



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Matti Lepistö

IEC 61850 –STANDARDIN KÄYTTÖ VESIVOIMALAITOKSILLA

Tekniikan yksikkö
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Matti Lepistö
Opinnäytetyön nimi	IEC 61850 –Standardin käyttö vesivoimalaitoksilla
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	28
Ohjaaja	Jari Koski

IEC 61850-standardi on VEOlla jo käytössä sähköasemilla. Nyt haluttiin selvittää sen soveltuvuutta myös vesivoimalaitoksille. Tätä varten oli oleellista selvittää standardin erityiskohdat vesivoimaa varten. Tärkeänä pidettiin myös PLC:eiden, releiden ja muiden laitteiden liityntämahdollisuuksia standardin mukaiseen väylään.

IEC 61850-standardin tavoite on mahdollistaa älykkäiden laitteiden välinen kommunikointi, vaikka laitteet olisivatkin eri laitevalmistajilta. Standardi tekee tämän jakamalla funktiot osiin, LN:iksi, ja kuvailemalla nämä osat mahdollisimman geneerisesti. Tietoa hankittiin ensin itse standardista, minkä jälkeen siirryttiin etsimään mahdollisia liityntätapoja IEC 61850-väylään laitevalmistajien esitteistä ja manuaaleista.

Standardi on tehty toimimaan myös mahdollisilla tulevaisuuden kommunikaatiomenetelmillä, mikä tekee siitä turvallisen sijoituksen. Releiden kanssa standardi toimii lähes poikkeuksetta, mutta PLC:eiden, magnetointijärjestelmien ja turbiinisäädinten valmistajat eivät ole hypänneet mukaan yhtä innokkaasti. Kaikista näistä silti löytyy ainakin jokin tuote, jonka voi liittää IEC 61850-standardin mukaiseen väylään. Vesivoimaa varten standardi sisältää LN:t vesivoimalaitoksissa esiintyviä asioita varten.

ABSTRACT

Author	Matti Lepistö
Title	IEC 61850–Standard in Hydropower Plants
Year	2015
Language	Finnish
Pages	28
Name of Supervisor	Jari Koski

The client of the thesis VEO already applies the IEC 61850–standard in substations. The purpose of this thesis was to find out if it should also be used in hydropower plants. For this it was essential to study the parts of the standard especially concern hydropower. It was also important to find out whether PLCs, protection relays and other devices could be connected to the IEC 61850 bus.

The point of the IEC 61850 is to allow IEDs to communicate with each other, even if the IEDs are made by different manufacturers. The standard does this by dividing functions into parts (LN) and then describing those parts in a generic way. Information was first gathered from the standard itself and later from manuals and brochures of the manufacturers of the IEDs.

One of the objectives of the standard was to make it future-proof, which makes using the standard a relatively safe investment. Relays are almost always made to accommodate the standard, but with PLCs, excitation systems and turbine governors this is not always the case. Still, there are devices of each type that support the standard.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	7
2	STANDARDIN SELVITYS	8
	2.1 Tavoite	8
	2.2 Historia.....	8
	2.3 Standardin osat.....	9
	2.4 Toteutus.....	10
	2.5 Erityiskohdat vesivoimaa varten.....	15
3	LIITYNNÄT LAITTEISIIN	18
	3.1 PLC.....	18
	3.1.1 Siemens	18
	3.1.2 Allen-Bradley ja Modicon.....	21
	3.2 Releet	23
	3.3 HMI.....	25
	3.4 Magnetointijärjestelmät ja turbiinisääimet	26
4	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	28

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. LN:ien ja funktioiden sijoitus /2/.....	10
Kuva 2. Laatikkomalli standardin hierarkiasta /4/.....	12
Kuva 3. Standardin hierarkia näytöllä, kansioina /4/.....	13
Kuva 4. Ohjaustasojen väliset kommunikaatiot /1/.....	14
Kuva 5. Binääritilojen siirtyminen GOOSElla /5/.....	15
Kuva 6. PLC:n sijainti hierarkiassa client bloqueja käytettäessä /7/.....	19
Kuva 7. PLC:n sijainti hierarkiassa server bloqueja käytettäessä /7/.....	20
Kuva 8. PLC:n ja yhdyskäytävän sijainti hierarkiassa /7/.....	21
Kuva 9. Allen-Bradleyn PAC väylässä yhdyskäytävän avulla /8/.....	22
Kuva 10. Modiconin Quantum PLC väylässä yhdyskäytävän avulla /8/.....	23
Kuva 11. Suojareleet tähtimäisesti väylässä kahdennettuna /5/.....	24
Kuva 12. SIPROTEC-suojareleet renkaassa valokuidulla /5/.....	24
Kuva 13. WinCC IEC 61850–kanava /7/.....	25
Taulukko 1. LN-ryhmät /3/.....	11
Taulukko 2. H-ryhmän LN:t /10/.....	16

LYHENTEET

GOOSE	Generic Object Oriented Substation Event – Geneerinen Objektipainotteinen Sähköasematapahtuma
HMI	Human Machine Interface – Käyttöliittymä
ICD	IED Capability Description – IED:n määrittely
IED	Intelligent Electronic Device – Älykäs laite
LN	Logical Node – Looginen solmu
PAC	Process Automation Controller – Ohjelmoitava logiikka
PLC	Programmable Logic Controller – Ohjelmoitava logiikka
SCD	System Configuration Description – Järjestelmän määrittely
SCL	Substation Configuration description Language – Sähköaseman konfigurointiselityskieli
XML	Extensible Markup Language -

1 JOHDANTO

VEO Oy on Euroopassa ja erityisesti Pohjoismaissa toimiva energia-alan yritys, joka tuottaa ratkaisuja niin uusiutuvan kuin uusiutumattomankin energian tuotantoon, sähkönjakeluun, teollisuuteen ja laivoihin. Työ tehtiin VEOn vesivoimayksikölle, joka toimittaa sähköistyksiä, automaatiojärjestelmiä ja turbiinin ja generaattorin säätölaitteita niin uusiin kuin modernisoitaviinkin vesivoimalaitoksiin.

IEC 61850 –standardi oli VEolla käytössä jo sähköasemilla, ja nyt haluttiin selvittää standardin soveltuvuutta vesivoimalaitoksille. Standardi määrittelee kommunikaation älykkäiden laitteiden välillä, mikä mahdollistaa eri valmistajien laitteiden välisen kommunikaation ilman protokollamuuntimia, sekä vähentää tarvittavien valmistajakohtaisten konfigurointiohjelmien määrää, täten yksinkertaistaen ja nopeuttaen laitteiston suunnittelua sekä sen käyttöönottoa.

