

Valtteri Jokinen

WONDERWARE-OHJELMISTOJEN MAHDOLLISUUDET
CIMCORPIN TUOTTEISSA

Tietotekniikan koulutusohjelma
2020

WONDERWARE-OHJELMISTOJEN MAHDOLLISUUDET CIMCORPIN
TUOTTEISSA

Jokinen, Valtteri

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tietotekniikan koulutusohjelma

Joulukuu 2020

Sivumäärä: 41

Liitteitä: ”Wonderware System Platform 2014 -ohjelmistopakettien asennus”

Asiasanat: tieto- ja viestintäteknikka, tietokoneohjelmat, atk-ohjelmat,
ohjelmistopakettit, testaus,

Cimcorp on automaatiojärjestelmiä tehtäisiin tarjoava yritys. Yritys tarjoaa muun muassa automaatiovarastojärjestelmiä, joilla voidaan järjestellä ja hallita laatikoita tai renkaita. Järjestelmä on hyvin nykyaikainen kokonaisuus, jossa asiakkaan ei tarvitse huolehtia sen sisäisestä toiminnasta.

Cimcorpilla oli tarve kerätä tällaisesta automaatiojärjestelmästä historiatietoja. Näitä historiatietoja ovat esimerkiksi, järjestelmän aliosien lämpötiloja, käyttöaikoja ja paljonko jokin moottori on ollut käytössä. Näillä historiatiedoilla on merkitystä erityisesti automaatiojärjestelmän hallinnan ja ylläpidon kannalta. Tietämällä, kuinka paljon joku robotti on liikkunut, voidaan arvioida ennakkoon mahdollisia vikoja ja varaosien asentamisia ennen varsinaisia ongelmia.

Tässä työssä tutkittiin Wonderwaren tarjoamaa historiointiohjelmistoa, Wonderware Historiana. Tarkoituksena oli saada selville, voiko Wonderwaren tuotteita käyttää muiden Cimcorpin tuotteiden ja järjestelmien kanssa. Opinnäytetyössä saatiin selville, että Wonderware Historianin laitevaatimukset ja toiminnallisuus eivät ole riittävät Cimcorpin käyttöön ja että Wonderwaren tuotteiden käyttämistä ei harkita enempää.

WONDERWARE SOFTWARE SOLUTIONS IN CIMCORP'S PRODUCTS

Jokinen, Valtteri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Information Technology

December 2020

Number of pages: 41

Appendices: "Wonderware System Platform 2014 -ohjelmistopakettin asennus"

Keywords: Information and communications technology, Software, Software suites, Testing

Cimcorp is an automation solutions, material handling systems and robotic solutions manufacturing corporation. Cimcorp has especially created automation solutions for the tire industry.

Cimcorp had a need for automation system data historization. That means recording data on when automation system has been used on, what is the temperature of certain component and how long some motor has been running. This data could then be used to anticipate possible mechanical failures and order replacement parts for worn out parts before any actual failure happening.

The purpose of this thesis was to research the Wonderware software solutions regarding historization, especially Wonderware Historian –product, for Cimcorp's products. It was found out that the requirements of the software and software's functionality are not adequate for usage in Cimcorp. Wonderware's Historian software solutions are not pursued anymore.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	NYKYAIKAISEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TAUSTAA:	6
2.1	HMI	6
2.2	SCADA.....	8
2.3	PLC.....	8
2.4	DCS.....	8
2.4.1	<i>Yleisesti</i>	8
2.4.2	<i>DCS vs. PLC</i>	9
2.4.3	<i>DCS vs. SCADA</i>	9
2.5	MES.....	10
2.6	OPC UA	10
2.6.1	<i>Yleisesti</i>	10
2.6.2	<i>OPC Classic</i>	12
2.6.3	<i>Syyt uuteen standardiin</i>	13
2.7	REST RAJAPINNAT	13
2.8	IOT	15
2.9	BIG DATA.....	15
3	WONDERWARE	17
3.1	YLEISESTI	17
3.2	HISTORIA.....	17
3.3	WONDERWAREN PALVELUT JA RATKAISUT	18
3.3.1	<i>Wonderware Intouch</i>	18
3.3.2	<i>Wonderware Historian</i>	19
3.3.3	<i>Wonderware Historian Client</i>	19
3.3.4	<i>WonderWare Information Server</i>	20
3.3.5	<i>Wonderware Historian Insight</i>	21
3.3.6	<i>Wonderware Online Insight</i>	22
3.4	WONDERWARE SYSTEM PLATFORM	22
3.5	WONDERWARE OHJELMISTOJEN HIERARKIA	23
3.6	WONDERWARE HISTORIAN-JÄRJESTELMÄN DATALÄHTEET JA -YHTEYDET	25
4	WONDERWARE ONLINE INSIGHT -DATAN KÄSITTELY	26
5	WONDERWARE SYSTEM PLATFORMIN ASENNUS JA KONFIGUROINTI KOKEMUKSET	30
6	KÄYTTÖKOKEMUKSET JA HUOMIOT	31
7	LOPPUPÄÄTELMÄT	33

1 JOHDANTO

Cimcorp on automaatio ja robotiikka ratkaisuja sekä tehdasautomaatiojärjestelmiä tarjoava yritys, jonka pääkonttori on Ulvilassa. Yritys tarjoaa muun muassa automaatiovarastojärjestelmiä, joilla voidaan järjestellä ja hallita laatikoita tai renkaita sisähalleissa. Järjestelmä on hyvin nykyaikainen kokonaisuus, jossa asiakkaan ei tarvitse huolehtia sen sisäisestä toiminnasta. Eräitä Cimcorpin ratkaisuja on esimerkiksi rengastehtaisiin suunniteltu renkaiden varastointi ja kuljetus automaatiorkaisu, jossa nostin robotit kuljettavat renkaita niiden kokoamiskoneilta pino varastoihin, joista sitten aina tilatessa eteenpäin rekkoihin.

Cimcorpilla oli tarve tallentaa ja varastoida historiatietoja tällaisesta automaatiojärjestelmästä. Tallennettavia tietoja olisi esimerkiksi järjestelmän eri osien lämpötiloja, käyttöaikoja ja kuinka paljon jokin robotti on ollut käytössä. Tällä tallennetulla ja kerätyllä tiedolla voitaisiin sitten tehdä tilastoa ja статистиikkaa automaation ja robottien toiminnasta, jolla sitten esimerkiksi ennakoita vikatiloja. Tiedoilla olisi siis merkitystä automaatiojärjestelmän hallinnan ja ylläpidon kannalta. Cimcorp päätti tutkia yhtä tehdaslaitehistoriointiohjelmaa, Wonderware Historiana, tässä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan kysymykseen: olisiko Wonderware Historian hyvä vaihtoehto Cimcorpin laitteiden tiedon keräämiseen ja varastointiin? Työssä esitellään Wonderwarea ja sen tarjoamien ratkaisuja, käsitellään nykyaikaisen automaatiojärjestelmän termejä sekä Wonderware Historianin asennuksen havaintoja, käyttöä ja käyttökokemuksia.

Wonderware Historianin asennuksesta ja konfiguroinnista Cimcorpin käyttöön tehtiin erillinen laaja dokumentti, joka on opinnäytetyön liitteenä. Dokumentissa käsitellään Wonderware Historianin laitteistovaatimukset, ohjelmistovaatimukset, ohjelmistojen asennus sekä lisätoimintojen, kuten OPC UA-tuen, asennus ja konfiguraatio, jolla ohjelmisto saadaan toimimaan.

2 NYKYAIKAISEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TAUSTAA:

2.1 HMI

HMI:lla ("Human Machine Interface") tarkoitetaan käyttöliittymää jolla ihminen ohjaa ja käyttää jotain laitetta. Laajimmillaan tämä määritelmä sisältää niin kodinkoneiden ohjaamisen kuin tietokoneen tai puhelimen käyttämisen. Kaikissa näissä käytetään laitetta jonkin käyttöliittymän kautta, oli se sitten kosketusnäyttö tai laitteen virtanapin kautta. Kuitenkin termillä HMI tarkoitetaan tässä paljon tarkemmin teollisuudessa käytettäviä valmistusprosessien ohjaamiseen ja hallintaan suunniteltuja käyttöliittymiä. Näissä HMI on yleensä graafinen käyttöliittymä, ohjelma, joka näyttää prosessin nykytilanteen, tilanneraportteja ja tapoja vaikuttaa prosessin kulkuun (Kuva 1). HMI voi sijaita heti ohjattavan laitteen kyljessä erillisessä tietokoneessa, keskitetysti tehtaalla valvontatietokoneessa tai olla täysin etäohjattava järjestelmä, jolloin HMI voi olla vaikkapa puhelimesta. (Anaheim Automation, 2017) (Invensys Operations Management, 2017)



Kuva 1 Teollisuus kosketusnäyttö tietokone, jossa pyörii InTouch, teollisuus HMI-ohjelmisto.

2.2 SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) on käytönvalvontajärjestelmä, jonka tehtävänä on välittää mittaus-, tila- ja tapahtumatietoja valvomaltansa järjestelmältä hallintaa varten. SCADA:n kautta voidaan ohjata erillisiä yksittäisiä prosessinhallinta yksiköitä. SCADA:n ensisijainen tehtävä on siis tiedon keräys ja esitys. Se on myös eräänlainen HMI, jonka tarkoitus on antaa valvojalle käyttäjäystävällinen näkymä prosessin statuksesta sekä mahdollisista virheilmoituksissa ja ongelmista. Usein SCADA sijaitsee etäällä tehdasalueesta, jolloin se voi olla yhteydessä langattomasti valvomaansa tehtaaseen. (AspenTech, 2017) (DPS Telecom, 2017) (Edwin Wright, 2003) (Inductive Automation, 2017)

2.3 PLC

PLC (Programmable Logic Controller) on teollisuus ohjaus tietokone. Se tarkkailee tulojansa ja lähteitensä ja tekee loogisia automaattisia päätöksiä niiden perustalta. PLC ohjaa yhtä tai useampaa teollisuus prosessia ja sillä pyritään automatisoimaan teollisuusympäristöjä. PLC:t rakennetaan kovia olosuhteita kestäviksi, jotta ne eivät vikaantuisi tehdas halleissa. PLC itsessään ei voi esittää hirveästi dataa toiminnastaan, usein niissä ei ole edes omaa näyttöä. Erillinen näyttö, tietokone tai datayhteys vaaditaan PLC:n ohjelmoimiseen tai hallintaan. (Gonzalez, 2015) (Hugh Wright, 2010)

2.4 DCS

2.4.1 Yleisesti

DCS (Distributed Control System) on nimitys teollisuus ohjaus järjestelmälle, jossa paikalliset ohjausyksiköt on levitetty ympäri tehdasta tai ohjattua aluetta ja ne ovat yhdistetty toisiinsa tiedonsiirtoverkolla. Nämä ohjausyksiköt pystyvät

kommunikoimaan keskenään ja välittämään tietoa toisilleen. Ne pystyvät myös kommunikoimaan muiden laitteiden tai sovellusten kanssa, kuten valvonta, ohjaus terminaalien ja data historioitsijoiden kanssa. Ohjausyksiköiden logiikkaa ja asetuksia voidaan ohjata ja muuttaa erillisestä ohjaustietokoneesta. Lisäksi erillinen valvontakeskus pystyy esittämään ja prosessoimaan kaikkien ohjausyksiköiden käyttämää ja keräämää dataa. DCS järjestelmiä käytetään suurten ja monimutkaisten tehdasprosessien hallintaan, jossa useita ohjausyksiköitä tulee valvoa ja ohjata. Ne myös mahdollistavat vikasietoisuuden, redundanssin, järjestämällä varayksiköitä pääyksiköiden jatkeeksi. (Electrical Technology, 2016) (Elprocus, 2017)

