirrytään luomaan tiedosto painamalla "Next" painiketta muutaman kerran.

Historian Database Export/Import Utility: Select objects

Data acquisition and miscellaneous

IDAS  Messages  Replication groups  
 I/O Servers  Summary operations  Replication tag entities  
 Topics  Snapshot tags  TagHistory  
 System parameters  Summary tags  
 Storage locations  Replication servers  
 Engineering units  Replication schedules

Select all Clear all

Analog tags

Include analog tags Where tagname like: %

Acquisition type: All acquisition types Storage type: All storage types Storage rate: All storage rates

< Back Next > Cancel Help

Kuva 95. Muuttujien vienti 2

Tekstitiedoston muokkaus tehdään Excelissä, johon se avataan käyttämällä tabulaattoria solujen erottimena (taulukko 3). Kopioimalla mallirivejä ja muokkaamalla kopioidun rivin soluja saadaan sujuvasti luotua uusia muuttujia. Analogiamuuttujien kullakin rivillä on 34 kpl kenttiä, joista valtaosa pysyy samoina saman tyyppisillä muuttujilla. Muuttujat ovat nimiohjelmituneita, eli muuttujan nimen on oltava uniikki (kuva 96). Työtä voidaan nopeuttaa hyödyntämällä loogikkaohjelmointi työkalujen symbolilistojen muuttujanimiä, kommentteja, dataformaattia ja osoitteita (taulukko 4). Tallennus Excelissä tehdään tekstimuotoiseen tiedostoon.

Taulukko 3. Muuttajien mallitiedosto avattu Excelissä muokkausta varten

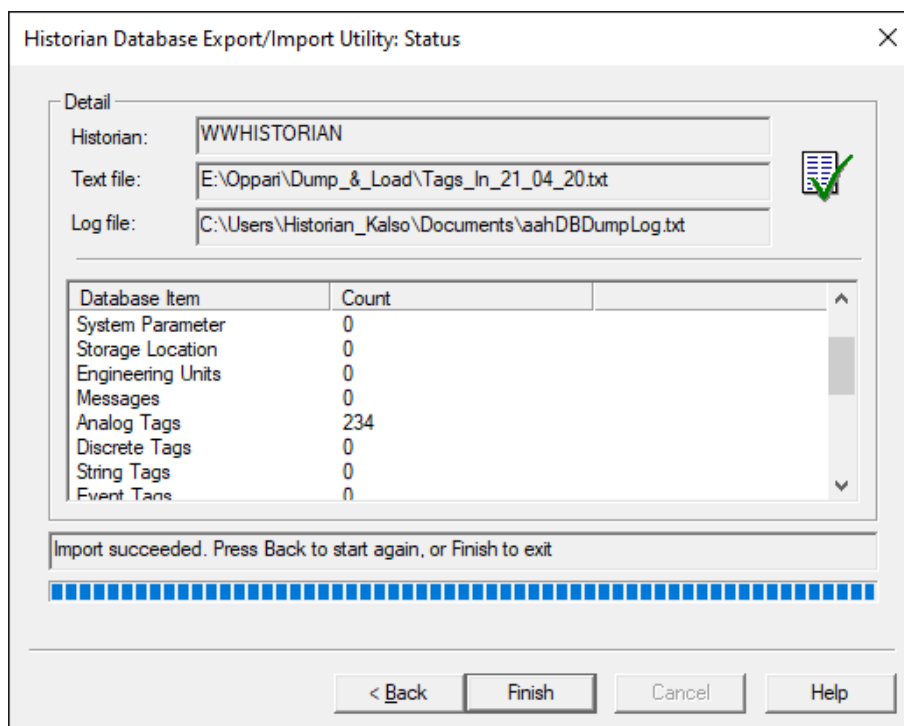
:(Mode)update	
:(IODevice)ComputerName	AltComputerName
\$local	
:(IODevice)ComputerName	ApplicationName
\$local	DASOMFINSEnet
\$local	DASSIDirect
:(AnalogTag)TagName	Description
CT_10_Level	Lauhesäiliö LS10: Pinta
CT_10_Main_Pressure	Lauhesäiliö LS10: Höyryn verkostopaine voimalaitokselta
Dryer_1_Höyryn_Paine_Skaalattu_Arvo_Process_Dta	Kuivaaja 1: Höyrynpaine skaalattu arvo
Dryer_1_Kastepiste_Skaalattu_Arvo_Process_Dta	Kuivaaja 1: Kastepiste skaalattu arvo
Dryer_1_Kosteus_Skaalattu_Arvo_Process_Dta	Kuivaaja 1: Kosteus skaalattu arvo
Dryer_1_Lämpötila_Skaalattu_Arvo_Process_Dta	Kuivaaja 1: Lämpötila skaalattu arvo
Dryer_2_61B2_Process_Dta	Kuivaaja 2: Höyrynpaine alue 1
Dryer_2_61Y1_Process_Dta	Kuivaaja 2: Höyryventtiilin asento alue 1