IEC 61850–standardin käyttöä varten vesivoimalaitoksilla täytyi selvittää standardin vesivoimaan liittyvät erityiskohdat, PLC:iden, releiden, muiden laitteiden ja käyttöliittymän liittäminen väylään, verkon rakenne ja väylää pitkin vietävät mahdolliset signaalit.

2 STANDARDIN SELVITYS

2.1 Tavoite

IEC 61850-kommunikaatiostandardin tavoitteena on mahdollistaa eri laitevalmistajien älykkäiden laitteiden välinen yhteentoimivuus korvaamalla laitevalmistajien omat kommunikaatioprotokollat standardoidulla protokollalla. Sähkölaitosten funktioita ei ole tarkoitus standardisoida tai rajoittaa, vaan ainoastaan laitteiden kommunikointi standardoidaan. Laitteiden täydelliseen vaihdettavuuteen - laitteen vaihto toisen valmistajan vastaavaan ilman mitään muita muutoksia - standardi ei pysty. Se vaatisi funktioiden standardoimista. Funktiot kuitenkin tunnistetaan ja kuvaillaan niiden kommunikointivaatimusten selvittämiseksi.

Tarkoituksena on myös kehittää standardi, joka täyttää toiminnallisuuden ja suorituskyvyn asettamat vaatimukset, sekä samalla tukee tulevaisuuden kehitystä.

/1/

2.2 Historia

Vuonna 1994 IEC Teknillinen Komitea 57:n Sähköaseman Ohjaus- ja Suojausrajapinnat -ryhmä kehitteli ehdotuksen sähköasemien automaatiojärjestelmien kommunikaation standardoimisesta. Kansallisille komiteoille esiteltiin hyväksytysti ehdotukset standardeista:

- Toiminnallinen arkkitehtuuri, kommunikaatorakenne ja yleiset vaatimukset
- Kommunikaatio laite- ja valvomotasojen välillä
- Kommunikaatio prosessi- ja laitetasojen välillä
- Kumppanistandardi suojalaitteiden informatiiviselle rajapinnalle. /1/

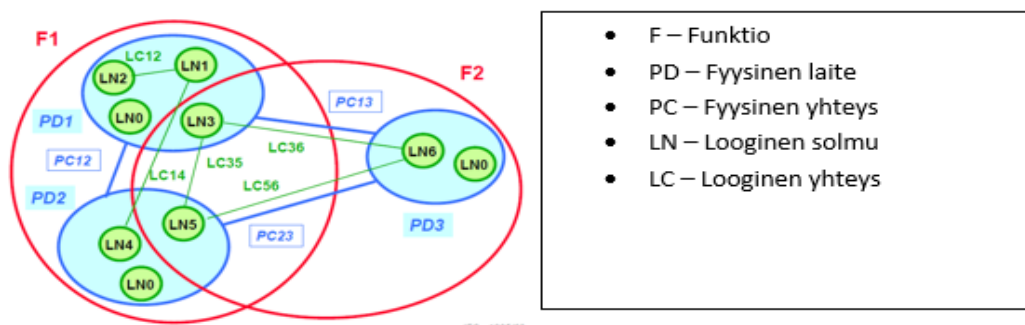
2.3 Standardin osat

IEC 61850 -standardiin on julkaistu osat:

- IEC 61850-1: Johdanto ja yleiskatsaus
- IEC 61850-2: Sanasto
- IEC 61850-3: Yleiset vaatimukset
- IEC 61850-4: Järjestelmän ja projektin hoito
- IEC 61850-5: Kommunikaatiovaatimukset funktioille ja laitemalleille
- IEC 61850-6: IED:ihin liittyvä konfigurointikieli sähköasemien kommunikointiin
- IEC 61850-7: Kommunikaation perusrakenne sähköasemilla ja syöttölaitteilla
 - IEC 61850-7-1: Periaatteet ja mallit
 - IEC 61850-7-2: Abstrakti kommunikaatorajapinta (ACSI)
 - IEC 61850-7-3: Yleiset dataluokat
 - IEC 61850-7-4: Yhteensopivat LN-luokat ja dataluokat
 - IEC 61850-7-410: Vesivoimalaitokset – Kommunikaatio valvonnalle ja ohjaukselle
 - IEC 61850-7-420: Kommunikaatiojärjestelmät hajautetulle energiantuotannolle – LN:t
 - IEC 61850-7-510: LN:ien käyttö funktioiden mallinnukseen vesivoimalaitoksilla
- IEC 61850-8: Spesifinen kommunikaatiokartoitus (SCSM)
 - IEC 61850-8-1: Kartoitus MMS:ään
- IEC 61850-9: Spesifinen kommunikaatiokartoitus (SCSM)
 - IEC 61850-9-1: Samplatut arvot sarjaliikenteellä
 - IEC 61850-9-2: Samplatut arvot ISO/IEC 8802-3:lla
- IEC 61850-10: Tyyppitestausta /1/

2.4 Toteutus

Funktioiden osoitukset laitteille eivät ole kiinteitä, vaan riippuvat yleensä muista tekijöistä, kuten saatavuudesta, suorituskykyvaatimuksista tai hinnasta. Funktioiden vapaan osoituksen mahdollistamiseksi eri valmistajien laitteissa sijaitsevien funktioiden tulee olla yhteentoimivia. Funktiot voivat olla myös hajautettuja, jolloin funktion eri osia, joita kutsutaan standardissa LN:iksi, suoritetaan eri laitteissa. Nämä funktion osat kommunikoivat keskenään, joten myös LN:ien täytyy tukea yhteentoimivuutta. Kaikki sähkölaitoksen automaatiojärjestelmän tunnetut funktiot on jaettu LN:iksi, joka on funktion pienin kommunikoiva osa /1/. Kuva 1 on periaatekuva LN:ien ja funktioiden sijoittumisesta.