2.4.2 DCS vs. PLC

PLC on paljon keskittyneempi yksikkö, kuin DCS-järjestelmä. PLC pystyy käsittelemään toimintoja paljon nopeammin ja tehokkaammin verrattuna DCS:ään. Tämän takia PLC on parempi valinta tilanteisiin, jossa tarvitaan välitöntä reagointia, esimerkiksi laitteen hätäsammutus signaalista. Toisaalta PLC ratkaisulla ei voida ohjata niin montaa laitetta tai jakaa tietoa helposti muiden ohjainten välillä, kuin DCS:ssä. (Bill Lydon, 2011) (Automation World, 2014)

2.4.3 DCS vs. SCADA

DCS on keskittynyt enemmän prosessin kulkuun ja hallintaan, kun taas SCADA on keskittynyt enemmän datan keräämiseen ja tilanne analyysiin. SCADA voi myös sijaita tehdas alueelta erillään, jolloin se voi myös vahtia useita eri tehtaita. DCS järjestelmä taas on yleensä kytkeytynyt suoraan tehtaan verkkoon. (DPS Telecom, 2017) (Ben Joan, 2010)

2.5 MES

MES (Manufacturing Execution System) on tuotannonohjaus järjestelmä, jolla pyritään ohjaamaan tehtaan tuotantoa ja muuttamaan tuotettua lopputuotetta. Sillä voidaan esimerkiksi muuttaa lopputuotteen valmistamiseen käytettävää reseptiä tai optimoida tuotantoprosessia järjestelemällä erilaisia työvaiheita. MES-järjestelmä sijaitsee hierarkkisessa ohjaus taulussa korkeammalla tasolla, kuin DCS tai SCADA. MES eroaa näistä sillä, että se ohjaa koko tuotantoa yleisesti, eikä yksittäisiä tuotantovaiheita. (Dennis Brandl, 2008, ss. 12-13) (WorkWise Software, 2017) (Critical Manufacturing, 2017)

2.6 OPC UA

2.6.1 Yleisesti

OPC UA on standardi, jolla laitteet voivat kommunikoida keskenään. Sitä voidaan käyttää tehdasympäristöissä siirrettäessä tietoa ja informaatiota laite- ja ohjaustasojen välillä. Esimerkiksi PLC-laitteilta SCADA ja DCS-järjestelmiin ja sieltä taas korkeammille tasoille, kuten MES:lle. OPC UA on sopiva myös laite- ja ohjaustasojen väliseen tiedonsiirtoon, kuten PLC-ohjainten välillä. OPC UA on laitteisto ja ohjelmisto riippumaton, skaalautuva ja palvelupohjainen standardi. Sitä hallitsee ja sen kehitystä määrää OPC Foundation, joka pyrkii luomaan datan siirto standardeja, joilla järjestetään turvallinen ja luotettava, laitevalmistajasta ja alustasta riippumaton yhteentoimivuus. (OPC Foundation, 2017a) (Matrik, 2017) (OPC Foundation, 2017c) (National Instruments, 2017) (OPC Foundation, 2017c)

OPC Foundation myös järjestää sertifikaatti testausta OPC –standardeista ja tekee yhteistyötä monien teollisuusyritysten kanssa. (OPC Foundation, 2017a)

Laitteisto riippumattomuus tarkoittaa, että tiedonsiirto standardia voidaan käyttää muun muassa tavallisilla PC-tietokoneilla, Internetin yli pilvipalvelimissa ja PLC sekä mikro-ohjaimissa. Ohjelmisto riippumattomuus tarkoittaa, että standardi ei ole lukittu

mihinkään käyttöjärjestelmän toimintoon, joten sitä voidaan käyttää niin Linux, Windows ja MacOS ympäristöissä ja myös esimerkiksi Android-puhelimissa. (OPC Foundation, 2017c)

Skaalautuvuus tarkoittaa, että standardi toimii ja sitä voidaan käyttää datansiirrossa niin huipputietokonepalvelimien kuin matalan tason anturien kanssa. (RTA Automation, 2017)

Palvelupohjainen tarkoittaa, että kommunikoinnissa on kaksi roolia, palvelin ja asiakas. Asiakas laite tekee tietopyynnön ja palvelin laite vastaa siihen. OPC UA client, asiakas, pystyy myös etsimään ja löytämään OPC UA servereitä, palvelimia, kuinka kommunikoida niiden kanssa ja mitä kykyjä ja ominaisuuksia niillä on. OPC UA palvelin pystyy tarjoamaan siis erilaisia palveluita perinteisen reaaliaikaisen datan siirron lisäksi. Näitä ovat muun muassa historiallisen datan kysely ja massasiirto, palvelimen datastruktuurin muokkaaminen, datan siirto objekteina, olioina, ja niihin liitettyjen funktioiden suorittaminen. (RTA Automation, 2017)

OPC UA:n standardissa määritellään kaksi protokollaa: Binääri protokolla ja WWW-sovelluspalvelu protokolla. Ero protokollien käytössä on pieni. Käytettäessä binääri protokollaa ohjelmoija ottaa yhteyden osoitteeseen "opc.tcp://server" ja WWW-sovellusrajapintaa osoitteeseen "http://server". Lukuun ottamatta tätä OPC UA toimii näkymättömästi suhteessa käytettyyn rajapintaan. (Ascolab, 2017c)

Datayhteys ja liikenne on koodattu eri tavalla riippuen käytettävästä protokollasta, binäärikoodauksen ollessa tiivistetympi ja hieman nopeampi mutta vaatien erikois TCP-portin käyttöönsä. Mahdollista on myös yhdistetty "hybridi"-tila, jossa binäärikoodattu dataliikenne kulkeekin WWW-sovellusrajapinnan ylitse. (Ascolab, 2017c)

OPC UA:n nimilyhenne on muuttanut tarkoitustaan ajan kuluessa. Nykyään OPC tarkoittaa "Open Platform Communications":sia ja UA "Unified Architecture":a. OPC UA pohjautuu vanhemmalle standardille, OPC:lle. (OPC Connect, 2017) (Matrik, 2017) (OPC Foundation, 2017c) (OPC Foundation, 2017d)

Cimcorpille OPC UA kommunikointi standardi on tärkeä, koska sillä on toteutettu eräiden Cimcorp:n robottien ja järjestelmien välinen kommunikointi. Sen takia olisi todella tärkeää, että historiointi ohjelma toimisi tätä standardia vasten, mikä mahdollistaisi helpon tiedon keruun.

2.6.2 OPC Classic

OPC Classic, aikaisemmin nimetty vain OPC, on yhteentoimivuus standardi, jolla voidaan vaihtaa dataa teollisuus laitteiden välillä. Standardi perustuu Microsoftin Windows COM (Component Object Model) ja DCOM (Distributed COM) tekniikoihin, joilla vaihdettiin tietoa ohjelmien välillä. (OPC Foundation, 2017b) (OPC Foundation, 2017d)

Useita eri protokollia määritelty, kuten OPC DA (Data Access), OPC HDA (Data Historical Access) ja OPC AE (Alarm and Events). OPC DA:lla vaihdetaan data-arvoja, kuten tagin arvo, aika ja laatu tietoja. OPC AE:lla määritellään muuttujien arvojen tilaa ja näiden arvojen muuttumisista aiheutuvia toimintoja. OPC HDA:lla tehdään kyselyjä aikaleimattuihin, historiallisiin muuttujien arvoihin. OPC Classic protokollat perustuvat palvelin pohjaisiin järjestelmiin, jossa palvelin, server, vastaa asiakkaan, client, pyyntöihin. (Ascolab, 2017b) (IPCOMM, 2017) (OPC Foundation, 2017b)

OPC UA myös toteuttaa tietoturvaratkaisuja standardissaan, joilla muun muassa salataan viestiliikenne, varmistetaan viestien muuttumattomuus siirron aikana ja sen jälkeen ja voidaan järjestää autentikointi, jolla rajata pääsyä viestiliikenteeseen. (OPC Foundation, 2017c) (Ascolab, 2017a)

Alkuperäinen nimilyhenne tarkoitti “OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control”. Ensimmäinen versio standardista julkaistiin vuonna 1996. Sitä hallinnoi OPC Foundation, joka perustettiin ennen ensimmäisen standardin julkaisua, vuonna 1994. (Kepware, 2017) (Cogent Real-Time Systems Inc, 2017) (OPC Foundation, 2017d)

2.6.3 Syyt uuteen standardiin

OPC UA kehitettiin vanhemman standardin, "OPC Classic":n haittapuolten huomioimisen takia. Microsoftin COM ja DCOM tekniikka, johon OPC Classic perustui, on virallisesti vanhaa teknologiaa, jolle tarvittiin korvaaja. Koska uusi standardi ei toimi tällä DCOM tekniikalla, joten se on mahdollista implementoida mille tahansa alustalle, kuten Linuxille, Windowsille tai Macille. Myös WWW-sovelluspalvelut, verkkoprotokollien yli toimivat ohjelmistorajapinnat, tarjoavat nyt ensisijaisen tavan siirtää dataa tietokoneiden välillä, mikä olisi myös parempi vaihtoehto tehdasympäristön laitteiden kommunikointiin. Lisäksi aikaisemmat OPC spesifikaatiot eivät tarjonneet yhtä yhtenäistä datamallia, jolla lähettää ja vastaanottaa tietoa. (OPC Connect, 2017) (Novotek, 2017)

OPC Classic standardi sisälsi vain Microsoftin COM/DCOM-tekniikan tarjoamat turvallisuus ominaisuudet, jotka olivat rajoittuneet ja vaikeita konfiguroida. OPC UA standardiin on implementoitu tietosuoja toiminnot suoraan web-teknologia standardeista, antaen huomattavasti enemmän turvallisuusratkaisuja. (National Instruments, 2017) (Wonderware, 2017a, s. 11)

OPC UA standardi kehitettiin parantamaan ja ylittämään "OPC CLASSIC" spesifikaation toimintoja, mutta tärkeänä pidettiin silti takaisinpäin yhteensopivuutta vanhempien standardien kanssa. OPC UA ei tosin ole täysin takaisinpäin yhteensopiva "OPC Classic":iin muuttuneen data kommunikointi teknologian myötä. Erillisillä wrapper ja proxy –rajapinta muokkaajilla on kuitenkin mahdollista kytkeä vanha OPC Classic client OPC UA serveriin tai OPC UA client ottamaan yhteys vanhaan OPC Classic serveriin. (OPC Foundation, 2017c) (OPC Connect, 2017) (National Instruments, 2017)

2.7 REST rajapinnat

REST (Representational state transfer) on arkkitehtuurinen tyyli, jonka pohjalta voidaan luoda WWW-sovelluspalveluja, Web Services –palveluja. REST tyyllisellä

WWW-ohjelmointirajapinnalla voidaan siis siirtää dataa verkon yli HTTP-protokollan avulla. Resurssin, johon oltaisiin yhteydessä WWW-sovellusrajapinnalla, datatyyppejä ei ole määritelty REST:ssä. REST on vain arkkitehtuuri tyyli, joten viestien sisältämä data voi olla niin XML, PDF tai esimerkiksi JSON muotoinen. (Oracle, 2013)