Taulukko 4. IO-lista Omron CX-Programmer -ohjelmasta

🔴 Pwr_Plant_1HAE01_FL001	INT	D7101	Work	LIERIÖN PINTAMITTAUS: -400 / +400 mm
🔴 Pwr_Plant_1HAE01_FL002	INT	D7102	Work	LIERIÖN PINTAMITTAUS: -400 / +400 mm
🔴 Pwr_Plant_1HAE01_FL003	INT	D7103	Work	LIERIÖN PINTAMITTAUS: -400 / +400 mm
🔴 Pwr_Plant_1HBK01_CP002	INT	D7104	Work	KATTILAN (TULIPESÄN) PAINEMITTAUS: -5000 / +5000 Pa
🔴 Pwr_Plant_1HBK01_CP003	INT	D7105	Work	KATTILAN (TULIPESÄN) PAINEMITTAUS: -5000 / +5000 Pa
🔴 Pwr_Plant_1HBK01_CT006	UINT	D7106	Work	SAVUKAASUN LÄMPÖTILA EKON JÄLKEEN: 0-500 °C
🔴 Pwr_Plant_1HNA01_CT001	UINT	D7107	Work	SAVUKAASUN LÄMPÖTILA, LOPPULÄMPÖTILA: 0-300 °C
🔴 Pwr_Plant_1HBK01_CQ001	UINT	D7108	Work	SAVUKAASUN O2-PITOISUUS: 0-21 %

Uusien muuttujien tiedot sisältävä tiedosto tuodaan Historianiin ”Historian Database Export and Import” -apuohjelmalla valitsemalla ”Import from text file to Historian”. Tuotavan tiedoston ensimmäisen rivin ”Mode”-arvo määrittelee Historianiin tuotavien tiedostorivien käsittelyn. Oletusarvolla ”update” olemassa olevat rivit päivitetään ja uudet rivit luodaan. ”Insert”-arvolla luodaan vain uudet rivit, ja ”delete”-arvo poistaa löytyvät rivit (Schneider Electric Software 2017a, 105).



