

Lauri Muikkula

RELESUOJAUKSEN OPETUSLAITTEISTON KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2014

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Huhtikuu 2014	Tekijä/tekijät Lauri Muikkula
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi RELESUOJAUKSEN OPETUSLAITTEISTON KEHITTÄMINEN		
Työn ohjaaja Jari Halme	Sivumäärä 31+26	
Työelämäohjaaja Hannu Puomio		
<p>Tämä työ käsitteli sähköverkon relesuojaustekniikan havainnointilaitteiston suunnittelun ja toteutuksen sähkövoimatekniikan laboratorioon. Tekstissä käsitellään työssä käytetyt tuotteet sekä ohjelmistot ja niiden käyttö. Työn liitteenä laitteiston yksinkertaiset käyttöohjeet.</p>		

Asiasanat DMS 600, MicroSCADA Pro, PCM600, REF615

ABSTRACT

Unit Centria university of applied sciences	Date April 2014	Author/s Lauri Muikkula
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis Power system protection exercise equipment		
Instructor Jari Halme		Pages 31+26
Supervisor Hannu Puomio		
<p>This thesis covered the design and execution of relay protection demonstration equipment in an electric power engineering laboratory. The text addresses all the equipment and software used in this study as well as their use. As an appendix there are simple manuals for the equipment and software used.</p>		

Key words DMS 600, MicroSCADA Pro, PCM600, REF615

Käsitteet

AutoCAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma
CSV	Comma-Separated Values, tiedostomuoto jolla tallennetaan yksinkertaista taulukkomuotoista tietoa tekstitiedostoon
Demo	Ohjelmiston ilmainen kokeiluversio
DMS 600	Distribution Management System, ABB:n käytöntukijärjestelmä
DNP3	Distributed Network Protocol, jaetun verkkoyhteyden protokolla
Excel	Microsoftin taulukko-ohjelma
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Event, IEC 61850 – standardin määrittelemä kommunikaatioprotokolla
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
IED	Intelligent Electronic Device, Älykäs sähköverkon suojalaite
Modbus	Modiconin julkaisema sarjaliikenneprotokolla
PCM600	ABB:n IED laitteiden hallintaohjelma
REF615	ABB:n RELION –sarjan suojarele
RELION	ABB:n tuoteperhe joka sisältää suojareleitä
SCADA	Supervision Control and Data Acquisition, yleisnimitys kaukokäyttöjärjestelmille
MicroSCADA Pro	ABB:n käytönvalvontajärjestelmä
VA	Volttiampeeri
XRIO	Extended RIO, formaatti johon releen asetukset voidaan tietokoneelle tallentaa

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEET
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 ABB-YHTYMÄ	2
3 LÄHTÖKOHDAT	4
4 LAITTEISTON ESITTELY	9
4.1 PCM600	9
4.2 REF615 suoja-alue	10
4.3 MicroSCADA Pro	13
4.4 DMS600	14
5 LAITTEISTON RAKENNUS JA OHJELMOINTI	16
5.1 Laitteiston rakennus	17
5.2 PCM600 ohjelman hankinta ja asennus	21
5.3 PCM600 -konfigurointi	22
5.4 MicroSCADA Pro & DMS 600 asennus	24
6 VAIHTOEHTOISIA OPETUSLAITTEISTON RAKENTEITA	26
7 LOPUKSI	29
LÄHTEET	31
LIITTEET	