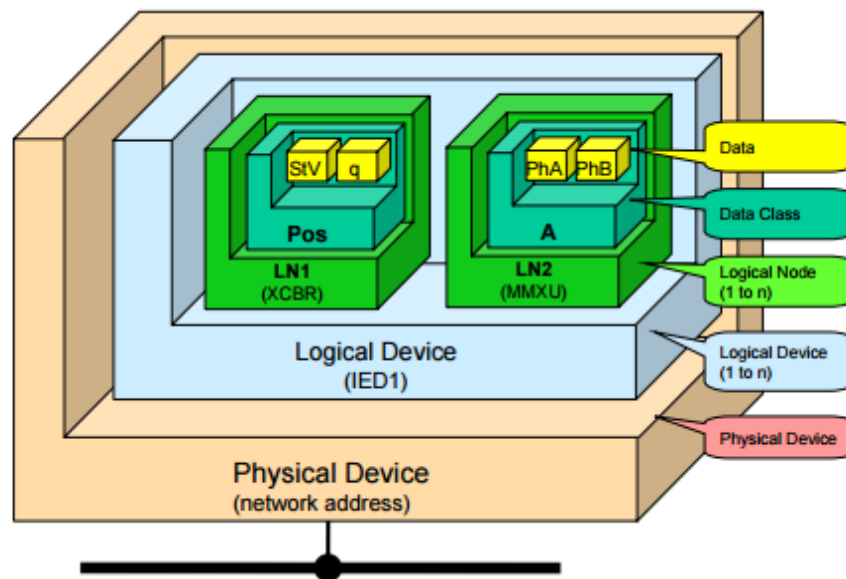
Kuva 1. LN:ien ja funktioiden sijoitus /2/.

Vaikka funktiot saavat sijaita missä tahansa laitteessa, ei kaikkien laitteiden kuitenkaan tarvitse tukea kaikkia funktioita. Sähkölaitoksen funktiot ja niiden kommunikaatiokäytös kuvataan laitteistosta riippumattomalla tavalla ilman viittauksia toteutuksiin älykkäissä laitteissa /2/. LN:t jaetaan eri ryhmiin niiden tehtävän perusteella. LN:n nimen ensimmäinen kirjain ilmaisee mihin ryhmään LN kuulu. Esimerkiksi suojausfunktioihin liittyvät LN:t kuuluvat ryhmään P (Protection). Kaikki LN:ien ryhmät näkyvät taulukossa 1 /3/.

Taulukko 1. LN-ryhmät /3/.

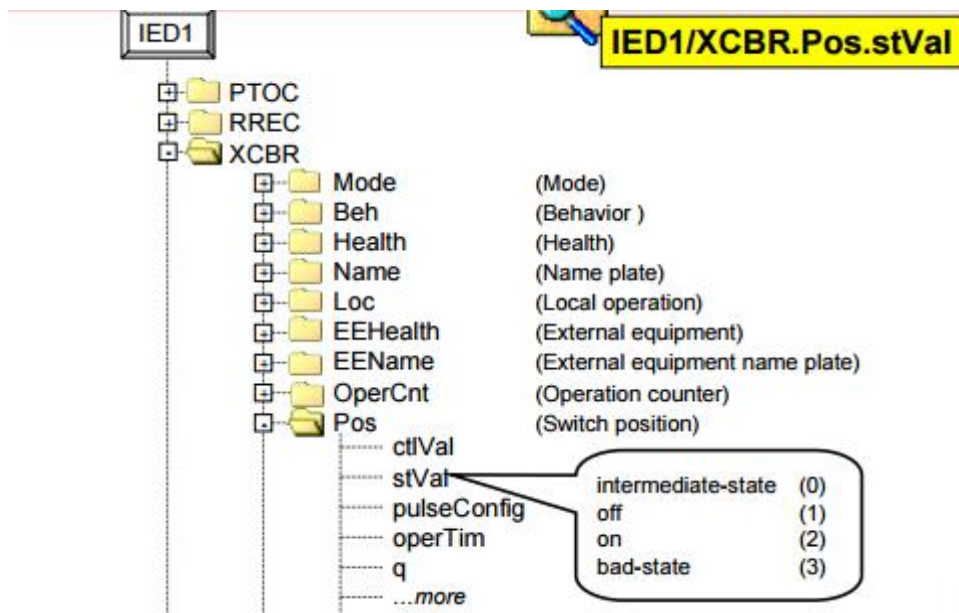
Group indicator	Logical node groups
A	Automatic control
C	Supervisory control
D	DER (Distributed Energy Resources)
F	Functional blocks
G	Generic function references
H	Hydro power
I	Interfacing and archiving
K	Mechanical and non-electrical primary equipment
L	System logical nodes
M	Metering and measurement
P	Protection functions
Q	Power quality events detection related
R	Protection related functions
S	Supervision and monitoring
T	Instrument transformer and sensors
W	Wind power
X	Switchgear
Y	Power transformer and related functions
Z	Further (power system) equipment

IEC 61850:ssa tieto on järjestetty hierarkisesti kuvissa 2 ja 3 näytetyllä tavalla.



Kuva 2. Laatikkomalli standardin hierarkiasta /4/.

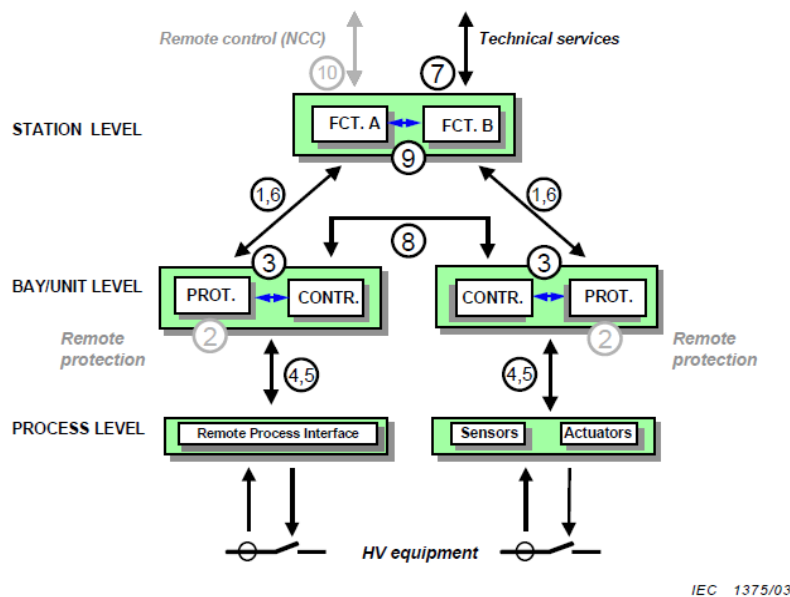
Fyysinen laite sisältää yhden tai useamman loogisen laitteen, jotka puolestaan sisältävät yhden tai useamman LN:n. Nämä sisältävät ennaltamääritellyt dataluokat, jotka sisältävät dataa.



Kuva 3. Standardin hierarkia näytöllä, kansioina /4/.