REST arkkitehtuurin tyyliin kuuluu tilattomuus, resurssien käsittely standardi käyttökuksilla ja resurssien erottelu yhteysosoitteella. Tilattomuus tarkoittaa, että pyyntökutsujen on oltava itsenäisiä ja edellisistä tiloista riippumattomia. Resurssien manipulointi käyttökuksilla tarkoittaa perus PUT, GET, POST ja DELETE HTTP-metodien käyttöä. Jokainen metodi tekee vain yhden asian, esimerkiksi lukee ja palauttaa resurssin tiedot (GET). Resurssien erottelu osoitteella tarkoittaa, että URI-yhteysosoitteella otetaan yhteys juuri yhteen kyseiseen resurssiin, johon tehdään komentoja. Esimerkiksi ”<http://www.example.com/customers/33245/orders/8769>” URI-osoite sisältää vain yhden asiakkaan yhden tilauksen tiedot, eli yhden resurssin tiedot. (Oracle, 2013) (restapitutorial, 2017b) (restapitutorial, 2017a) (Informa PLC, 2017)

Tärkeää on huomata, että REST on vain tyyli, pohja, jolla luoda WWW-sovellusrajapintoja. Se ei siis itse ole standardi tai protokolla, jollekin rajapinnalle tai jolla rajapinta voitaisiin tehdä. Valtaosa REST tyyllisistä protokollista on rakennettu HTTP-sovellusrajapinnoiksi. (Oracle, 2013) (Informa PLC, 2017)

Esimerkiksi Googlen karttapalvelujen sovellusrajapinta on REST tyylinen WWW-sovellusrajapinta. Se toimii ottamalla http-yhteys osoitteeseen: ”<https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json>”, joka palauttaa JSON-muotoista dataa. Vaihtoehtoisesti voidaan ottaa yhteys osoitteeseen: ”<https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/xml>”, jos palautettava data halutaan olevan XML-pohjaista. Rajapinta ei siis ole lukittu yhteen palautettavaan datamuotoon. Yhteysosoitteen ja datatyypin perään annetaan haluttuja parametreja, joilla rajataan kyselyä. Parametrit annetaan muodossa ”?parameter=value”. Esimerkiksi Ulvilan kaupungin tiedot Googlen karttapalvelusta JSON muodossa saadaan kyselyllä: ”<https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?address=ulvila>”. Kaikki

mahdolliset käytettävät parametrit ilmoitetaan rajapinnan dokumentaatioissa. (Google, 2017)

2.8 IOT

IOT (Internet Of Things) on nimitys verkolle, jossa useat laitteet, asiat ja käyttäjät ovat yhdistyneet internettiin ja toisiinsa. IOT on siis suuri joukko toisiinsa yhdistyneitä laitteita, jotka jakavat ja keräävät dataa keskenään autonomisesti. Termiä käytetään yleisesti laitteista, jotka eivät aikaisemmin olisi olleet yhdistyneenä internettiin, kuten kahvikeittimistä tai termostaatista. (Jen Clark, 2016) (Ranger, 2017)

Tehdasympäristöissä valtaosa laitteista pyörii jo IP-verkoissa, joten uudentyyppisillä IOT-laitteilla voi olla suuria mahdollisuuksia tehtaiden ja prosessien automatisoinnissa ja tiedonvälityksessä. Erityisesti historiointi tiedon keräämisessä laite pystyisi omatoimisesti lähettämään tietoa tallennuspalvelimelle. Tehdaslaitteen muuttuminen IOT-laitteeksi myös tarkoittaa laskenta ja prosessointi tehon nousua, mikä itsessään voi mahdollistaa monimutkaisempien ja joustavampien tehdasprosessien luomisen ja hallinnan.

2.9 Big Data

Big Data -käsite on edelleen muuttuva, abstrakti käsite suuresta, prosessoitavasta datan määrästä. Doug Laney'n määritelmää käytetään yleensä termin määrittelyssä. Siinä se kuvataan kolmella V:llä, Volume, Variety, Velocity. Big Data on siis suuri määrä todella monenlaista dataa todella suurella tahdilla. Big Datan prosessointi on haastavaa juuri näiden kolmen tekijän takia. Koska dataa muodostuu hurjaa vauhtia, sitä pitäisi jo voida prosessoida reaaliajassa, mikä on todella haastavaa datan määrän takia. (Oracle, 2017) (SAS, 2017) (Laney, 2012)

Juuri esimerkiksi uudet IOT-laitteet tehdasympäristöissä tuottavat hurjat määrät erilaista dataa, kuten lämpötiloja, moottorin nopeuksia ja virrankulutuksia. Cimcorpin työntekijän, Vesa Latva-Pukkilan, mukaan näitä datalähteitä voi olla yhdessä tehtaassakin useita ja ne kaikki tuottavat reaaliajassa koko ajan uutta tietoa, jota pitäisi kerätä, prosessoida ja säilyttää. Latva-Pukkilan mielestä Big Datan ongelmana onkin, että prosessointitavat jäävät hyvin yksinkertaisiksi, koska datan luonteen vuoksi hidasta, mutta suuria päätelmiä tuottavaa prosessointia ei voida tehdä.

3 WONDERWARE

3.1 Yleisesti

Wonderware on Schneider Electric -yhtiön myymä teollisuustietokoneohjelmisto tuotemerkki. Wonderwaren tarjoamia ohjelmistoratkaisuja ovat mm. HMI, SCADA sekä tiedon keruu ja analysointi ohjelmistot teollisuusympäristöissä. (Wonderware, 2017l) (Schneider Electric, 2017b) (Bloomberg, 2017)

3.2 Historia

Wonderware oli alun perin itsenäinen teollisuusohjelmistoratkaisuja tarjoava yritys, joka perustettiin vuonna 1987. Sen perustivat Dennis Morin ja Phil Huber Kaliforniassa, Yhdysvalloissa. Molemmat olivat alun perin mukana perustamassa ja luomassa Triconex-yritystä vuonna 1983, joka tarjoaisi sovellusratkaisuja tehtaiden turvallisuus järjestelmiin. Heidän mukaansa Wonderwareen liittyi muita Triconexin alkuperäisiä työntekijöitä.

(Schneider Electric, 2017e) (Wonderware, 2017i) (Bloomberg, 2017)

Heidän visionsa oli luoda helposti käytettävä tehdaslaitteiden hallinta ja käyttö -sovellus, joka toimisi Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmän päällä. Yhtiön ensimmäinen tuote, InTouch HMI oli ensimmäinen HMI, joka pyöri Windows käyttöjärjestelmällä ja se toimitettiin kahdella 5¼ tuuman MiniFloppy disketeillä. Wonderware aloitti tällä ohjelmistotavalla siirtymisen puhtaasti laitepohjaisesta prosessin hallinnasta avoimempaan ohjelmalliseen hallintaan. Wonderware nousi nopeasti 90-luvun alussa Yhdysvaltojen nopeimmin kasvavien yritysten joukkoon.

(Wilkinson, 2015) (RoviSys, 2017) (Wonderware, 2017i) (International Society of Automation, 2003)

Wonderware on ollut perustamisen jälkeen usean eri isomman yrityksen omistuksessa. Vuonna 1998 Britannian sen ajan yksi suurimmista insinööri yrityksistä, Siebe Plc, osti Wonderwaren 375 miljoonalla dollarilla. Myöhemmin seuraavana vuonna Siebe

Plc yhdistyi toisen suuren Brittiläisen yrityksen, BTR:n, kanssa. Uuden yrityksen nimeksi tuli Invensys ja Wonderware jatkoi tämän tytäryhtiönä Vuonna 2014 Ranskalaisomisteinen Schneider-Electric osti Invensys-yrityksen ja Wonderware liittyi Schneider-Electric:n tuotevalikoimaan. (Huffstutter, 1998) (Harrison, 1998) (Bloomberg, 2017) (Chan, 2013) (Schneider Electric, 2017c) (TDK-Lambda Corporation, 2017) (Schneider Electric, 2017a)

Wonderwaren on globaali johtaja teollisuusohjelmistoissa, jotka liittyvät HMI, SCADA, teollisuus tietoon ja reaaliaikaiseen toimintojen hallintaan. Wonderwaren ohjelmistoratkaisuja on käytössä useilla paikallisilla ja kansainvälisillä yrityksillä. Esimerkiksi ”Lassila & Tikanoja” otti käyttöön Wonderwaren tiedon keruu, historiointi ja aikakirjaus ohjelmistopalvelut Keravan tehtaalla. Ohjelmistoilla seurattiin ja analysointiin laitteiden huoltoon ja käyttöön kuluva aikaa ja työvaiheita. Tavoitteena oli työprosessin nopeuttaminen optimoimalla ja järjestelemällä työvaiheita kerätyn datan perusteella. (Automation World, 2017) (Wonderware, 2017j) (Schneider Electric, 2017d) (Wonderware, 2017z)

3.3 Wonderwaren palvelut ja ratkaisut

Wonderware tarjoaa useita erilaisia toisiinsa liittyneitä ohjelmistoratkaisuja erilaisiin tilanteisiin, kokonaisuuksiin ja ongelmiin.

3.3.1 Wonderware InTouch

Wonderware InTouch on HMI ohjelmisto, jota voidaan käyttää Windows-käyttöjärjestelmillä. Sillä voidaan luoda ja ajaa HMI ja SCADA –käyttöliittymiä. Lisäksi se mahdollistaa etäohjausmahdollisuudet joko Windowsin RDP (Remote Desktop Protocol) –yhteyden kautta tai uusimmassa versiossa suoraan selaimen kautta. Wonderware InTouch:lla rakennetun käyttöliittymän keräämä data voidaan myös liittää Wonderwaren erilliseen historia-arkistointi ohjelmaan. (Wonderware, 2017g) (Wonderware, 2017f) (Wonderware, 2017e) (Wonderware, 2017r)

Tämä ohjelmisto on jo käytössä erilaisissa robottien ohjausnäytöissä Cimcorpilla.

3.3.2 Wonderware Historian

Wonderware Historian on reaaliaikaisen datan tallennus ohjelma. Se pystyy tallentamaan mm. InTouch-ohjelman esittämää reaaliaikaista dataa tai dataa suoraan PLC-laitteista varastointia ja jälkikäsitteilyä varten. Wonderware Historian on rakennettu Microsoftin SQL SERVER –tietokannan päälle ja toimintaperiaatteeltansa Wonderware Historian arkistoi ja tiivistää keräämäänsä dataa, jotta se veisi vähemmän tallennustilaa. Arkistoituun dataan on silti mahdollista päästä käsiksi normaaleilla SQL SERVER kutsuilla. (Wonderware, 2017r) (Wonderware, 2017o) (Wonderware, 2017d) (Wonderware, 2017n, s. 67) (Wonderware, 2017b, s. 3) (Wonderware, 2017k, ss. 3-4)

Wonderware Historianin tietokantaa käyttävät muut Wonderwaren ohjelmat, kuten esimerkiksi Historian Client, Historian Insight ja Online Insight. Näillä ohjelmilla on sitten mahdollista tehdä erilaista raportointia tietokannan tiedoista.