KUVIOT

KUVIO 1.	REF615 suojareleen moduulit suojareleen takana. (ABB Oy 2010, Feeder Protection and Control REF615 Ver. 2.0, 25.)	5
KUVIO 2.	Kuva laitteiston päävirtapiiristä (Männikkö 2011).	6
KUVIO 3.	Kuva laitteiston ohjausvirtapiiristä (Männikkö 2011).	7
KUVIO 4.	Kuva laitteiston tasavirtapiiristä (Männikkö 2011).	8
KUVIO 5.	PCM600 yhdistettynä paikallisesti sekä etäohjaukseen IED:ille. (ABB Oy 2013, PCM600 v.2.5 Product guide, 3.)	10
KUVIO 6.	REF615 suojarele Centria ammattikorkeakoulun sähkövoimatekniikan laboratoriossa.	12
KUVIO 7.	Esimerkki MicroSCADA:a käyttävästä kokonaisuudesta. (ABB Oy 2013, MicroSKADA Pro for substation automation, 4.)	14
KUVIO 8.	DMS 600 näkymä demolaitteistossa.	15
KUVIO 9.	Esimerkki kokonaisuudesta, jollaista laitteistolla havainnoidaan. (ABB Oy 2013, REF615 production guide, 15.)	16
KUVIO 10.	Kannettavan tietokoneen liitäntöille sekä jäähdytykselle jätetty reikä.	18
KUVIO 11.	Tietokoneen oikealle puolell USB-portteja varten tehty reikä.	18
KUVIO 12.	Teline kannettavalle tietokoneelle relekaapin kylkeä vasten lukittuna.	19
KUVIO 13.	Kannettavan tietokoneen teline avattuna käyttöä varten.	19
KUVIO 14.	Sähkökojeiston sisältöä.	20
KUVIO 15.	PCM600-ohjelmiston ja releen kommunikaatioasetukset.	22
KUVIO 16.	PCM600-ohjelmiston käyttöliittymä laboratorion tietokoneella.	24
KUVIO 17.	MicroSCADA Pro sekä DMS 600 ohjelmat vierekkäin sähkölaboratorion tietokoneella.	25
KUVIO 18.	Kuvasta nähdään että Alstom-yhtymän laitteistolla ja ohjelmistoilla voidaan luoda hyvin samankaltainen kokonaisuus kuin ABB-yhtymän tuotteilla. (ASAT Solutions 2013)	27
KUVIO 19.	Kuvassa ABB-yhtymän, Siemens-yhtymän sekä MICOM-yhtymän suojareleet vasemmalta oikealle. (STRI 2014)	28

1 JOHDANTO

Tässä työssä tarkastellaan REF615 Relion -sarjan suojaletta ja sen hallintaohjelmaa PCM600. Ohjelmaa käyttäen releelle luodaan konfiguroinnin kaukokäyttö. Työssä käsitellään myös ABB:n muita kaukokäyttöohjelmia kuten MicroSCADA Pro ja DMS 600. Centria ammattikorkeakoulun Ylivieskan yksikölle oli aiemmin saatu lahjoituksena ABB:lta REF615 suojalet. Suojaleten lähikäytön oli toteuttanut Jari Männikkö omana opinnäytetyönään vuonna 2011. Jari oli myös rakentanut suojaleten käyttölaitteiston vapaana olleeseen sähkökojeistoon.

Tämän opinnäytetyön tehtävinä oli valita sopiva laitteisto jolla konfiguroinnin kaukokäyttö voitiin toteuttaa, asentaa laitteisto kiinteästi sähkökaappiin ja asentaa ohjelmisto jolla kaukokäyttöä ja sen toimintoja voidaan esitellä. REF615 -suojalet on nykyaikainen sähköasemien ja energiateollisuuden laitteistojen suojaukseen käytettävä IED. Laitteistoa ei ollut saatu asennettua vielä niin pitkälle että sillä olisi vielä voitu demonstroida kovinkaan paljon, vain ylivirta- sekä maasulkutilanne. Tämän työn tarkoituksena oli saada rele vihdoin opetuskäyttöön vanhan relesuojausjärjestelmän avuksi. Tämä oli tärkeää siksi, ettei vanhemman laitteiston kaltaisia laitteistoja enää asenneta, joten opetuskäytössäkin tulisi ottaa käyttöön uusi suojalet.