Kuvissa esimerkkinä näkyy XCBR LN, joka kuuluu kojeistoryhmään (X, Switchgear) ja kuvaa katkaisijan toiminnallisuutta. XCBR:n alta löytyy dataluokka Pos, joka sisältää katkaisijan asentoon liittyviä tietoja. Pos-dataluokan alta löytyy tilatieto stVal. Suurin osa funktioista koostuu vähintään 3 LN:stä. Yksi sisältää funktion varsinaisen toiminnon, toinen prosessirajapinnan ja kolmannessa on HMI /4/.

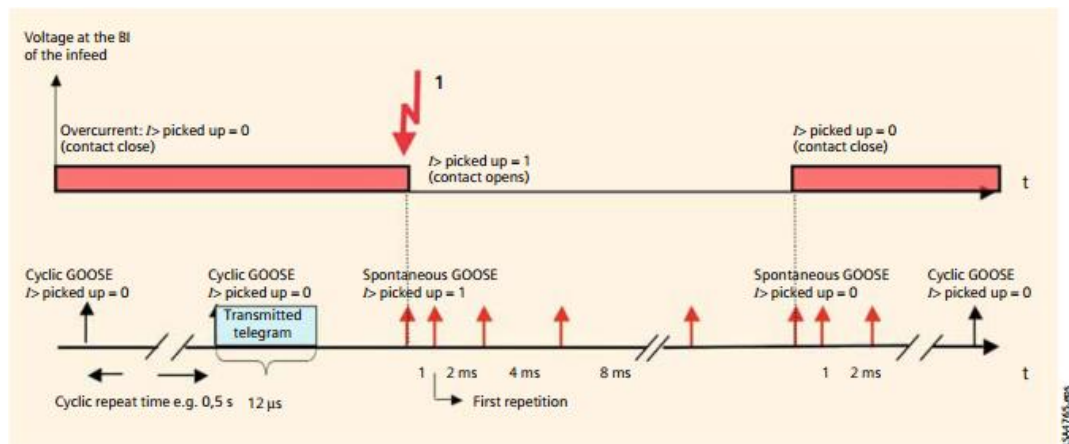
Funktioita voidaan sijoittaa 3 ohjaustasolle; asema-, laite- ja prosessitasoille. Myös fyysiset laitteet voidaan sijoittaa näille tasoille. Asematasolle kuuluvat tyypillisesti tietokannan sisältävä tietokone, operaattorin työpiste ja etäkommunikaatiot. Laitetasolle sijoitellaan yleensä ohjaus-, suojaus- ja monitorointiyksiköitä. Prosessitasolle puolestaan sijoitetaan yleensä I/O, älykkäitä sensoreita ja toimilaitteita prosessiväylään yhdistettyinä. Ohjaustasojen väliset kommunikaatiot on kuvattu kuvassa 4.



Kuva 4. Ohjaustasojen väliset kommunikaatiot /1/.

Pystysuora kommunikaatio tapahtuu LN:ien välillä. Viesteissä on mukana tapahtumahetken aikaleima tapahtumien tarkkaa seuraamista varten ja tieto viestin laadusta. Standardi ei rajoita kommunikaatiota yksittäiseen kommunikaatioteknologiaan, mutta käytännössä käytössä on ISO 9506-standardin mukainen MMS-viestintäjärjestelmä /1/.

Huomattavana lisäyksenä vanhempiin kommunikaatiohierarkioihin on kuvan 4 kommunikaatorajapinta 8, jonka kautta laitetason samankaltaisella älykkyydellä varustetut laitteet voivat suoraan kommunikoida keskenään. Tähän vaakasuoraan kommunikaatioon käytetään pystysuorasta kommunikaatiosta riippumatonta, nopeaa, GOOSE viestintää. GOOSE käyttää julkaisija-/tilaajamenetelmää, mikä tarkoittaa, että jokaisen laitteen kohdalla päätetään mitkä tiedot miltäkin laitteelta otetaan vastaan. Tiedon perillesaapumisesta ei lähetetä varmistusta, mutta kommunikaatio on silti luotettavaa, sillä tilatietoa päivitetään jatkuvasti esim. 0,5 s välein, kunnes tila muuttuu, jolloin viestin ensimmäiseen toistoon kuluu 1 ms, toiseen 2 ms, kolmanteen 4 ms jne., kunnes toistoväli on taas 0,5 s. Tilatietojen siirtyminen GOOSElla on kuvattu kuvassa 5 /5/.



Kuva 5. Binääritilojen siirtyminen GOOSElla /5/.

Jotta sovellusfunktiot voivat käyttää GOOSEa, jokaisessa mukana olevassa laitteessa täytyy olla GOOSE-toiminto. Standardi ei kuitenkaan vaadi tätä laitevalmistajilta.

Standardi määrittelee XML-pohjaisen SCL-kielen, jota käytetään kuvaamaan IED:den asetteluja ja kommunikointijärjestelmiä. SCL mahdollistaa IED:den kuvausten yhdistämisen koko järjestelmän kuvaukseksi, vaikka järjestelmässä olisi mukana eri laitevalmistajien IED:itä /6/.

2.5 Erityiskohdat vesivoimaa varten

IEC 61850-standardi keskittyi aluksi sähköasemiin, mutta laajentui ajan myötä myös tuuli- ja vesivoimalaitoksille. Kuten loogista on, standardi toimii samalla lailla niin sähkölaitoksissa kuin vesivoimalaitoksissakin. Vesivoimalaitoksia varten tarvittiin lisäksi LN:t vain vesivoimalaitoksilta löytyviin asioihin. Kaikki H-ryhmän LN:t IEC 61850-7-410 painos 2.0:sta löytyvät taulukosta 2.

Taulukko 2. H-ryhmän LN:t /10/.