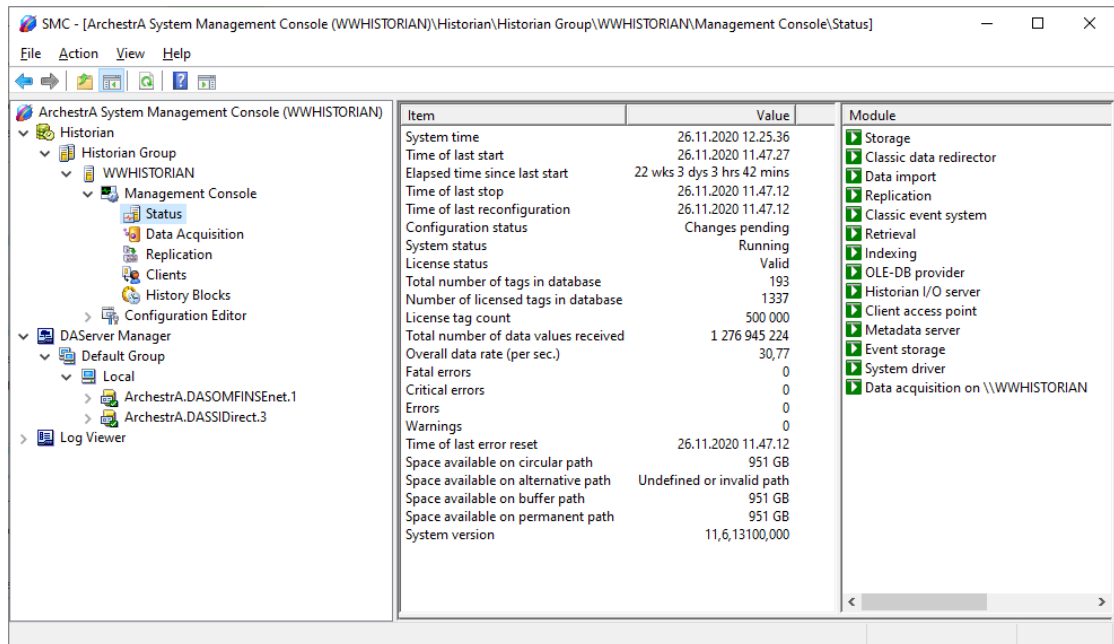


Kuva 96. 234 muuttujan tuonti Historianiin onnistui

Onnistuneen tuonnin jälkeen pitää Historianissa suorittaa vielä muutosten siirto ajoon. Muuttujien lisääminen ei vaadi Historianin uudelleen käynnistämistä, mutta tehdyt muutokset tai lisäykset täytyy vahvistaa Historianin "Commit Pending Changes" -käskyllä ja valitsemalla "Commit".

## 7 TOIMINNAN TARKISTUS JA TESTAUS

Historian on nyt asennettu ja konfiguroitu, ja tiedonkeruujärjestelmän toiminnan tarkistus aloitetaan avaamalla "Archestra System Management Console". Historianin konsolipuusta avataan järjestelmän "Status"-näkyvä ja tarkistetaan, että dataa kertyy ja ettei virheitä ole (kuva 97). Konsolin "DAServer Manager" osasta tarkastetaan IO-kommunikoinnin toiminta ja muuttajien tilat, joiden tulee olla "vihreällä" (kuva 98).



Kuva 97. ArchestrA System Management Console (Historianin tilatietojen tarkastus)

Name	Value	R/W St...	Time
D7416L	8085185	R/W	10:48:05
D7400L	78159473	R/W	10:48:05
D7450	65136	R/W	10:48:05
D7402L	1088475	R/W	10:48:05
D7404L	114885	R/W	10:48:05
D7406L	651771	R/W	10:48:05
D7408L	928373	R/W	10:48:05
D7410L	3074264	R/W	10:48:05
D7414L	2613801	R/W	10:48:05
D7412L	21652688	R/W	10:48:05
D7451	3806	R/W	10:48:05
D7452	296	R/W	10:48:05

Kuva 98. IO-muuttajien tilojen tarkistus

Mikäli virheitä tai puutteita toiminnossa havaitaan, voidaan niiden ratkaisemisessa hyödyntää konsolista löytyvää "LogWiever"-sovellusta, jonne tallentuu normaalien toimintojen tapahtumien lisäksi virheilmoituksia havaituista ongelmista.

Opinnäytetyön tavoitteena on 5 s tallennussykli luettavalle datalle. Historianin asennuksen yhteydessä asennettiin "Wonderware Historian Client" -työasemasovellukset, joista tässä tallennussyklin testauksessa käytetään "Query"-sovellusta. Tallennussykliä testataan tallentamalla tätä varten logiikkaan ohjelmoidun sekunnin pulssimuuttujan tilamuutosta tietokantaan. Testattavat muuttajat logiikoista valitaan siten, että saadaan mahdollisimman suurin määrä

LAN-verkon solmupisteitä ylitettäväksi ja logiikan portin liikennöintikuormitus on suurta. Muuttujien arvojen muutosta tutkitaan ”Query”-sovellukseen tehdyllä SQL-kyselyllä (kuva 99). Historianiin luodaan testausta varten muuttujat. Testin ajaksi DAS-palvelimien topikien lukuväli pienennetään 500 ms suuruiseksi.

```
SET QUOTED_IDENTIFIER OFF
SELECT * FROM OPENQUERY(INSQL, "SELECT DateTime = convert(nvarchar, DateTime, 21), [LTO_Test_Data_1s_Pulse], [PWR_Plant_Test_Data_1s_Pulse]
FROM WideHistory
WHERE wwRetrievalMode = 'Delta'
AND wwVersion = 'Latest'
AND DateTime >= DateAdd(mi, -5, GetDate())
AND DateTime <= GetDate()")
```

Kuva 99. SQL-kysely tallennussyklin tutkintaan

Kyselyllä luetut muuttujien tilamuutokset tallennetaan csv-muodossa ja avataan Exceliin analysointia varten (taulukko 5). Testin perusteella voidaan todeta lukutallennussyklin näillä datamäärillä olevan 1 s tai sitä lyhyempi.