Laitteistolle täytyi myös tehdä yksinkertaiset ohjeet siitä, miten niitä käytetään jotta laitteistoa osataan demonstroida oppilaille. Ohjeet ovat tämän päättöyön liitteenä.

Kaikki tekstissä esiintyvät englanninkieliset sanat on selitetty Käsitteet–osiossa perusmuodossaan aakkosjärjestyksessä ennen sisällystä.

2 ABB-YHTYMÄ

En tehnyt opinnäytetyötäni ABB-yhtymän tiloihin, mutta halusin silti esitellä ABB-yhtymää. Esitelmöinnin päätin suorittaa siitä syystä, että opinnäytetyössäni käsitellään ABB-yhtymän eri tuotteita ja ohjelmia sekä niiden yhteiskäyttöä.

ABB-yhtymä on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. ABB:n pääkonttori sijaitsee Sveitsissä ja ABB työllistää maailmanlaajuisesti noin 150 000 henkilöä 100 maassa. ABB:n liiketoiminta koostuu viidestä divisioonasta, jotka taas jakautuvat teollisuudenalojen mukaan asiakassegmentteihin.

ABB perustettiin 5. tammikuuta 1988, kun ruotsalaisen Asean sekä sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekniset liiketoiminnot sulautettiin 50:50-omistusperiaatteella. Yhtiön historia kuitenkin ylittää 120 vuoden päähän. ABB:lla on nykyään seitsemän tutkimuskeskusta ympäri maailman ja panostus tuotekehitykseen on jatkunut kaikissa markkinaolosuhteissa. Tämä erityisesti on ajanut ABB:n menestystä.

Innovaatioiden myötä ABB on kehittänyt tai kaupallistanut monia nyky-yhteiskunnan pohjana toimivia tekniikoita. Nykyään ABB on maailman johtava teollisuuden moottorien ja taajuusmuuttajien, tuuliturbiinigeneraattoreiden sekä sähköverkkojen toimittaja.

Strömberg edustaa suomalaisia, paikallisia juuria, joihin ABB:n kasvu ja teknologinen voima perustuu. ABB toimii Suomessa yli 30 paikkakunnalla ja työllistää noin 6 600 henkilöä. Suomessa ABB on yksi suurimmista teollisista työnantajista. Tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. ABB on myös Suomen suurin teollisuuden kunnossapitäjä.

Helsingin Pitäjämäellä ABB:n toiminta on keskittynyt moottoreihin, generaattoreihin, taajuusmuuttajiin, energianhallintajärjestelmiin, linjakäyttöihin, sähköistys-, ja instrumentointiratkaisuihin, tehdastietojärjestelmiin ja kunnossapitopalveluihin. Helsingin Vuosaarella on keskitytty sähköistys- ja automaatoratkaisuissa meriteollisuuteen ja Azipod® -ruoripotkurijärjestelmissä.

Vaasassa ABB:n tuotantoon kuuluvat moottorit, erikoismuuntajat, kytkintuotteet, releet, sähkönverkon ohjaus, valvonta ja automaatio, sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät, energianhallinta-, linjakäyttö-, sähköistys-, ja instrumentointiratkaisut sekä tehdastietojärjestelmät.

Porvoon tehdas on keskittynyt sähköasennustuotteisiin.