LN Class	Description
HBRG	Turbine – generator shaft bearing. This LN holds data pertaining to bearings, such as temperatures and lubrication oil flows.
HCOM	Combinator (3D-CAM or 2D-CAM), optimises the relation between net head, guide vanes and runner blades. It is used in power plants with Kaplan turbines with moveable runner blades. The combinatory function will also use the FCSD LN to hold the relation curves for different net heads.
HDAM	Hydropower dam. A logical node that is used to represent the physical aspects of the dam.
HDFL	Deflector control. This logical node represents the deflector control of a Pelton turbine
HDLS	Dam leakage supervision. Represents a device that will supervise and give alarm in case of dam leakage. The actual measurement can be based on water flow.
HEBR	Electrical brake. This logical node represents an electrical brake system of a turbine.
HGPI	Gate position indicator. A device that provides the position of a dam gate. The position is given either as an angular displacement in case of sector gates or as distance from fully closed position in case of straight gates. For aperture gates and valves where the position is given as percent of full opening, either the HVLV or the SPOS logical nodes are recommended.
HGOV	Governor control. A logical node that represents the overall control of a turbine governor and the various control modes.
HGTE	Dam gate. This LN is intended to hold information about the gate. It can also present a calculated water flow through the gate, in which case the FCSD LN shall be included in the same logical device, to provide the relations. Note that in this LN the position set-point is listed under <i>Controls</i> instead of <i>Settings</i> . The normal way of controlling a gate is to send a position set-point.
HITG	Intake gate. This LN can be used to represent intake gates. The gates will almost never be placed in any other position than fully closed or fully open. However to cater for step-wise or other controls, the gate is normally provided with a number of position switches.
HJCL	Power plant joint control function. In plants with more than one gate or several turbines, this LN will represent the joint control function that is used to supervise the total water flow or to maintain a constant water level. The LN shall be instantiated to provide one instance for each gate and each turbine to be supervised.
HLKG	Leakage supervision. This LN can be used to measure any leakage in the plant, it is more generic than HDLS
HVLV	Water level indicator. The LN represents the water level sensing device. The output is a distance including an offset from a base level (commonly the distance above sea).
HMBR	Mechanical brake for the generator shaft. This is a LN for the brake control. The brake is used for stopping the unit during shut-down and to hold the shaft still, once the unit is stopped.
HNDL	Needle control. A specialised LN that represents the control of needles in Pelton turbines.
HNHD	Net head data. A LN that can be used to present the calculated net head data (difference between upper and lower water levels) in a hydropower plant.
HOTP	Dam overtopping protection. A protection function that will act by opening one or more gates in case of a risk for overtopping the dam. The protection will sometimes include its own water measurement device; hence an optional measured value for water level.
HRES	Water reservoir. A logical node that is used to represent the logical function of a reservoir. If the content is to be calculated, the FCSD LN shall be used to provide the relation between water level and content.
HSEQ	Start / stop sequencer. A simple LN that only presents what the sequencer is doing (inactive – starting – stopping) and in case it is active, what step it is presently working on.
HSPD	Speed monitoring. This LN is normally located in a stand-alone logical device, separated from but monitoring the turbine governor. It will also act as a placeholder for various speed limits and set-points used by the start sequencer and other control functions.
HSST	Surge shaft or surge tank. A function that is used to mitigate pressure surges in the system.
HTGV	Guide vanes (wicket gate). This logical node represents the physical device of guide vanes in a hydropower turbine.
HTRB	Runner blades. This logical node represents the physical device of runner blades in e.g. a Kaplan turbine where the runner blades can be controlled.
HTRK	Trash rack, used to prevent floating debris getting into the turbine.
HTUR	Turbine. This logical node holds extended rating plate data for a turbine in a hydropower plant.
HUNT	Hydropower production unit. This LN represents the physical device of the turbine and generator combination in a hydropower plant. It is intended as an extended rating plate that allows temporary settings of data. It also acts as a placeholder for the current operating conditions of the unit.
HVLV	Valve. This logical node represents a large valve, e.g. a valve in a penstock, butterfly or ball type valve.
HWCL	Water control function. This LN will represent one physical device that can modify the water flow through the plant, either a gate or a turbine. In case of a plant with a joint control function, the HJCL LN will provide the flow set-point to be used by HWCL.

Moni H-ryhmän LN liittyy turbiiniin. Esimerkiksi HBRG sisältää turbiinin ja generaattorin väliseen akseliin liittyviä tietoja, kuten lämpötiloja ja voiteluöljyn virtausta. HEBR puolestaan kuvaa turbiinin sähköistä jarrutusjärjestelmää. HTUR taas kuvaa itse turbiinia. Se sisältää turbiinin arvokilven tiedot.

Myös patoon liittyviä LN:iä löytyy useampi. HDAM kuvaa padon fyysistä puolta. HDLS taas kuvaa laitetta, joka valvoo mahdollisia vuotoja padossa. HGPI puolestaan kuvaa padon portin asentoa, ja HGTE sisältää itse portin tiedot tai portin läpi virtaavan veden laskennallisen arvon.

Lisäksi H-ryhmään kuuluu muitakin LN:iä, kuten esimerkiksi HLVL, joka kuvaa vedenpintaa mittaavaa laitetta. HRES kuvaa vesialtaan loogisia funktioita. HVLV puolestaan kuvaa usein suurikokoista venttiiliä. /10/

3 LIITYNNÄT LAITTEISIIN

3.1 PLC

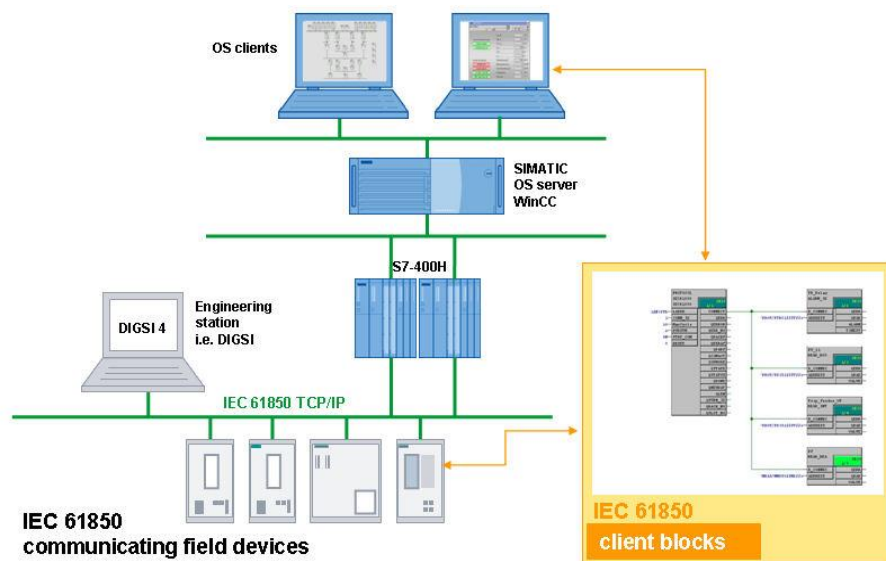
VEO käyttää pääasiassa kolmen valmistajan PLC-laitteita. Haluttiin selvittää, onko Siemensin, Allen-Bradleyn ja Modiconin laitteisiin saatavilla IEC 61850-standardin mukaista väylää.