Taulukko 5. Historian testi muuttujien tilat

DateTime	LTO_Test_Data_1s_Pulse	PWR_Plant_Test_Data_1s_Pulse
2020-06-05 13:20:04.000	8568	11864
2020-06-05 13:20:05.000	8569	11865
2020-06-05 13:20:06.000	8570	11866
2020-06-05 13:20:07.000	8571	11867
2020-06-05 13:20:08.000	8572	11868
2020-06-05 13:20:09.000	8573	11869
2020-06-05 13:20:10.000	8574	11870
2020-06-05 13:20:11.000	8575	11871
2020-06-05 13:20:12.000	8576	11872
2020-06-05 13:20:13.000	8577	11873
2020-06-05 13:20:14.000	8578	11874
2020-06-05 13:20:15.000	8579	11875
2020-06-05 13:20:16.000	8580	11876
2020-06-05 13:20:17.000	8581	11877
2020-06-05 13:20:18.000	8582	11878
2020-06-05 13:20:19.000	8583	11879
2020-06-05 13:20:20.000	8584	11880
2020-06-05 13:20:21.000	8585	11881

## 8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tietokantaan pohjautuva tietolähde puulevyteollisuuden prosessien seurannan, analysoinnin ja raportoinnin pohjaksi. Tavoitteelle määritettiin ehtoja, joilla onnistumista arvioitiin. Niitä olivat seuraavat: käytettävien ohjelmistojen tuli olla yleisesti kaupan olevia tuotteita,

tiedon tallentamisen tuli tapahtua Microsoft SQL -tietokantaan ja raportointiin liittyvä tiedonhaku tuli olla suoritettavissa Microsoft Transact-SQL -kielellä. Kerätyn datan tuli säilyä käytettävissä vähintään 48 kk, ja järjestelmän tuli kyetä 5 sekunnin tallennusväliin logiikalta tietokantaan. Tärkeänä seikkana pidettiin sitä, että keruujärjestelmän tuli olla paikallisten automaatioammattilaisten ylläpidettävissä ja muokattavissa.

Suunnitteluvaiheessa kartoitettiin olemassa olevaa laitekantaa mahdollisten muutosten ja lisästarpeiden selvittämiseksi. Selvitystyössä käytettiin apuna saatavilla olevaa laitedokumentaatiota ja ohjelmistotyökaluja. Logiikkalaitteikannan todettiin kartoituksen pohjalta olevan teknisesti ja verkkoon liitettävyyden osalta hyvällä tasolla. Olemassa olevan LAN-verkon rakennetta kartoitettiin mahdollisten lisästarpeiden kannalta, eikä lisäyksille ollut tarvetta. Voimalaitos haluttiin säilyttää omana verkkosaarekkeenaan, irrallaan tehtaan LAN-verkosta. Tiedon keräämistä varten suunniteltiin voimalaitoksen ja tehtaan välille automaatiotason 1 to 1 -liitäntä Ethernet-tekniikkaa käyttäen.

Automaation ohjelmistomuutoksilla logiikoihin pyrittiin rakentamaan mahdollisimman yhdenmukaiset rajapinnat kerättävälle datalle, niin muuttujien formaatin kuin luettavan muistialueen yhtenäisyyden osalta. Työtä yksinkertaisti se, ettei dataa muunnettu moderneiksi liukuluvuiksi. Liukuluvuiksi muuntaminen voidaan tehdä, kun laitekanta uudistuu niidenkin laitteiden osalta, joissa liukulukujen käyttö ei nyt ole mahdollista. Voimalaitoksen tietojen skaalauksia varten ohjelmoitiin skaalaustoiminto tehtaan puolen Omron-logiikkaan. Jo aiemmin oli tiedossa Omronin ja Siemensin logiikoiden erilainen tavujen järjestys (Big Endian-Little Endian), mistä syystä logiikoiden välillä dataa siirrettäessä täytyy toisessa logiikassa tehdä tavujen vaihto keskenään, jotta siirretty datan arvo pysyy alkuperäisessä arvossaan. Tähän kiinnitettiin huomiota ohjelmoitaessa SCL-kielinen skaalaustoiminto Omron-logiikalle. Yllätyksenä tuli, ettei käytetty ohjelmointikieli vaatinutkaan em. tavujen vaihtoa, ja yksinkertaisen asian selvittämisessä meni aikaa, koska luontaisesti ihminen etsii virhettä muualta kuin "itsestään selvyyksistä".