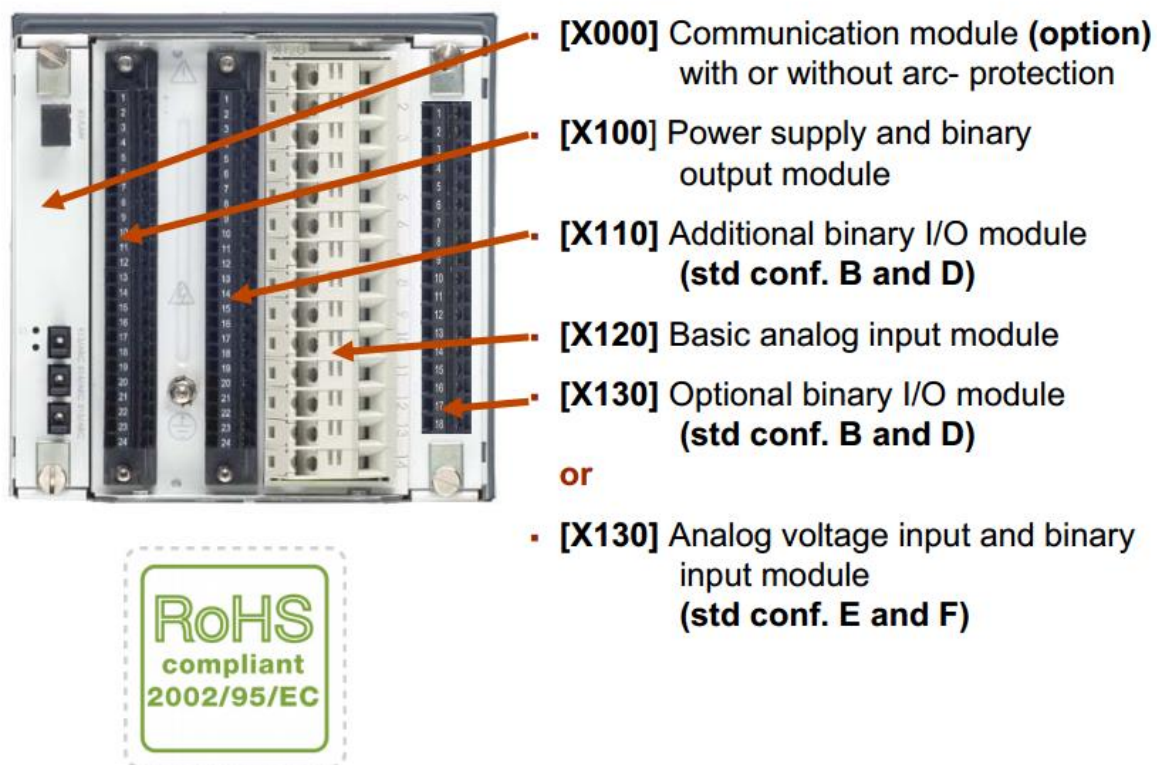
Suomen ABB:n liikevaihto on noin 2,3 miljardia euroa ja tuotekehitykseen käytetään vuosittain noin 184 miljoonaa euroa.

Suomessa ABB on kehittänyt maailmanlaajuisesti merkittäviä tuotteita ja teknologioita, kuten suojareleen, jota tämäkin opinnäytetyö koskee. Suojareleiden tuotekehitys alkoi Suomessa vuonna 1965. Muita Suomessa kehitettyjä tuotteita ja teknologioita ovat muun muassa taajuusmuuttaja vuodelta 1969 ja käytönvalvontajärjestelmä, jonka kehitys alkoi vuonna 1982. (ABB Oy, ABB lyhyesti)