3.1.1 Siemens

Siemens oli näistä valmistajista ainoa, joka itse tarjoaa ratkaisuja PLC:n liittämiseen IEC 61850-standardin mukaiseen väylään. Jostain syystä Siemens tarjoaa näitä vain vanhempiin laitteisiinsa; S7-300, S7-400 ja S7-400H. Minkäänlaista mainintaa standardin käytöstä, tai edes suunnitelmista sen käyttöön, uusilla S7-1200 ja S7-1500 –sarjan laitteilla ei löydy.

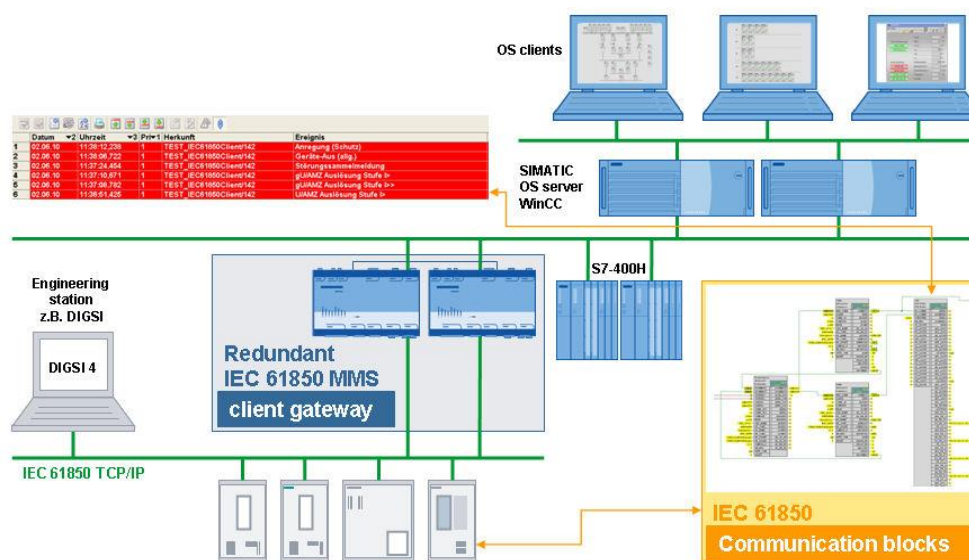
Pienempiin laitoksiin Siemens tarjoaa client ja server blockikirjastoja, joilla PLC voidaan yhdistää korkeintaan kahdeksaan laitteeseen. Suurempia laitoksia varten Siemensiltä löytyy yhdyskäytävä, jonka avulla voidaan liittyä 128:aan laitteeseen. Yhdyskäytävä ei toimi S7-300-laitteella, vaan vaatii käytettäväksi S7-400 tai S7-400H-laitteen.

Client blockikirjasto asettaa PLC:n IEC 61850-laitteiden yläpuolelle kuvan 6 mukaisesti. Kirjasto mahdollistaa täyden käsikäsityksen kaikkiin suojaus- ja säätölaitteiden aikaleimoilla varustettuihin tageihin. Siemens lupaa muista tekijöistä riippuen alle 1 sekunnin ohjelmakiertoa. Client-kirjastoa käytetään, kun halutaan siirtää tieto IEC 61850-laitteilta PLC:hen ja mahdollisesti siitä eteenpäin operaattorin työpisteelle. Tätä varten moduulit lähettävät tiedon HMI:hin sellaisessa muodossa, että ne voidaan suoraan visualisoida.



Kuva 6. PLC:n sijainti hierarkiassa client blokkeja käytettäessä /7/.

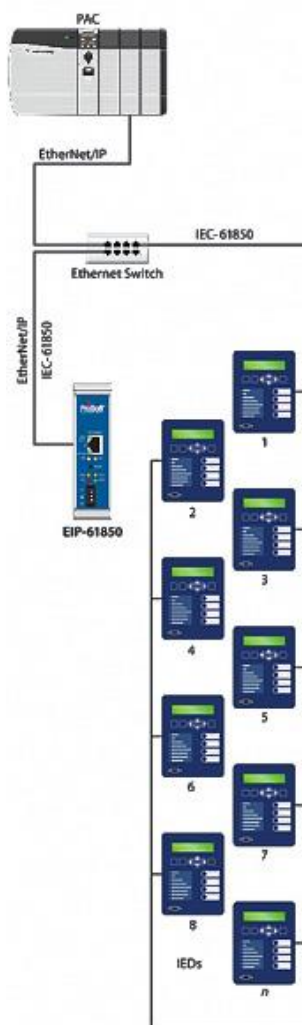
Server blockikirjasto puolestaan muuttaa PLC:n IEC 61850-laitteeksi. Tätä käytetään, kun halutaan siirtää tietoa PLC:ltä IEC 61850-kommunikaatiojärjestelmään kuvan 7 mukaisesti.



Kuva 8. PLC:n ja yhdyskäytävän sijainti hierarkiassa /7/.

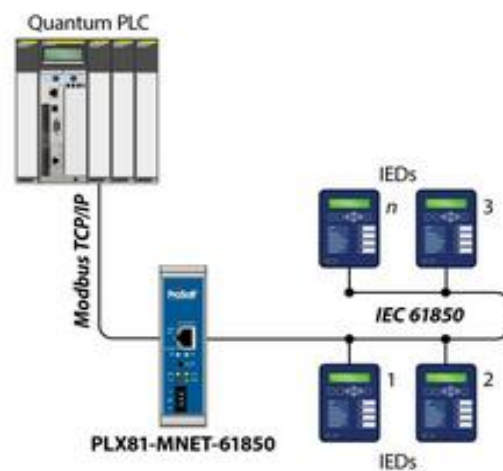
3.1.2 Allen-Bradley ja Modicon

Allen-Bradley ja Modicon eivät itse tarjoa ratkaisua omien PLC-laitteidensa liittämiseen IEC 61850 mukaiseen väylään. Prosoft tarjoaa Allen-Bradleyn PAC:eihin ja Modiconin Quantum PLC:hen yhdyskäytäviä, joiden avulla saadaan aikaan yhteys IEC 61850 väylässä oleviin laitteisiin. Periaatekuvat kummankin PLC:n liittymästä näkyvät kuvissa 9 ja 10.



Kuva 9. Allen-Bradleyn PAC väylässä yhdyskäytävän avulla /8/.