3.3.3 Wonderware Historian Client

Wonderware Historian Client on nimitys joukolle ohjelmia, joilla voidaan käsitellä Wonderware Historianin dataa. Ohjelma paketti koostuu paikallisista Wonderware Historian Client Trend ja Wonderware Historian Client Query –ohjelmista, sekä Microsoft Office lisäosista, joilla Wonderware Historianin dataa voidaan lähettää jälkikäsiteltäväksi Microsoft Excel tai Word ohjelmiin. (Wonderware, 2017c, ss. 19-20)

Historian Client Trend -ohjelmalla voi tehdä historia tai reaaliaikaisesta datasta trendi ja suhdanne kaavioita. Sillä voidaan myös vertailla dataa eri ajanjaksoilta tai tietokannoista. Client Trend –ohjelma toimii tekemällä SQL Query hakuja Historianin

tietokantaan ja käsittelemällä saamansa tietoa. (Wonderware, 2017m) (Wonderware, 2017c, s. 51)

Historian Client Query –ohjelma on SQL Query hakujen helpottaja, jolla voidaan visuaalisesti valitsemalla eri asetuksia luoda SQL kutsuja Wonderware Historian tietokannalle ja näyttää näiden kutsujen hakemaa dataa. Ohjelman avulla käyttäjän ei tarvitse tietää tietokannan rakennetta tai SQL-syntaksia. (Wonderware, 2017c, ss. 20, 168)

Wonderware Historian Client Workbook on Microsoft Excel lisäosa, jolla pystyy kutsumaan Wonderware Historianin tietokannasta dataa Exceliin sopivassa muodossa (.xls). Wonderware Historian Client Report lisäosalla pystyy tekemään raportointia Wonderware Historianista Word dokumenttiformaatissa (.doc). Molemmat ohjelmat ilmenevät ylimääräisenä työkaluvalikkona Microsoft Office ohjelmassa nimeltä ”Historian” ja niillä pystyy tekemään SQL-kutsuja suoraan omissa ohjelmissaan. (Wonderware, 2017c, ss. 20, 217, 359)

Office 2013 –versiossa nämä työkaluvalikot sijaitsevat Ribbon Tool:ssa. Molemmat lisäosaohjelmat avaavat yksinkertaistetun Wonderware Historian Query ohjelmaikkunan auki, jolla voi selata ja hakea tageja Wonderware Historianista kuten normaalilla Wonderware Historian Query -ohjelmalla. Haun ja valittujen tagien jälkeen pitää suorittaa raportointi, jonka jälkeen valittu data ilmestyy avoimena olevaan tiedostoon.

3.3.4 Wonderware Information Server

Wonderware Information Server kerää ja esittää erilaista dataa tehtaasta web-käyttöliittymän kautta. Se voi esittää dataa muista Wonderwaren ohjelmista, kuten InTouch ja Historian. Information server koostuu ajettavasta web-serveristä, johon voidaan ohjelmoida erilaisia näkymiä ja tietokantoja, joihin käyttäjät voivat olla etäyhteydessä. (Wonderware, 2017s) (Schneider Electric, 2017g)

3.3.5 Wonderware Historian Insight

Wonderware Historian Insight on visualisointi palvelu, joka on linkitetty paikalliseen Wonderware Historianiin. Sillä voi visualisoida, luoda kuvaajia ja lähettää dataa jatkokäsiteltäväksi paikallisesta tietokannasta. Historian Insight pyörii taustalla tietokannan kanssa ja siihen ollaan yhteydessä internet selaimella. Se on paikallinen versio Wonderwaren Online Insight –palvelusta. (Wonderware, 2017p) (Wonderware, 2016a)

Wonderware Historian Insight lisättiin Wonderware Historian ohjelmaan jälkikäteen päivityksessä. Sen ajamiseen ja käyttämiseen vaaditaan päivitetty Wonderware Historian. Wonderware Historian 2014 versio täytyy olla päivitetty versioon 11.6.14101, 2014 R2 SP1 P01, jotta Historian Insightia pystyy käyttämään. Asennuksen jälkeen palvelua käytetään internet selaimella. Selaimella otetaan yhteys osoitteeseen ” <http://<servername>:32569> ”, jossa ”<servername>” on sen tietokoneen nimi, jossa paikallinen Wonderware Historian on asennettu. Samalla tietokoneella pyörivään Historian Insightiin pääsee ” <http://localhost:32569> ” osoitteella. Palvelu toimii suoraan Chrome ja Internet Explorer –selaimilla. (Insource Solutions, 2017) (Wonderware, 2016b)

Firefox-selaimella palvelun käyttö vaatii selaimen asetusten muokkaamista. Oletusasetuksilla Firefox estää kaikki SPNEGO-autentikointi haasteet web-servereiltä turvasyistä, esimerkiksi suojellakseen käyttäjää DNS-spoofaukselta. Sen sijaan Firefox tukee poikkeuslistaa, jolla erikseen sallitaan jostakin URL-osoitteesta tuleva autentikointi. Lista on erikseen lisättävä tämä ” <http://<servername>:32569> ” – osoite, johon oltaisiin yhteydessä. Lista sijaitsee Firefoxin piilotetuissa asetuksissa ja siihen pääsee käsiksi about:config:lla, asetussivulla, joka avataan kirjoittamalla osoite palkkiin <about:config> Firefoxissa. Hyväksytään mahdollinen huomautus/varoitus/ilmoitus. Lista löytyy nimellä ”network.negotiate-auth.trusted-uris”, joka kirjoitetaan hakupalkkiin. Asetuksen pitäisi näkyä listassa, klikataan sitä oikealla hiiren painikkeella ja valitaan muokkaa, jonka jälkeen ponnahdusikkunaan lisätään sallittavat osoitteet pilkun erotuksilla. Lisättävä osoite on vakioasetuksilla ” <http://localhost:32569> ”. (Mozilla, 2017) (Wonderware, 2016b) (MozillaZine, 2017)

3.3.6 Wonderware Online Insight

Wonderware Online Insight on palvelu, joka tarjoaa tallennus tilaa, visualisointityökaluja ja raportointia reaaliaikaiselle tehdas datalle. Se toimii ulkopuolisilla web-servereillä internetissä, pilvessä, ja on rakennettu Microsoftin Azure Cloud Services –palvelun päälle. (Wonderware, 2017t) (Wonderware, 2017u)

Siihen pääsee käsiksi millä tahansa modernilla internet selaimella internetin yli ja sen käyttöliittymä muistuttaa paikallista Historian Insightia.

Reaaliaikaisina datalähteinä Online Insightiin käy moni Wonderwaren ohjelma tai palvelu, kuten Wonderware InTouch, Wonderware Historian ja Wonderware System Platform. Online Insightiin voidaan myös lisätä vanhaa historiallista dataa Wonderware Historianista, manuaalisesti CSV-taulukkotiedostoilla tai erillisellä ohjelmointirajapinnalla. (Wonderware, 2017h)

3.4 Wonderware System Platform

Wonderware System Platform on ohjelmistopaketti, jonka mukana tulee joukko Wonderware ohjelmia ja palveluita. Klinkmann tarjosi asennettavaksi Wonderware System Platform –paketista 2014R2SP1 versiota, jonka mukana tulee taulukon Taulukko 1 listaamat ohjelmat ja niiden versiot. (Schneider Electric, 2017f)

Wonderware InTouch HMI 2014 (v11.1) R2 SP1
Wonderware Application Server 2014 (v4.1) R2 SP1
Wonderware Historian Server 2014 R2 (v11.6) SP1
Wonderware Historian Client 2014 R2 (v10.6) SP1
Wonderware Information Server 2014 R2 (v5.6)
Wonderware InTouch Access Anywhere 2014 R2 (v11.1) SP1

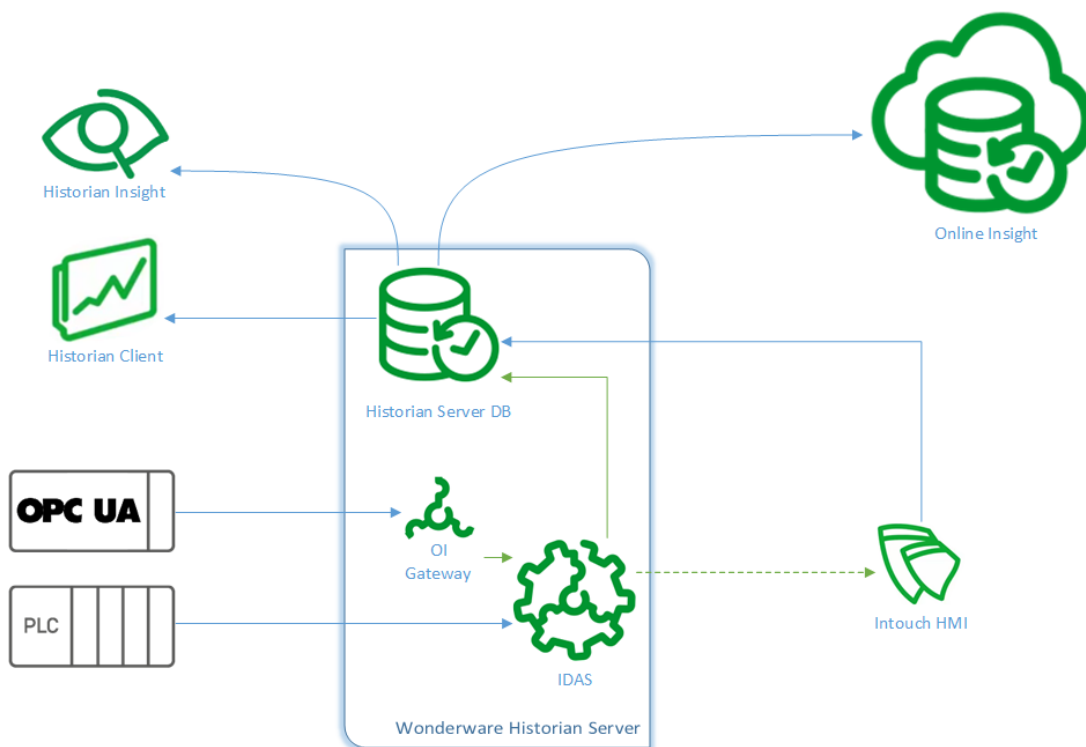
Taulukko 1 Wonderware System Platform 2014R2SP1:n ohjelmat.

Valtaosa Wonderware System Platform 2014:n ohjelmista, kuten InTouch, Historian, Historian Client ja Application Server, saavat edustavaa tukea aina 16.12.2017 päivään asti. Pidennettyä tukea nämä ohjelmat saavat aina päivään 2.1.2019 asti. Edustavassa tuessa tuotteeseen julkaistaan paikkauksia ja tietoturvapäivityksiä, joilla korjataan

tuotteessa ilmeneviä ongelmia. Pidennetyssä tuessa asiakas saa pyytää korjauksia samoihin ongelmiin, mutta korjausten toimitus tai saanti on rajoitettu. Pidennetyn tuen jälkeen tuote ei saa enää päivityksiä, mutta asiakkaalle annetaan edelleen käyttötukea. Tällä hetkellä uusin julkaistu Wonderware System Platform on versio 2017. (Wonderware, 2017x) (Wonderware, 2017y)

3.5 Wonderware ohjelmistojen hierarkia

Wonderwaren tuotteet ja palvelut kytkeytyvät toisiinsa muodostaen eräänlaisen tuotekokonaisuuden. Kokonaisuutta kuvaa Kuva 2. Kuvassa on esitetty eri Wonderware ohjelmien liittyminen toisiinsa ja mihin suuntaan kerättävä data liikkuu.