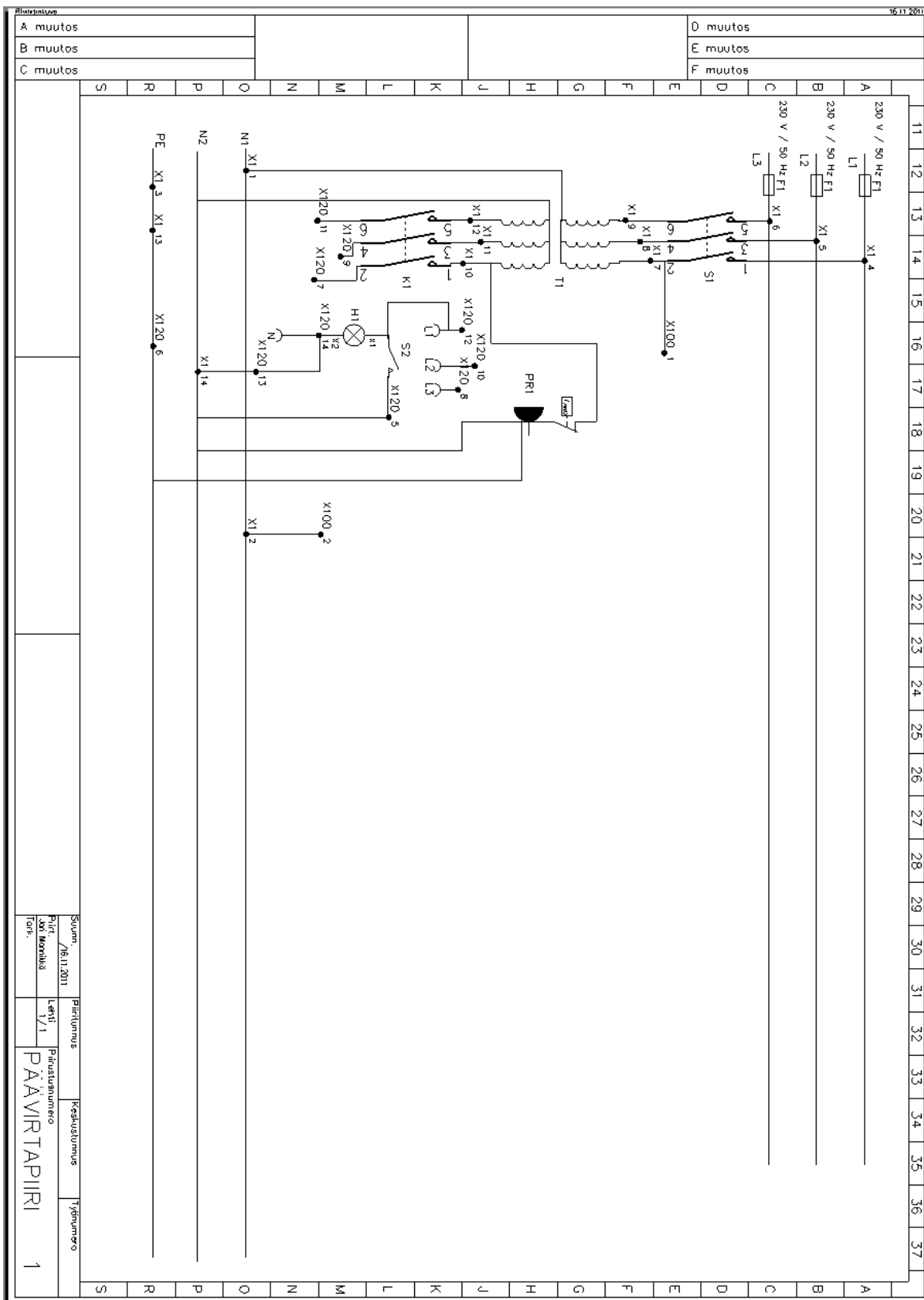
3 LÄHTÖKOHDAT

Jari Männikkö oli luonut omana opinnäytetyönään vuonna 2011 Ylivieskan Centria ammattikorkeakoulun sähkövoimalaboratorioon relesuojauksen opetuslaitteiston. Suojareleenä Jari oli käyttänyt ABB:lta lahjoituksena saatua RELION-tuoteperheen REF615 suojarelettä. Jari oli aloittanut työnsä käytännössä tyhjästä. Kojeistolle oli täytynyt suunnitella kotelo, joksi valikoitui vapaana ollut sähkökaappi. Tämän lisäksi sähkökaappi täytyi varustaa havainnointia edellyttävillä laitteilla. Sähkökaapin oveen asennettiin banaaniliittimet vaunuvastusta varten, pistorasia vaunuvastuksen tuuletinta varten, maasulkupainike sekä reikä suojareleelle. Kaapin sisään asennettiin 2 500 VA suojaerotusmuuntaja jotta laitteisto saadaan erotettua sähköverkosta. Koska laitteistolla havainnoidaan suojareleen toimintaa ylivirta- ja maasulkutilanteissa, syntyisi sähköverkkoon kyseisten toimintojen johdosta liian suuria häiriöitä ilman suojaerotusmuuntajaa. Laitteisto täytyi vielä kaapeloida ja suojata, joten sähkökaappiin täytyi asentaa riviliittimiä, releitä ja ylivirtasuojia (KUVIO 14.).