Allen-Bradleyn PAC:n kanssa käytettävä Ethernet/IP – IEC 61850–yhdyskäytävä rajoittaa väylään liitettävien IED:den määrän 20:een. Tätä yhdyskäytävää testattiin VEolla ja huomattiin, että kun PLC ei itsessään tue IEC 61850-standardia, kaikki tagit jouduttiin itse ristikytkemään PLC:llä. Tämä, ja oikeastaan jo se, että yhdyskäytävää käytetään, heikentää standardin tuomaa hyötyä.

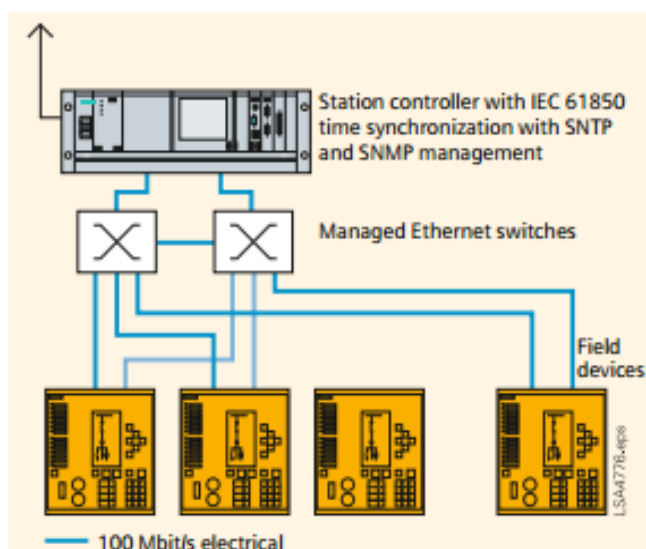


Kuva 10. Modiconin Quantum PLC väylässä yhdyskäytävän avulla /8/.

Quantum PLC:n kanssa käytettävä Modbus TCP/IP – IEC 61850–yhdyskäytävä puolestaan sallii 45:n IED:n liittämisen väylään /8/.

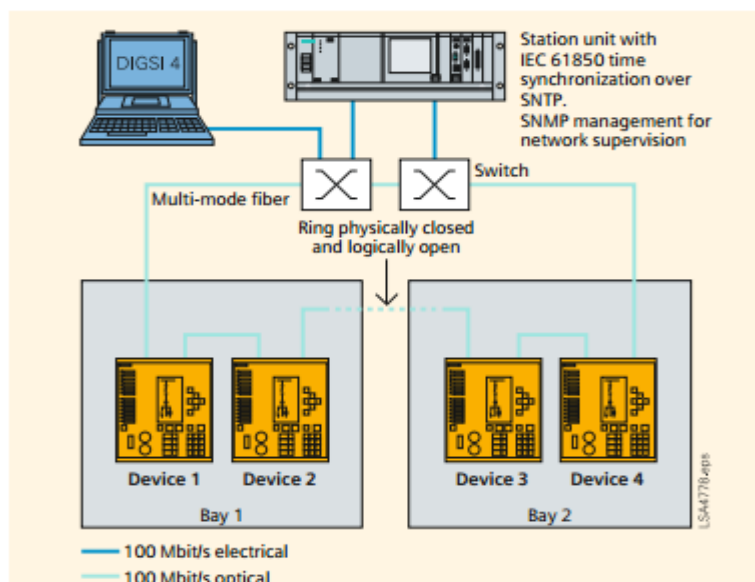
3.2 Suojareleet

Toisin kuin PLC:t, suojareleet on lähes aina tehty tukemaan IEC 61850-standardia, jolloin ne saadaan suoraan liitettyä tämän standardin mukaiseen väylään. Suojareleet liitetään väylään pääasiassa tähtimäisesti ethernet-kytkimien avulla. Tähtiverkko voidaan myös kahdentaa kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11. Suojareleet tähtimaisesti väylässä kahdennettuna /5/.

Relevalmistajilta löytyy myös ratkaisuja suojareleiden liittämistä väylään rengasmaisesti. Esim. Siemensin SIPROTEC-sarjan suojareleisiin on saatavilla optinen IEC 61850-kortti, joka mahdollistaa suojareleiden kytkennän rengasmaiseen verkkoon valokuidulla esim. kuvan 12 mukaisesti /5/.

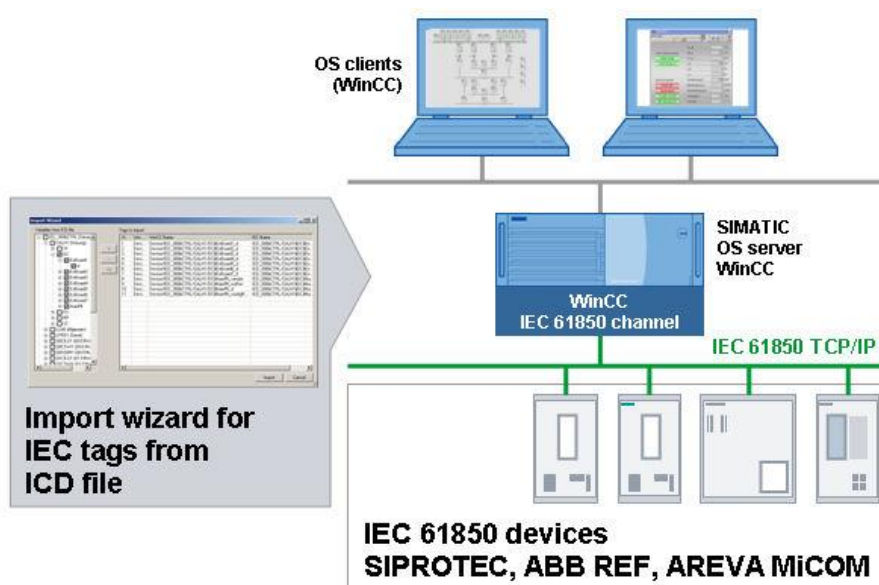


Kuva 12. SIPROTEC-suojareleet renkaassa valokuidulla /5/.

Toimiakseen suojarieleet täytyy ensin konfiguroida laitevalmistajien omilla työkaluilla. Näillä luodaan myös ICD-tiedostot, jotka sitten siirretään järjestelmän konfigurointityökaluun. Niistä kasataan SCD-tiedosto, joka siirretään takaisin laitevalmistajien työkaluihin. Nämä poimivat laitteelle sen tarvitsemat asetukset. Ainoastaan SCL:n mukaiset tiedostot prosessoidaan ilman virheitä /6/.