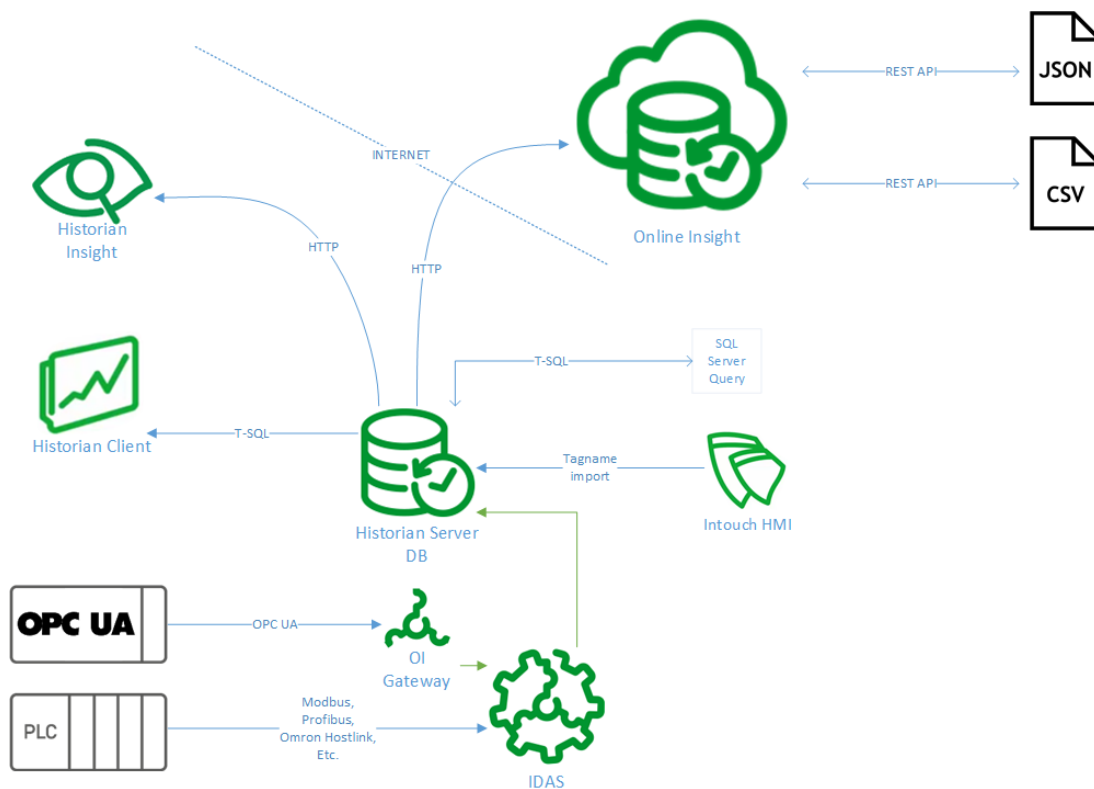
Kuva 2 Wonderware System Platform tuotteiden hierarkia.

Kuvan keskellä oleva Wonderware Historian Server –ryhmä kuvaa kyseistä asennettua kokonaisuutta, joka kuitenkin koostuu pienemmistä aliohjelmista. Kaikki tämän kokonaisuuden kytkösnuolet on kuvattu eri värillä.

Kuvassa esiintyvä OI Gateway-ohjelma on asennettava erikseen, ja sitä käytetään OPC UA laitteisiin kytkemiseen. OI Gateway kytkeytyy sitten taas Wonderwaren IDAS:iin, Integrated Data Acquisition Server palveluun.

IDAS palvelu on käytössä myös muissa tag-laitteita hallinnoivissa Wonderwaren tuotteissa ja voi olla jaettu palvelu usean toisen Wonderware-palvelun kanssa. Tätä palveluiden jakamista kuvaa katkoviiva InTouch HMI ja IDAS:n välillä kuvassa. Erikseen asennettu InTouch HMI siis käyttäisi omaa IDAS-palveluaan, mutta voi mahdollisesti käyttää myös samaan koneeseen jo asennettua palvelua. IDAS itsessään osaa kytkeytyä moniin erilaisiin PLC-laitteisiin suoraan sisäänrakennetuilla protokollillaan.

IDAS:n keräämä data siirtyy Wonderware Historian Server tietokantaan. Tähän tietokantaan kerättyä dataa voidaan sitten jakaa erilaisiin Wonderwaren ohjelmiin ja palveluihin, kuten Historian Client -ohjelmaan, jolla kerätä, jatko käsitellä ja luoda kuvaajia data-arvoja tietokannasta. Muita ohjelmia ovat Historian Insight ja sen internetversio, Online Insight, joilla voidaan selata tietokannan sisältöä, etsiä sieltä dataa ja luoda niistä kuvaajia. Lisäksi Online Insight tarjoaa internet pohjaisen pilvitalennuspalvelun sinne siirretylle datalle. Tämä voidaan myös konfiguroida reaaliaikaiseksi replikoinniksi, jolloin Online Insightin data on identtinen paikallisen tietokannan kanssa.



Kuva 3 Wonderware System Platform tuotteiden datan siirron protokollat ja tavat.

3.6 Wonderware Historian-järjestelmän datalähteet ja -yhteydet

Wonderware System Platformin tukemia datalähteitä, datan siirtämistä tietokannasta toiseen tuotteeseen ja pois sekä siihen käytettyjä protokollia kuvaa Kuva 3. Kuvassa on esitetty erilaisia tuotteita ja datalähteitä kuvilla ja nuolilla kuvattu datan siirtoa tuotteiden välillä. Nuolten suunta kuvaa datansiirtosuuntaa, joka voi olla yksisuuntainen. Nuolten otsikot kuvaavat käytettyä protokollaa.

Kuvasta ilmenee, että paikallinen Wonderwaren tietokanta osaa käyttää vain PLC-laitteita ja InTouch HMI tag-tietoja suorina datalähteinä. OPC UA -laitteiden kytkeminen vaatii erillisen OI Gateway -palvelun asentamisen ja muu datalähde on tämän jälkeen vain raaka tietokantayhteys Transact-SQL -kutsuilla. Näillä kutsuilla voidaan lisätä uusia tag-tietoja tietokantaan ja niihin dataa. Historian Server tietokantaan on mahdollista lisätä historiallista tag-dataa erillisistä CSV-tiedostoista, mutta tämä edellyttää, että lisättävälle datalle on jo olemassa olevat tag-tiedot tietokannassa.

Historian Server tietokannasta voidaan sitten siirtää dataa pois raakana jälleen Transact-SQL –kutsuilla. Dataa voidaan myös siirtää erillisiin ohjelmiin, joilla sitä voidaan jatko käsitellä. Historian Client –ohjelmisto ottaa T-SQL yhteyden tietokantaan, jolla se kerää dataa mm. kuvaajien piirtoa varten. Erillinen paikallinen Historian Insight taas on yhteydessä paikalliseen tietokantaan HTTP-yhteydellä internet-selaimen yli ja voikin sijaita missä päin vain samassa verkossa. “T-SQL queries in Microsoft SQL Server.” (Wonderware, 2017q)

Online Insight –pilvipalvelu vaatii internet yhteyden tietokoneeseen, jossa Historian Server tietokanta sijaitsee. Tämän Internet yhteyden yli ollaan yhteydessä jälleen HTTP-yhteyksillä, jolla paikalliselta serveriltä siirretään dataa Online Insightin servereille internetiin. Tähän internet tietokantaan on sitten mahdollista lisätä dataa erillisten REST-ohjelmointi rajapintojen kautta. Online Insight tukee niin JSON ja CVS muotoista dataa tämän rajapinnan yli. Samalla rajapinnalla on mahdollista myös siirtää dataa muuhun käsittelyyn pilvi tietokannasta. Huomioitavaa on, että tämä rajapinta ei löydy paikallisesta Historian Insightista.

4 WONDERWARE ONLINE INSIGHT -DATAN KÄSITTELY

Online Insightista voidaan exportata dataa jälkikäsitteilyä varten CSV-muodossa. CSV-tiedostossa ensimmäiselle riville on kirjoitettu datan nimeämisavaimen (Taulukko 2).

Online Insightin kuvaajasta exportattu data CSV-tiedostoon voi aiheuttaa erikoisia arvoja TAGin ensimmäiselle ja viimeiselle arvolle. Ne saavat interpoloidun arvon oikean pollatun datan sijasta, riippuen miten arvot osuivat kuvaajaan. Esimerkkinä demo-datasta Online Insightista exportattu teksti CSV-tiedostosta raakana (Taulukko 3). Valittu ”ProdLevel” tagin viimeinen arvo on interpoloitu, skaalattu. Arvo ei siis ole tullut laitteelta eli tietokannasta, vaan se on Online Insightin keksimä arvo.

Source, TagName, DateTime, State, Value, Unit, Quality, QualityStatus

Taulukko 2 Online Insight CSV-exporttaus avain.

"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:00:08 pm",,"7,813",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:00:18 pm",,"8,047",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:00:18 pm",,"8,060",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:00:31 pm",,"8,372",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:01:14 pm",,"8,385",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:01:25 pm",,"8,658",M3,192,"Good"
"local-Historian","ProdLevel","7/17/2017 1:01:26 pm",,"8,665.75729927007",M3,192,"Good"

Taulukko 3 Online Insight CSV-exportattu data.

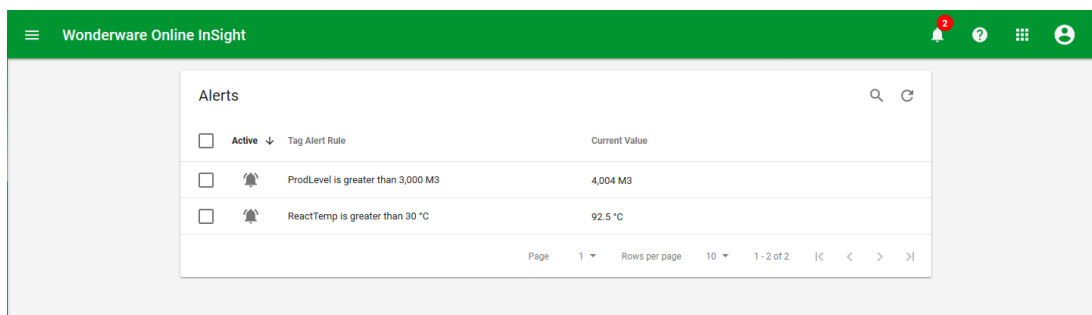
Muita huomioita tästä CSV-datan formatoinnista on amerikkalainen numerointi standardi, jossa piste toimii desimaalierottimena ja pilkku tuhatierottimena, amerikkalainen päiväys standardi, jossa kuukausi on ennen päiväystä ja kellonajan ilmoittaminen 12 tunnilla, sekä millisekuntien puuttuminen aikakohdasta, mikä voi johtaa identtisiin päiväyksiin (Taulukko 3).

Online Insightissa voi myös määritellä hälytyksiä, jos jonkin tagin arvo esimerkiksi menee jonkin rajan yli (Kuva 5). Näiden hälytysten käynnistyminen on tosin hyvin hidasta ja tagin arvo voi olla hälytysrajan yläpuolella jo jonkin aikaa, ennen kuin hälytys käynnistyy (Kuva 4). Hälytys jää myös päälle hetkeksi, vaikka arvo laskisikin hälytysrajan alle seuraavaksi (Kuva 6). Jos tagin arvo laskeekin liian nopeasti taas hälytysrajan alle, eikä hälytystä ole vielä annettu, hälytys jää antamatta, Online Insightissa ei myöskään ole hälytyshistoriaa, jolloin menneistä hälytyksistä ei jää päiväystä. Pahimmassa tapauksessa jonkin tagin käyminen hälytysrajan yläpuolella useita kertoja päivässä, mutta ei pysy siellä tarpeeksi kauaa, ei tallennu mihinkään hälytykseen. Samalle tagille ei voi myöskään antaa useita erilaisia hälytyksiä, vaan maksimissaan yhden, jota sitten muokata.