Laitteistolla tässä vaiheessa oli mahdollista havainnollistaa ylivirtatilanne sekä maasulkutilanne. Laitteistoon liittyvät moduulikuvio (KUVIO 1) sekä piirikaaviot (KUVIO 2...4). Suojareleen kytkentöjä voi tarkastella vertailemalla piirikaavioita moduulikuvioon. Laitteiston toimintaa havainnollistettaessa sähköjohdon kuormaa kuvataan kolmivaiheisella säädettävällä kuormitusvastuksella, joka liitetään sähkökaapin kylkeen asennettuihin banaaniliittimiin. Maasulun havainnollistaminen tapahtuu painikkeella mikä on sähkökaapin ovesa. Sähkökaapin sisällä painike oikosulkee yhden vaiheen maahan. Kaikki suojareleen ohjelmistoon tehdyt muutokset Jari teki käsin suoraan suojareleen omaa näyttöä ja painikkeita käyttäen.



KUVIO 1. REF615 suojareleen moduulit suojareleen takana. Vasemmalta alkaen kommunikaatiomoduuili X000, virtalähde sekä binäärimoduuli X100, lisäbinäärimoduuli X110, analogiamoduuli X120 sekä binäärimoduuli X130. (ABB Oy 2010, Feeder Protection and Control REF615 Ver. 2.0, 25.)



KUVIO 2. Kuva laitteiston päävirtapiiristä (Männikkö 2011).