Kerujärjestelmäksi valittiin Wonderware Historian. Muillakin toimittajilla oli tuotteita, joista löytyi vastaavat ominaisuudet kuin Historianistakin. UPM Ply-

woodilla pitkään käytössä olleiden Wonderwaren ohjelmistojen lisenssisopimukset ja konfiguroinnin samankaltaisuus ratkaisi valinnan Historianin eduksi. Jälkikäteen ajateltuna valinta oli onnistunut sekä keruujärjestelmälle asetettujen suorituskykytavoitteiden että järjestelmän ylläpidon ja kehittämisen kannalta. Vaatimusta tietokantakyselyistä puhtaalla Microsoft Transact-SQL -kielellä ei täysin pystytty täyttämään johtuen järjestelmän tekniikasta pakata tallettua dataa. Pakattuun dataan kohdistetuissa tietokantakyselyissä joudutaan käyttämään Wonderwaren laajennuksia Transact-SQL-kieleen.

Vaikka kerättävän datan pohjalta luotavat raportit ja niiden analysointi ei kuulu tämän opinnäytetyön piiriin, on varsinkin tehtaan kunnossapito perehtynyt Wonderware Historian Client -ohjelmistoihin. Ohjelmistojen opiskelun ja käytön myötä on ymmärrys tehtaan prosesseista ja laitteiden toiminasta kasvanut merkittävästi, ja tuotantolaitteiden esiintyvien ongelmien ratkaisemien ja kehittäminen saaneet uutta puhtia.

## LÄHTEET

Artevo, L. 2020. Verkkoasiantuntija. Haastattelu 22.4.2020. HCL Technologies Ltd.

AVEVA Group plc. 2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.aveva.com/en/solutions/operations/wonderware/> [viitattu 14.6.2020].

Invensys Systems, Inc 2017. Wonderware. SIDirect DAServer User's Guide: Opas. PDF-dokumentti. Wonderware System Platform 2017 Update 1 asennusmedia.

Klinkmann Oy. 2021a. AVEVA™ System Platform, formerly Wonderware. Esite. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.klinkmann.fi/wp-content/uploads/2021/05/Datasheet\\_AVEVA\\_SystemPlatform\\_01-21.pdf](https://www.klinkmann.fi/wp-content/uploads/2021/05/Datasheet_AVEVA_SystemPlatform_01-21.pdf) [viitattu 11.01.2021].

Klinkmann Oy. 2021b. Automaatio ohjelmistot WWW-dokumentti Saatavissa: <https://www.klinkmann.fi/automaatio-ohjelmistot-valvomoratkaisut-raportointi-opc/?gclid=Cj0KCQjwvLOTBhCJARIsACVldV1Mzycpw7N0vDSJ1prX-qWu74oWbV75-3TtYyIEyigX1dwzDqDXPv40aAIOCEALw> [viitattu 13.06.2022].

Miettinen, M. 2020. Tehtaanjohtaja. Haastattelu 06.04.2020. UPM Plywood.

Mäkelä, J. 2020. Tietokanta-asiantuntija. Haastattelu 04.05.2020. UPM IT.

Schneider Electric Software, LCC. 2017a. Wonderware Historian Admin Guide: Opas PDF-dokumentti. Wonderware System Platform 2017 Update 1 asennusmedia.

Schneider Electric Software, LCC. 2017b. Wonderware Historian Concepts Guide: Opas. PDF-dokumentti. Wonderware System Platform 2017 Update 1 asennusmedia.

Schneider Electric Software. LLC. 2017c. Wonderware System Platform Install Guide: Opas PDF-dokumentti. Wonderware System Platform 2017 Update 1 asennusmedia.

Siemens AG. 2009. SIEMENS SIMATIC Bus links PN/PN coupler. Installation and Operating Manual. Opas. PDF dokumentti.

Siemens AG. 2015. SITRAIN Industrial Communication. PROFINET. Profinet IO-perusteet. PDF dokumentti. Koulutusmateriaali.

Siemens AG. 2017. SITRAIN SIMATIC S7. TIA Huolto1. PDF dokumentti. Koulutusmateriaali.

Siemens AG. 2021. SIEMENS Industry Online Support. WWW-dokumentti Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/23742537/PROFINET-gsd-files-gateway?dti=0&lc=en-WW> [viitattu 10.2.2020].