<input type="checkbox"/>	Active ↓	Tag Alert Rule	Current Value
<input type="checkbox"/>		ProdLevel is greater than 6,500 M3	6,604 M3
<input type="checkbox"/>		ReactTemp is greater than 90 °C	108.6 °C

Page 1 Rows per page 10 1 - 2 of 2

Kuva 4 Online Insight hälytykset eivät toimi heti.

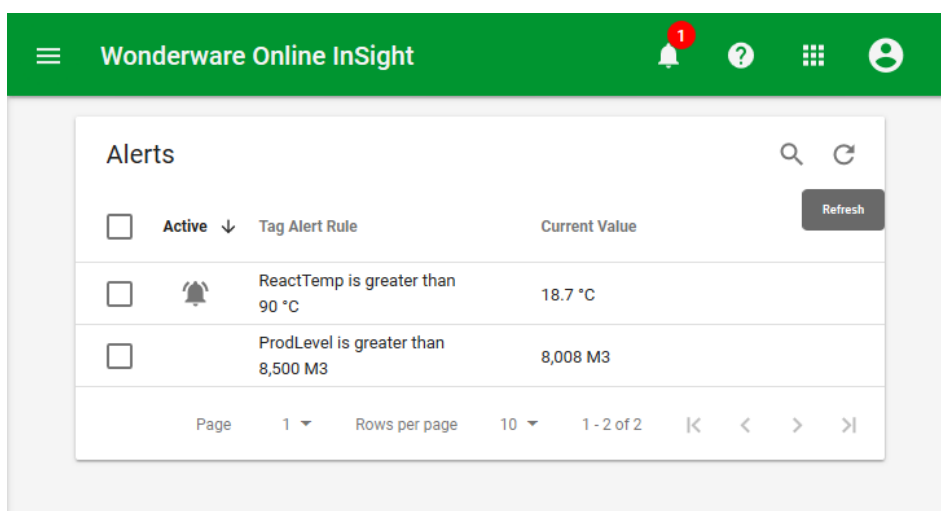


Wonderware Online InSight

<input type="checkbox"/>	Active ↓	Tag Alert Rule	Current Value
<input type="checkbox"/>		ProdLevel is greater than 3,000 M3	4,004 M3
<input type="checkbox"/>		ReactTemp is greater than 30 °C	92.5 °C

Page 1 Rows per page 10 1-2 of 2

Kuva 5 Online Insight hälytykset toiminnassa.



Wonderware Online InSight

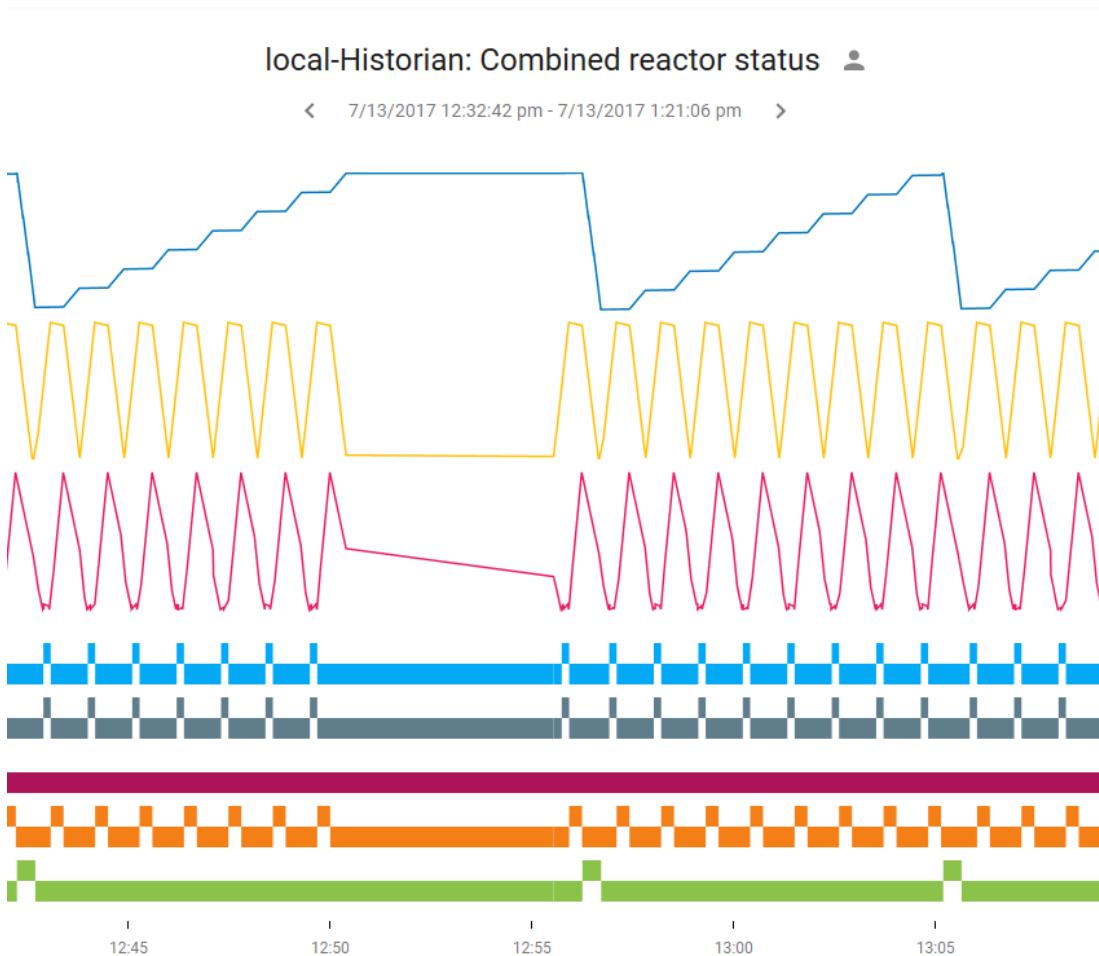
<input type="checkbox"/>	Active ↓	Tag Alert Rule	Current Value
<input type="checkbox"/>		ReactTemp is greater than 90 °C	18.7 °C
<input type="checkbox"/>		ProdLevel is greater than 8,500 M3	8,008 M3

Refresh

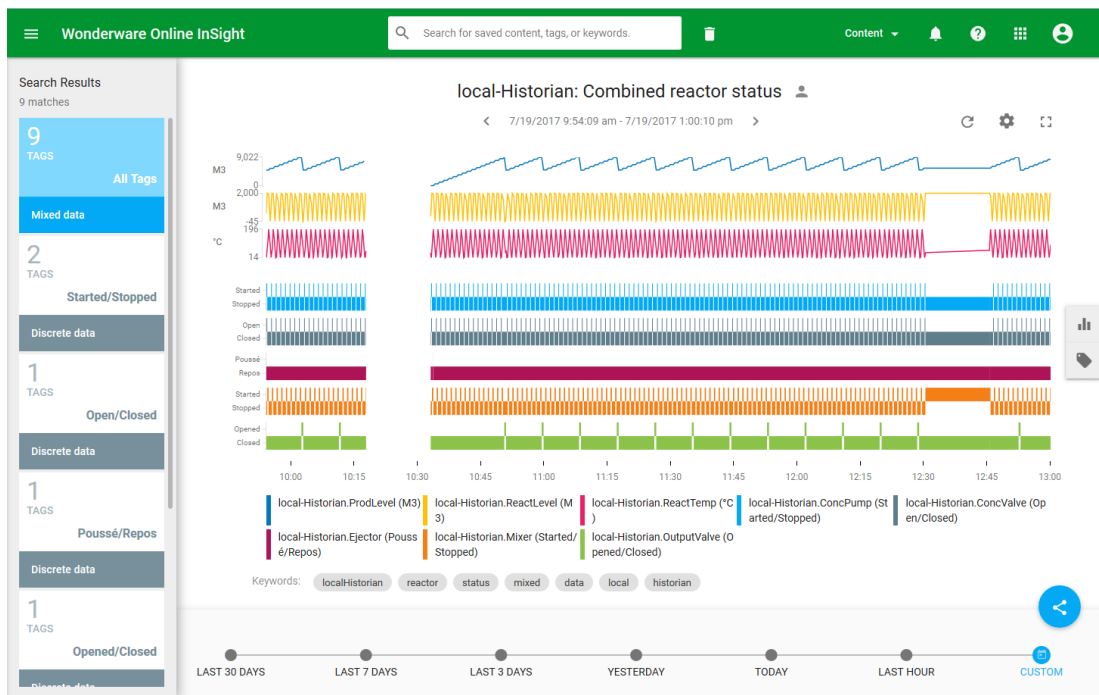
Page 1 Rows per page 10 1-2 of 2

Kuva 6 Online Insight väärä hälytys, koska arvo on jo muuttunut hälytyksen alettua.

Miten Online Insight esittää käyrädataa kuvaajissa on myös erikoista. Esimerkki demossa laitteen pistäminen valmiustilaan ei sammuttanut käyrän piirtoa, vaan Online Insight interpoloi valmiustilan ja käynnistymisen välisen data käyrän (Kuva 7). Vain laitteen sammutus katkaisee datavälin interpoloimisen (Kuva 8).



Kuva 7 Lähikuva Online Insight kuvaajasta, jossa tapahtuu interpolaatio



Kuva 8 Online Insight kuvaajan erikoiset esitykset.

5 WONDERWARE SYSTEM PLATFORMIN ASENNUS JA KONFIGUROINTI KOKEMUKSET

Wonderware System Platformin asennuksesta on tehty dokumentti, joka on opinnäytetyön liitteenä (Liite 1). Dokumentissa käydään läpi ohjelmistopakettin laitteisto ja sovellusvaatimukset, asennusvaiheet sekä OPC-UA-tuen asennus ja konfigurointi. Klinkmannin tarjoaman asennuspaketti ei myöskään ole uusin, vaan sen pystyy ja on myös suositeltavaa päivittää ylöspäin.

Liitteen koosta ja asennusvaiheista voidaan päätellä, että Wonderware System Platformin asennus on monivaiheinen ja aikaa vievä prosessi. Asennus vaatii monia erikseen asennettavia sovellusriippuvuuksia ja päivityksiä. Lisäksi kaikki Wonderwaren järjestelmät toimivat vain Windows-käyttöjärjestelmissä. Tämä toiminto ei ollut Cimcorpille haluttua, koska valtaosa heidän tausta-ajo-ohjelmistaan pyörii nyt Linux-ympäristöissä. Windows-järjestelmän lisääminen tähän tuo hallintaongelmia ja ennen kaikkea lisää kuluja Windows lisenssien ja mahdollisesti erillisten palvelimien kautta.

Huomioitavaa on myös, että asennuspaketin mukana tuleva SQL Server Express asennuksessa ei tule mukana Reporting Services -toimintoa, minkä vuoksi kaikki asennuspaketin ohjelmista, kuten Wonderware Information Server, ei toimi täydellisesti. Asennetun SQL Server Expressin päivitys ylöspäin puuttuvilla toiminnoilla on myös haastavaa, koska jo asennettu SQL Server ohjelma tulee sammuttaa päivityksen ajaksi. Omalla kohdalla myös SQL Server päivityksen jälkeen koin vaikeaksi saada Wonderware Information Server:iä toimimaan Reporting Services palvelun kanssa. Ratkaisin ongelman poistamalla ja asentamalla uudelleen tyhjältä vaaditun SQL Server version. Hyvänä neuvona pidän myös asentaa juuri sellainen SQL Server versio etukäteen käsin, jonka haluaa, ennen Wonderwaren ohjelmapaketin asennusta.