3.3 HMI

Siemens tarjoaa kaksi ratkaisua datan visualisointiin ohjaus- ja monitorointijärjestelmissä. Ensimmäinen on kuvan 13 mukainen WinCC IEC 61850-kanava, jonka kautta tieto siirretään IED:iltä operaattorin työpisteelle.



Kuva 13. WinCC IEC 61850-kanava /7/.

IEC 61850 tagit voidaan siirtää suoraan laitteilta tai ICD-tiedostoilta wizardin avulla. Kanavan kautta voidaan siirtää tietoa 256:lta eri laitteelta. Se myös tukee puskuroitua raportointia, mikä tarkoittaa alkuperäisten aikaleimojen säilymistä.

Siemensin toinen ratkaisu on IEC 61850 Client-kirjasto, jolla tagit saadaan siirrettyä omaan windows-pohjaiseen ohjelmaan ilman lisälaitteita. Tämä tukee myös 256 laitetta. Muilta valmistajilta IEC 61850-standardia käyttäviä

käyttöliittymiä ei löytynyt, joten näissä tapauksissa tagit joudutaan edelleen viemään PLC:n kautta /7/.

3.4 Magnetointijärjestelmät ja turbiinisäätimet

Standardin vesivoimaa käsittelevän osan IEC 61850-7-410 ollessa suhteellisen uusi, vesivoimalaitoksille ominaisten laitteiden valmistajilla ei ole ollut niin paljon aikaa kehittää laitteitaan standardin mukaisiksi kuin esimerkiksi suojarleiden valmistajilla. Olikin oleellista selvittää, ovatko kyseisten laitteiden valmistajat lähteneet mukaan IEC 61850-standardin käyttöön vesivoimalaitoksilla.

Erityisesti haluttiin tietää, onko VEOn jo valmiiksi käyttämiin magnetointijärjestelmiin ja turbiinisäätimeen saatavilla standardin mukaista väylää. Näistä magnetointijärjestelmistä, ABB:n Unitrol 1020 ja Baslerin DECS-250, ei löytynyt mitään tietoa IEC 6185-standardiin liittyen, joten oletus on, ettei näille laitteille ole saatavilla kyseistä väylää. Myöskään VEOn käyttämiin Hymareg-turbiinisäätimiin ei valmistajan verkkosivuilta löydy väylän saatavuudesta mitään mainintaa.

Vaikkei magnetointijärjestelmiä ja turbiinisäätimiä ollakaan vielä suurella innolla valmistettu IEC 61850-standardia tukeviksi, niitä on silti olemassa. Esim. ABB:n Unitrol 6000:lle luvataan valmius standardille. VOITH taas valmistaa HyCon-turbiinisäädintä, jolle myös luvataan tuki IEC 61850-standardille /9/.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyö selvittää kaikki tilaajan vaatimat asiat, vaikka kovin usein vastaus olikin yksinkertaisesti, että ei ole. Standardin selvityksessä ei menty tarpeettoman syvälle standardin joka osaan, sillä osa niistä käsitteli lähinnä laitevalmistajia kiinnostavia asioita. Esimerkiksi IEC 61850-3 sisälsi laitteiden laatuvaatimuksia.

IEC 61850-standardi on tehty toimimaan myös mahdollisilla tulevaisuuden kommunikaatiomenetelmillä, mikä tarkoittaa, että standardin käyttö todennäköisesti vain yleistyy. Tästä syystä sen käyttö vaikuttaa hyvältä idealta. Toisaalta taas laitteiden liittäminen standardin mukaiseen väylään onnistuu hieman vaihtelevasti; Suojareleet on lähes aina suunniteltu käyttämään tätä standardia, kun taas PLC:t, magnetointijärjestelmät ja turbiiniohjaimet saadaan liitettyä IEC 61850-standardin mukaiseen väylään lähinnä yhdyskäytävillä, jos ollenkaan. Poikkeuksena Siemensin PLC, joka saatiin pienissä projekteissa liitettyä väylään ohjelmallisesti.

Suojareleiden kohdalla usein jopa vaaditaan tämän standardin käyttöä, joten standardin mukainen väylä tulee vesivoimalaitokselle todennäköisesti käyttöön kaikesta muusta huolimatta. Väylän laajentaminen suojareleiden ulkopuolelle on teknisesti mahdollista. Sen käytön kannattavuus onkin riippuvainen siitä, nopeuttaako standardin käyttö suunnittelua, rakentamista ja käyttöönottoa luvastusti.

LÄHTEET

- /1/ IEC 61850-1. Communication networks and systems in substations – Part 1: Introduction and overview
- /2/ IEC 61850-5. Communication networks and systems in substations – Part 5: Communication requirements for functions and device models
- /3/ IEC 61850-7-1. Communication networks and systems For power utility automation – Part 7-1: Basic communication structure – Principles and models
- /4/ Proudfoot D. 2002. UCA and 61850 for dummies. Siemens Power Transmission and Distribution. Viitattu 25.3.2015.
<http://www.nettedautomation.com/download/UCA%20and%2061850%20for%20dummies%20V12.pdf>
- /5/ Efficient Energy Automation with the IEC 61850 Standard Application Examples. Siemens. Viitattu 31.3.2015.
http://www.energy.siemens.com/mx/pool/hq/energy-topics/standards/iec-61850/Application_examples_en.pdf
- /6/ IEC 61850-6. Communication networks and systems for power utility automation – Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs
- /7/ IEC 61850 meets SIMATIC. Siemens. Viitattu 4.2.2015
http://www.industry.siemens.com/services/global/en/it4industry/products/simatic_add_ons/iec-meets-simatic/pages/default.aspx
- /8/ EtherNet/IP Server to IEC-61850 Intelligent Gateway. ProSoft. Viitattu 10.2.2015. <http://www.prosoft-technology.com/Products/Gateways/EtherNet-IP/EtherNet-IP-Server-to-IEC-61850-Intelligent-Gateway>
- /9/ Knapp W & Zimmerli W. IEC 61850 for UNITROL and SYNCHRO-TACT used in power generation. Viitattu 9.4.2015.
[http://www09.abb.com/global/scot/scot232.nsf/veritydisplay/969e62bc8f24798bc1257ba20033f786/\\$file/UNITROL%20newsletter_66.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot232.nsf/veritydisplay/969e62bc8f24798bc1257ba20033f786/$file/UNITROL%20newsletter_66.pdf)
- /10/ IEC 61850-7-410. Basic communication structure – Hydroelectric power plants – Communication for monitoring and control