UPM. 2021. UPM Vuosikertomus. PDF-dokumentti. Saatavissa:  
<https://www.upm.com/siteassets/asset/investors/2021/upm-vuosikertomus-2021.pdf> [viitattu 07.03.2022].

## KUALUETTELO

Kuva 1. Muunnos bcd-luvusta binääriluvuksi Omron-logiikassa.....	11
Kuva 2. PROFINET-kommunikaatiomalli (Siemens 2017, 10-7, muokattu)....	12
Kuva 3. Voimalaitoksen ja tehtaan välisen liitännän periaate .....	13
Kuva 4. PN/PN-couplerin liitännät (Siemens 2009, 22, muokattu) .....	14
Kuva 5. TIA Portal -ohjelmalla skannatut laitteet (löytyneet) .....	14
Kuva 6. IP-osoitteen määrittäminen .....	15
Kuva 7. PROFINET-nimen määrittäminen.....	15
Kuva 8. PN/PN-couplerin tuonti hardwareen .....	16
Kuva 9. Couplerin PROFINET-nimi, laite numero- ja IP-osoitemäärittäykset .....	16
Kuva 10. Couplerin käyttämät osoitealueet .....	17
Kuva 11. IO-taulu ennen väyläyksikön lisäystä .....	18
Kuva 12. IO-taulu väyläyksikön lisäyksen jälkeen .....	18
Kuva 13. Omron-konfigurointiohjelmisto.....	19
Kuva 14. Yhteys logiikkaan (määrittely ja testattu).....	19
Kuva 15. Omron IO -ohjaimen PROFINET-parametrit .....	20
Kuva 16. Couplerin PROFINET ja IP-asetukset Omron IO-ohjaimella .....	20
Kuva 17. Couplerin datalohkojen määrittely .....	20
Kuva 18. Logiikalle luettavat osoitteet .....	21
Kuva 19. Logiikalta kirjoitettavat osoitteet .....	21
Kuva 20. IO-ohjaimen ja -laitteen tila.....	22
Kuva 21. Omron PROFINET IO-ohjaimen käynnissä.....	22
Kuva 22. Voimalaitoksen valvomon muuttuja määrittely.....	23
Kuva 23. ST-kielinen ohjelmakoodi skaalustoiminnolle .....	23
Kuva 24 . FB-toimintolohko skaalaukselle tikapuu-ohjelmituna .....	24
Kuva 25. Wonderware System Platform -konsepti (Klinkmann 2021a) .....	26
Kuva 26. Historian OLE DB -periaate (Schneider Electric Software 2017b, muokattu) .....	27
Kuva 27. Microsoft SQL Server Expressin sijainti asennusmedialla.....	28
Kuva 28. Microsoft SQL Server Expressin asennuksen käynnistäminen .....	28
Kuva 29. Tietokannan asennuskonsoli .....	29
Kuva 30. Käyttöoikeusehtojen sekä tietosuojalausannon hyväksyminen .....	29
Kuva 31. Windows-päivityspalvelun ja hyväksyminen .....	30
Kuva 32. Tarkistetaan ja asennetaan tarvittavia tiedostoja .....	30
Kuva 33. Tarkastetaan järjestelmän valmius tietokannan asentamiseen .....	31