Ennen kaikkea Wonderware Historian ei yksin pysty toimimaan OPC UA -protokollan kanssa. Tuen saamiseksi on asennettava OI Gateway -palvelu, joka mahdollistaa OPC UA yhteyden saamisen Historian palveluun. Tämän asennus ja konfiguroiminen olivat todella työläitä asennuksia. En löytänyt Wonderwaren oppaasta tai internetistä suoraan asennus ja konfigurointi ohjeita, vaan piti turvautua Klinkmannin tukeen asiassa.

Tämä ei antanut hyvää kuvaa ohjelmistosta, varsinkaan jos OPC-UA tuen konfiguroiminen oli hyvin hidasta ja työlästä ja saattaa jumiutua konfiguroimisen aikana jostain ihmeellisestä syystä, mikä johtaa konfiguroimisen aloittamiseen alusta.

OI Gatewayn kautta lisätyt OPC UA -lähteet ilmenevät Historianissa tageina eikä niiden alkuperäiset nimet tallennu oikein Historianiin vaan ne pitäisi korjata käsin yksitellen. Tämä olisi todella suuri manuaalinen lisätyö, joka pitäisi tehdä jokaiselle laitteesta tulevalle yksittäiselle OPC UA -lähteelle. Yhdeltä laitteelta voi tulla useita kymmeniä OPC UA -lähteitä ja laitteita on aina useita Cimcorpin automaatiojärjestelmissä.

System Platformin päivitys ylöspäin on myös haastavaa. Omalle kohdalle tuli PATCH 02:sen asennus, ei suostunut asentumaan ohjeiden mukaan. Päivityksen pitäisi asentua, vaikka vanha palvelu olisi vielä käynnissä. Omalla kohdalla vanha palvelu piti kuitenkin manuaalisesti pysäyttää ja ottaa pois päältä, jonka jälkeen vasta päivitys asentui oikein.

Kaiken kaikkiaan Wonderware System Platformin asennus on työlästä, aikaa vievää eikä tuote lopulta tunnu kestävältä. Ohjelmistosta saa todella herkän kuvan, kun sen asennus tai konfigurointi voi mennä todella pienestä seikasta pieleen.

6 KÄYTTÖKOKEMUKSET JA HUOMIOT

Wonderware System Platform on hyvin monimutkainen ja kankea järjestelmä, jossa varsinkin datan siirtäminen sisään tai ulos on hyvin vaikeaa. Tuote on selkeästi suunniteltu ympäristöön, jossa on pelkästään muita Wonderwaren järjestelmiä tai tuotteita.

Wonderware Historian ei ole helppokäyttöinen tai luonteva järjestelmä. Se ei tunnu kestävältä ja luotettavalta ohjelmistolta ja sen eri osissa ilmenee erilaisia puutteita tai huonoja ominaisuuksia.

Wonderware Historianin tietokannasta löytyy arvoja, joissa on sama päiväys ja aika millisekunti tarkkuudella. Tämä tapahtuu varsinkin exportatun datan kanssa, johon ei välttämättä ole tallennettu sekuntia enempää tarkkuutta.

Jos lisää local Historian Databaseen uuden tagin, se pitää myös ”commit pending changes” myös Cloud Replication serveriin eli Online Insightiin, jos sen haluaa sinne myös.

Wonderware Historian client yrittää olla loppukäyttäjälle helpotettu hakupalvelu, mutta se käytännössä tekee vain SQL-kutsuja kantaan. Sen Excel tai muu Microsoft Office integraatiokin tuntuu omaan silmään vain epämääräiseltä yritykseltä yrittää saada tietoja jälkikäsitteilyyn edes johonkin ohjelmaan, koska se ei sitä itse tee.

Wonderware Historian Insightista puuttuu toimintoja verrattuna Online Insightiin Se ei esimerkiksi osaa yhtä nätisti sotkea erityyppisiä data-arvoja kuvaajaan.

Online Insight on myyty hienona palveluna, jolla asiakas pääsee dataansa käsiksi mistä vain internetin yli, koska sen oma data on jo pilvessä. Sillä pystyy tekemään hiukan jotain raportointia, mutta selkeä, reaaliaikainen datalähde paikalliseen tehtaan dataan se ei ole. Myöskin internetin saaminen joihinkin tehdasalueisiin, joissa Cimcorp työskentelee, on vaikeaa, ellei sitten täysin mahdotonta asiakkaan vaatimuksesta. Cimcorpille Online Insight antaa hyvin vähän hyötyä tai arvoa.

Esimerkki myös Wonderware Online Insightin kankeudesta on kuvaajalle lisätyn TAG-tietueen pysyvyydestä. Edes Klinkmannin avustuksella TAG:ia ei käytännössä voi enää kuvaajasta poistaa kokonaan, se voidaan vain piilottaa näkymästä kuvaajalla, mutta se on edelleen kaikkien TAG:ien, tietolähteiden, listauksessa esillä. Kuvaaja pitäisi luoda alusta saakka uudelleen, jos kyseistä TAG:iä ei haluaisi siinä lainkaan esiintyvän.

7 LOPPUPÄÄTELMÄT

Wonderware Historianin asennus ja käyttöönotto ovat hyvin työläs ja virhealtis. Monta kertaa palvelun konfiguraatio on pitänyt aloittaa alusta ja pyytää apua ja ohjeistusta itse palveluntarjoajalta, jotta konfiguraation saisi toimimaan edes esimerkki OPC UA-palvelun kanssa. Palvelusta saa hyvin heikon ja herkän kuvan, joka toimii hyvin vain muiden Wonderware järjestelmien kanssa.

Wonderware Historianin omat datan käsittely järjestelmät vaikuttavat liian yksinkertaisilta ja epäluotettavilta tarkkaan työhön. Toimimattomat hälytykset, ilmoitukset tai datan interpolaatio eivät auta asiaa. Myöskään erityisen hienoja keinoja ei tarjota suuren datan hallintaan. Monessa kohtaa tuntui parhaimmalta vain viedä data Historianista ulos erilliseen käsittelyyn, mutta tässä datassa on omia ongelmiansa muun muassa huonojen päivämäärämuotojen kanssa.

Viimeinen ongelma on Historianista aiheutuvat laite ja lisenssikustannukset itse Historian-palvelun oman hinnan lisäksi. Cimcorpin nykyinen taustajärjestelmä on täysin Linux-pohjainen, mikä tarkoittaisi Windows-lisenssien ja todennäköisesti myös kalliimman ja tehokkaamman palvelinkoneen tai erillisen Windows-palvelinkoneen hankintaa. Tämän lisäksi Wonderware System Platformin lisenssihinnoittelu tulisi hyvin kalliiksi siitä lopulta saatavan hyödyn kanssa.

Wonderware Historian kuvattiin Cimcorpille helposti käytettäväksi, asennettavaksi ja integroitavaksi palveluksi, mitä se ei testatessa selkeästi ole. Palvelu ei tunnu antavan Cimcorpille yhtään lisähyötyä verrattuna Cimcorpin nykyiseen lokitusjärjestelmään. Cimcorp on päättänyt, ettei se pyri hankkimaan Wonderware Historian palvelua nykyiseen teollisuus ratkaisuunsa.

Oma osaaminen ja ymmärrys teollisuus ohjelmistoista ja teollisuus ympäristöistä karttui opinnäytetyön aikana todella merkittävästi. Cimcorpin oma teollisuusjärjestelmä ja sen osat tulivat hyvin tutuiksi opinnäytetyön taustoituksen aikana ja Wonderware Historianin käytössä pääsi tutustumaan, miten Windowsilla voidaan järjestää reaaliaikainen datankeruu järjestelmä. En aikaisemmin edes tiennyt, minkälaisia vaatimuksia ja ympäristöjä kuuluisi ottaa huomioon

teollisuusohjelmistoissa. Nyt tietää paremmin kuinka merkittävää helppo tiedonsiirto järjestelmästä toiseen on ja kuinka epäluotettavat yhteydet voivat olla teollisuuskohteissa.

LÄHTEET

- Anaheim Automation. (12. 8 2017). *HMI Guide*. Haettu 12. 8 2017 osoitteesta <http://www.anaheimautomation.com/manuals/forms/hmi-guide.php>
- Ascolab. (2017a). *OPC UA Security*. Haettu 21. 8 2017 osoitteesta <http://www.ascolab.com/en/technology-unified-architecture/technology-security.html>
- Ascolab. (2017b). *OPC Unified Architecture*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <http://www.ascolab.com/en/technology-unified-architecture.html>
- Ascolab. (2017c). *Technology Protocols*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <http://www.ascolab.com/en/technology-unified-architecture/technology-protocols.html>
- AspenTech. (2017). *Data Historians vs. DCS, SCADA, and PLC Systems*. Haettu 4. 7 2017 osoitteesta [11-4504_DS_DCS_Data_Historians_FINAL.pdf](http://www.aspentech.com/documents/Default.aspx?DocumentID=11-4504_DS_DCS_Data_Historians_FINAL.pdf)
- Automation World. (25. 2 2014). *PLC vs. DCS: Which is Right for Your Operation?* Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <https://www.automationworld.com/article/technologies/dcs/plc-vs-dcs-which-right-your-operation>
- Automation World. (10. 7 2017). *Wonderware by Schneider Electric*. Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <https://www.automationworld.com/company/wonderware-schneider-electric>
- Ben Joan, D. (23. 3 2010). *Difference Between DCS and SCADA*. Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-dcs-and-scada/>
- Bill Lydon, A. (10 2011). *PLC vs DCS - Competing Process Control Philosophy*. Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <https://www.automation.com/automation-news/article/plc-vs-dcs-competing-process-control-philosophy>
- Bloomberg. (6. 7 2017). *Wonderware Corp*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <https://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=36681>
- Chan, S. P. (31. 7 2013). *Invensys agrees £3.4bn takeover by Schneider Electric*. Noudettu osoitteesta <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/industry/engineering/10213147/Invensys-agrees-3.4bn-takeover-by-Schneider-Electric.html>

- Cogent Real-Time Systems Inc. (15. 8 2017). *What is OPC?* Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <https://opcdatahub.com/WhatIsOPC.html>
- Critical Manufacturing. (19. 7 2017). *Manufacturing Execution Systeme.* Haettu 19. 7 2017 osoitteesta <http://www.criticalmanufacturing.com/de/critical-manufacturing-mes/what-is-manufacturing-execution-system>
- Dennis Brandl, B. C. (19. 5 2008). *What is ISA-95?* Haettu 13. 7 2017 osoitteesta http://apsom.org/docs/T061_isa95-04.pdf
- DPS Telecom. (11. 7 2017). *What Is a Supervisory Control and Data Acquisition System?* Haettu 11. 7 2017 osoitteesta <http://www.dpstele.com/scada/what-is.php>
- Edwin Wright, D. B. (1. 9 2003). *Practical Scada For Industry.* Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <http://scada.atSPACE.com/>
- Electrical Technology. (2016). *What is Distributed Control System (DCS)?* Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <http://www.electricaltechnology.org/2016/08/distributed-control-system-dcs.html>
- Elprocus. (13. 7 2017). *Everything You Need to Know About Distributed Control System.* Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <https://www.elprocus.com/distributed-control-system-features-and-elements/>
- Gonzalez, C. (1. 6 2015). *Engineering Essentials: What Is a Programmable Logic Controller?* Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <https://www.machinedesign.com/learning-resources/engineering-essentials/article/21834250/engineering-essentials-what-is-a-programmable-logic-controller>
- Google. (7. 9 2017). *Geocoding API.* Haettu 7. 9 2017 osoitteesta <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro>
- Harrison, M. (24. 11 1998). *Siebe and BTR unveil plans for pounds 9.4bn merger.* Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://www.independent.co.uk/news/business/siebe-and-btr-unveil-plans-for-pounds-94bn-merger-1187036.html>
- Huffstutter, P. (25. 2 1998). *British Firm to Pay \$375 Million for Wonderware.* Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://articles.latimes.com/1998/feb/25/business/fi-22706>