Kuva 34. Palomuurin portin tarkastus.....	31
Kuva 35. Tietokannan ominaisuuksien valinta.....	32
Kuva 36. Käytetään oletusinstanssia "MSSQLSERVER" .....	32
Kuva 37. Palvelutilien määrittely.....	33
Kuva 38. Koodisivun määrittely .....	33
Kuva 39. Palvelimen autentikoinnin määrittely .....	34
Kuva 40. Tietokannan asennus käynnissä .....	34
Kuva 41. Tietokannan asennus suoritettu .....	35
Kuva 42. Sallittavat protokollat "Named Pipes" ja "TCP/IP" .....	35
Kuva 43. Protokollan salliminen, tapa 1 .....	36
Kuva 44. Protokollan salliminen, tapa 2 .....	36
Kuva 45. SQL-palvelu on käynnistävänä uudelleen asetusten voimaan saattamiseksi.....	37
Kuva 46. SQL-palvelun uudelleenkäynnistysvalinta .....	37
Kuva 47. SQL-palvelu on käynnissä.....	37
Kuva 48. Wonderware System Platform -asennuksen aloitusnäkyminen .....	38
Kuva 49. Tuotepohjainen asennus valittu.....	39
Kuva 50. Asennettavien ohjelmistojen valinta .....	39
Kuva 51. Ohjelmiston kielivalinnat .....	40
Kuva 52. Lisenssiehtojen hyväksyntä.....	40
Kuva 53. Asennettavien ohjelmistokomponenttien listaus.....	41
Kuva 54. ArchestrA-käyttäjätilin määrittäminen .....	41
Kuva 55. Asennus valmiina alkamaan.....	42
Kuva 56. Asennus etenee .....	42
Kuva 57. Konfigurointi oletusasetuksissa .....	43
Kuva 58. Konfigurointi valmiina skriptien ajoon .....	44
Kuva 59. Historian-palvelimen määrittämisskriptien ajo käynnissä .....	44
Kuva 60. Konfigurointi valmis .....	45
Kuva 61. Wonderware lisenssien asennusohjelmisto.....	45
Kuva 62. Lisenssin asentaminen.....	45
Kuva 63. Lisenssit asennettu ja niiden tiedot nähtävissä .....	46
Kuva 64. Wonderware Historian käynnistyskuvake .....	46
Kuva 65. Historian-status nähtävissä konsolissa.....	47
Kuva 66. Query-sovellus .....	47
Kuva 67. Historian-palvelimeen luotu yhteys.....	48
Kuva 68. Query-ohjelman SQL-kysely järjestelmän testaamiseen .....	48

Kuva 69. Query-ohjelman SQL-kyselyn tuottama data.....	49
Kuva 70. DAServeri-ohjelmistokomponentit ja rajapinnat (muokattu).....	49
Kuva 71. Omron DAServerin asennus alkaa .....	50
Kuva 72. Omron DAServerin lisenssiehtojen hyväksyminen .....	51
Kuva 73. DAServer Manager -sovellus, jossa DAServerit Omron- ja Siemens- logiikoille.....	51
Kuva 74. Kanavaobjektin lisääminen Omron DAServerille .....	52
Kuva 75. Kanavaobjektin fyysisen Ethernet-liitännän ja kommunikoinnin UDP- portin määrittely.....	52
Kuva 76. Laiteobjektin lisääminen Omron DAServerille .....	52
Kuva 77. Logiikanmallin ja IP-osoitteen määrittely .....	53
Kuva 78. FINS-kommunikoinnin määrittely.....	53
Kuva 79. Laiteryhmämäärittely, nimet ja päivitysväli .....	54
Kuva 80. Siemens DASSidirect -laiteobjektin määrittely.....	54
Kuva 81. IDAS-moduulin sijainti Historian-ohjelmistokonsolissa .....	55
Kuva 82. Uuden IO-palvelimen lisäys.....	55
Kuva 83. Uuden IO-palvelun IDAS-määrittely .....	56
Kuva 84. Uuden topikin luonti IO-palvelulle .....	57
Kuva 85. Topicin määrittely .....	57
Kuva 86. Topic on luotu Siemens IO-palvelulle .....	58
Kuva 87. Historianin muutosten vahvistaminen.....	58
Kuva 88. Luodaan uusi analogiamuuttuja .....	59
Kuva 89. Uusi muuttuja nimetty.....	59
Kuva 90. Muuttujan yleiset parametrit .....	60
Kuva 91. Muuttujan IO-rajapinnan parametrit.....	61
Kuva 92. Muuttujan tallennusparametrit .....	62
Kuva 93. Historian Database Export and Import -ohjelma.....	62
Kuva 94. Muuttujien vienti 1 .....	63
Kuva 95. Muuttujien vienti 2 .....	63
Kuva 96. 234 muuttujan tuonti Historianiin onnistui.....	65
Kuva 97. Arcestra System Management Console (Historianin tilatietojen tarkastus).....	66
Kuva 98. IO-muuttajien tilojen tarkistus .....	66
Kuva 99. SQL-kysely tallennussyklin tutkintaan .....	67

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Löydettyjä datatyyppejä .....	10
Taulukko 2. Rajapinta esimerkkilogiikassa .....	11
Taulukko 3. Muuttajien mallitiedosto avattu Excelissä muokkausta varten.....	64
Taulukko 4. IO-lista Omron CX-Programmer -ohjelmasta .....	64
Taulukko 5. Historian testi muuttujien tilat .....	67