- Hugh Wright, M. I. (10. 5 2010). *Guide to Programmable Logic Controllers*. Haettu 13. 7 2017 osoitteesta <https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/tutorials/4/4701.html>
- Inductive Automation. (6. 7 2017). *What is SCADA?* Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <https://inductiveautomation.com/what-is-scada>
- Informa PLC. (4. 9 2017). *RESTful Web Services: A Tutorial*. Haettu 4. 9 2017 osoitteesta <http://www.drdoobs.com/web-development/restful-web-services-a-tutorial/240169069>
- Insource Solutions. (24. 7 2017). *How to get & use Wonderware Historian InSight*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta https://insource.mindtouch.us/Wonderware_Historian_Server/Tech_Notes/TN_Hist261_How_to_get%2F%2Fuse_Wonderware_Historian_InSight
- International Society of Automation. (2003). Haettu 11. 7 2017 osoitteesta <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2003/august/cover-story-50th-anniversary-leaders-of-the-pack/>
- Invensys Operations Management. (28. 7 2017). *Operator Interface Computer — AIS*. Haettu 28. 7 2017 osoitteesta <http://www.aispro.com/Media/Default/documentation/Operator%20Interface%20Computers%20with%20Factory-Tested,%20Certified%20Wonderware%20InTouch%20HMI%20Software-AIS.pdf>
- IPCOMM. (15. 8 2017). *OPC Classic*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <https://www.ipcomm.de/protocol/OPC/en/sheet.html>
- Jen Clark, I. (17. 11 2016). *What is the Internet of Things (IoT)?* Haettu 20. 9 2017 osoitteesta <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/>
- Kepware. (15. 8 2017). *OPC Interoperability: Open Connectivity Through Open Standards*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <https://www.kepware.com/en-us/products/kepserverex/opc-interoperability/>
- Laney, D. (2012). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*. Haettu 3. 10 2017 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/304929258_3-D_Data_Management_Controlling_Data_Volume_Velocity_and_Variety
<https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>

- Matrik. (17. 7 2017). *OPC UA*. Haettu 17. 7 2017 osoitteesta <http://www.matrikonopc.com/opc-ua>
- Mozilla. (24. 7 2017). *Integrated Authentication*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Mozilla/Integrated_authentication
- MozillaZine. (10. 2 2017). *About:config*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta <http://kb.mozillazine.org/About:config>
- National Instruments. (19. 7 2017). *Why OPC UA Matters* . Noudettu osoitteesta <http://www.ni.com/white-paper/13843/en/>
- Novotek. (14. 8 2017). *OPC and OPC UA explained*. Haettu 14. 8 2017 osoitteesta <https://www.novotek.com/en/solutions/kepware-communication-platform/opc-and-opc-ua-explained>
- OPC Connect. (26. 7 2017). *UA*. Haettu 26. 7 2017 osoitteesta <http://www.opcconnect.com/ua.php>
- OPC Foundation. (15. 8 2017a). *Mission statement*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <https://opcfoundation.org/about/opc-foundation/mission-statement/>
- OPC Foundation. (15. 8 2017b). *OPC Classic*. Haettu 15. 8 2017 osoitteesta <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-classic/>
- OPC Foundation. (17. 7 2017c). *OPC UA introduction*. Haettu 17. 7 2017 osoitteesta <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>
- OPC Foundation. (28. 7 2017d). *What is OPC*. Haettu 28. 7 2017 osoitteesta <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>
- Oracle. (2013). *What Are RESTful Web Services?* Haettu 4. 9 2017 osoitteesta <https://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/gijqy.html>
- Oracle. (2. 10 2017). *What is big data?* Haettu 2. 10 2017 osoitteesta <https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html>
- Ranger, S. (20. 9 2017). *What is the IoT?* Haettu 20. 9 2017 osoitteesta <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
- restapitutorial. (4. 9 2017a). *Resource Naming*. Haettu 4. 9 2017 osoitteesta <https://www.restapitutorial.com/lessons/restfulresourcenaming.html>
- restapitutorial. (4. 9 2017b). *What Is REST?* Haettu 4. 9 2017 osoitteesta <http://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html>
- RoviSys. (10. 7 2017). *Wonderware® Endorsed Systems Integrator Partner*. Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <https://www.rovisys.com/about/platforms/wonderware/>

- RTA Automation. (28. 7 2017). *OPC UA Technology*. Haettu 28. 7 2017 osoitteesta <http://www.rtaautomation.com/technologies/opcu/>
- SAS. (2. 10 2017). *Big Data, What it is and why it matters*. Haettu 2. 10 2017 osoitteesta https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Schneider Electric. (10. 7 2017a). *Schneider Electric completes the acquisition of Invensys and creates a unique player in Industry Automation*. Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://software.schneider-electric.com/newsitem/53687091415/>
- Schneider Electric. (2017b). *About us*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <http://software.schneider-electric.com/about-us/software-overview>
- Schneider Electric. (10. 7 2017c). *Invensys History*. Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://www.schneider-electric.com/en/brands/invensys/invensys-history.jsp>
- Schneider Electric. (6. 7 2017d). *Success Stories*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <http://software.schneider-electric.com/about-us/success-stories/>
- Schneider Electric. (10. 7 2017e). *Triconex history*. Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://www.schneider-electric.com/en/brands/triconex/triconex-history.jsp>
- Schneider Electric. (2017f). *WSP2014R2SP1 ReadMe*. Haettu 25. 7 2017 osoitteesta <https://gsresource.schneider-electric.com/support/patchfixes/1/WSP2014R2SP1/readme.html>
- Schneider Electric. (21. 7 2017g). *Wonderware Information Server*. Haettu 21. 7 2017 osoitteesta <http://software.schneider-electric.com/pdf/datasheet/wonderware-information-server/>
- TDK-Lambda Corporation. (10. 7 2017). Haettu 10. 7 2017 osoitteesta <http://www.us.tdk-lambda.com/hp/News/news3.htm>
- Wilkinson, G. (4. 12 2015). *The History of Triconex and Wonderware - The Secret Sauce of Entrepreneurs*. Haettu 11. 7 2017 osoitteesta <https://www.linkedin.com/pulse/history-triconex-wonderware-secret-sauce-gary-wilkinson>
- Wonderware. (2016a). *Historian 2014 R2 SP1 P01*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta http://archestra.info/index.php/Historian_2014_R2_SP1_P01
- Wonderware. (2016b). *Historian 2014 R2 SP1 Patch 1 ReadMe*. Haettu 21. 7 2017 osoitteesta <https://wonderwarepacwest.com/uploads/2016/06/Historian-2014-R2-SP1-Patch-1-ReadMe.html>

- Wonderware. (2017a). *ArchestrA OPC UA Client Service Guide*.
- Wonderware. (2017b). *Historian Advertisement*. Noudettu osoitteesta [101217054445-phpapp01-advertisement-ppt.pdf](http://www.wonderware.com/101217054445-phpapp01-advertisement-ppt.pdf)
- Wonderware. (2017c). *Historian Client User Guide*. Noudettu osoitteesta [HistClient-user-guide.pdf](http://www.wonderware.com/HistClient-user-guide.pdf)
- Wonderware. (20. 7 2017d). *Historian Features and Benefits*. Haettu 20. 7 2017 osoitteesta http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Historian_features_and_benefits.htm
- Wonderware. (11. 7 2017e). *Intouch Access Anywhere*. Haettu 11. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/hmi-scada/intouch-access-anywhere/>
- Wonderware. (11. 7 2017f). *Intouch HMI*. Haettu 11. 7 2017 osoitteesta www.wonderware.fi/htm/Wonderware_InTouch_HMI.htm
- Wonderware. (11. 7 2017g). *Intouch Technical Specifications*. Haettu 11. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/hmi-scada/intouch/technical-specifications/>
- Wonderware. (25. 7 2017h). *Online Insight Management*. Haettu 25. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/industrial-information-management/online/>
- Wonderware. (6. 7 2017i). *Our history*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/about-us/wonderware/history/>
- Wonderware. (6. 7 2017j). *Success Stories*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta http://www.wonderware.fi/htm/Success_Stories_in_english.htm
- Wonderware. (2017k). *What Historian adds to InTouch*. Noudettu osoitteesta [AppSolution_Wonderware_WhatHistorianAddsToInTouch.pdf](http://www.wonderware.com/AppSolution_Wonderware_WhatHistorianAddsToInTouch.pdf)
- Wonderware. (6. 7 2017l). *Wonderware Solutions*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Solutions_all.htm
- Wonderware. (20. 7 2017m). *Wonderware Historian Client Introduction*. Haettu 20. 7 2017 osoitteesta http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Historian_Client.htm
- Wonderware. (2017n). *Wonderware Historian Concepts*. Noudettu osoitteesta [WonderwareHistorianConcepts.pdf](http://www.wonderware.com/WonderwareHistorianConcepts.pdf)
- Wonderware. (19. 7 2017o). *Wonderware Historian Features*. Haettu 19. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/industrial-information-management/historian/features/>

- Wonderware. (21. 7 2017p). *Wonderware Historian Insight*. Haettu 21. 7 2017 osoitteesta
http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Historian_InSight.htm
- Wonderware. (2017q). *Wonderware Historian Technical Specifications*. Haettu 22. 8 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/industrial-information-management/historian/technical-specifications/>
- Wonderware. (11. 7 2017r). *Wonderware Historian*. Haettu 11. 7 2017 osoitteesta
<https://www.wonderware.com/industrial-information-management/historian/>
- Wonderware. (21. 7 2017s). *Wonderware Information Server*. Haettu 21. 7 2017 osoitteesta
http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Information_Server.htm
- Wonderware. (24. 7 2017t). *Wonderware Online InSight*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta
http://www.wonderware.fi/htm/Wonderware_Online.htm
- Wonderware. (24. 7 2017u). *Wonderware Online Infographic*. Haettu 24. 7 2017 osoitteesta
https://on.wonderware.com/hubfs/Infographic_SE-Wonderware_Online_08-26-2.jpg
- Wonderware. (2017x). *Wonderware Product Versions Support*. Haettu 26. 7 2017 osoitteesta <https://wonderwarepacwest.com/support/product-versions/>
- Wonderware. (2017y). *Wonderware System Platform Specifications*. Haettu 26. 7 2017 osoitteesta <https://www.wonderware.com/hmi-scada/system-platform/technical-specifications/>
- Wonderware. (6. 7 2017z). *Wonderware solution at Lassila and Tikanoja*. Haettu 6. 7 2017 osoitteesta
http://www.wonderware.fi/pdf/Success_Stories/Other/Wonderware_sstory_General_Process_Wonderware_Lassila_and_Tikanoja_en_0115.pdf
- WorkWise Software. (19. 7 2017). *What is a Manufacturing Execution System (MES)?* Haettu 19. 7 2017 osoitteesta <http://www.workwisellc.com/what-is-mes/>

LIITE 1

”Wonderware System Platform 2014 -ohjelmistopakettien asennus”