4 LAITTEISTON ESITTELY

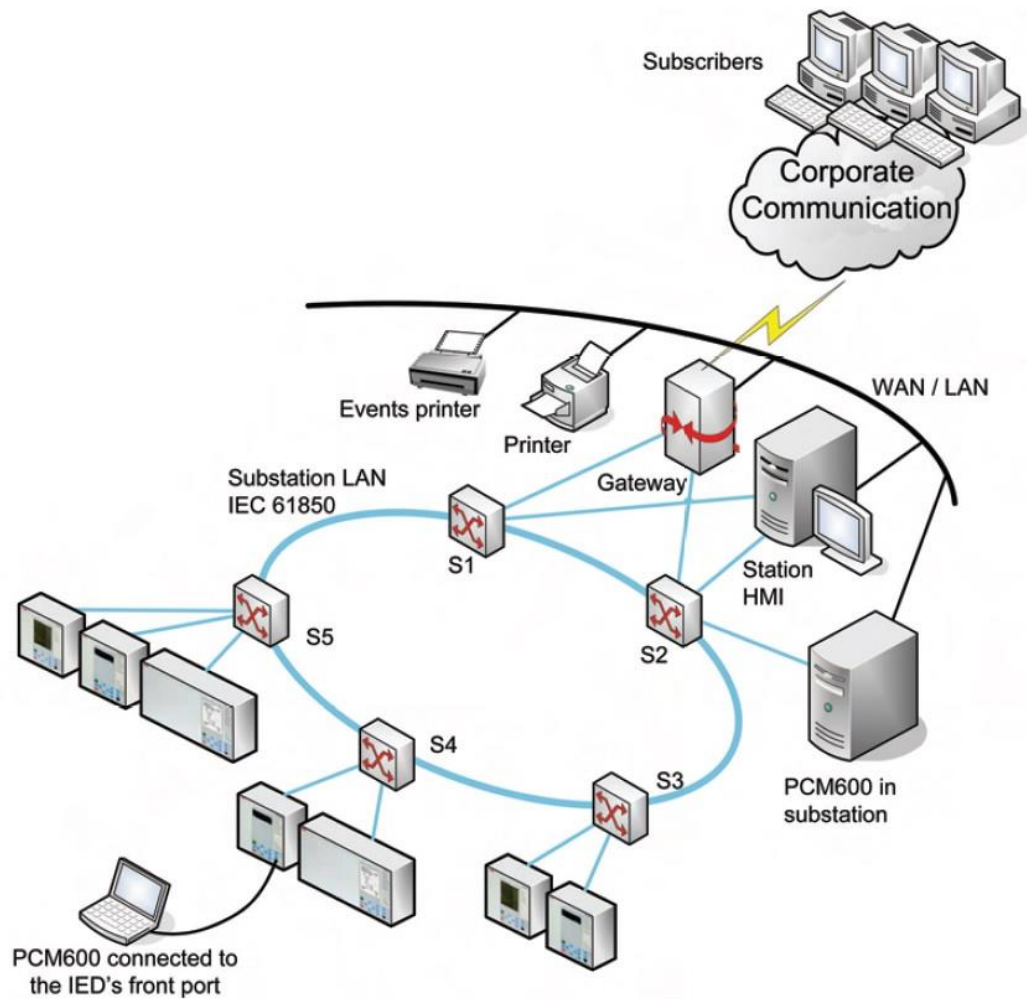
Opinnäytetyössäni loin kokonaisuuden, jolla voidaan havainnollistaa laajasti sähköjakeluverkon suojausta ja käyttöä. Vaikka laitteisto on suppea, yritin saada sen parhaat puolet näkyviin ja rakentaa mahdollisimman selventävän kokonaisuuden. Työssäni käytin ABB:n REF615 suojalettiä jonka Jari Männikkö oli jo aiemmin opinnäytetyössään asentanut käyttökuntoon, kannettavaa tietokonetta johon asensin ABB:n PCM600 IED:n hallintaohjelmiston sekä MikroSCADA Pro ja DMS 600 ohjelmien demot.

Käytetyillä laitteilla ja ohjelmilla saatiin luotua kokonaisuus, joka kuvaa sähköaseman suojausta, sen konfigurointia, vianlukua sekä kuittausta ja valvomopäätteen näkymä, jolla voidaan releiden koskettimia ohjata haluttuihin asentoihin vaikuttaen näin sähköjakeluun.

4.1 PCM600

PCM600 on ABB:n oma hallintaohjelmisto IED:n (Intelligent Electronic Device) ohjelmointiin ja hallintaan. Ohjelmalla voidaan hallita Relion -perheen suojalaitteita kaikilla jänniteasteilla, joten sillä voidaan luoda hyvinkin suurien kokonaisuuksien hallinta. (KUVIO 5.) PCM600 kykenee lukemaan IED:ltä parametrejä sekä mittaustuloksia ja kirjoittamaan parametrejä IED:lle. Ohjelmisto antaa myös mahdollisuuden tallentaa IED:n ohjelmoinnin tietokoneelle varmuuskopiointia varten. Tietokoneelle tallennetun ohjelman voi myös kirjoittaa muille laitteille. Parametrit voidaan myös tallentaa esim. XRIO-formaattiin tai CSV-formaattiin erilaisiin käyttötarkoituksiin.

PCM600-ohjelmisto pitää sisällään myös muita ominaisuuksia pelkkien parametrien hallinnan ohella. Ohjelmalla voidaan luoda esimerkiksi piirikaavio IED:n toiminnasta IED:n näytölle ja kahden IED:n ohjelman vertailu, jolloin PCM600 kertoo konfiguraatioiden erot. Käytössä olevalta IED:ltä voidaan myös lukea vika- sekä hälytyslokit.



KUVIO 5. PCM600 yhdistettynä paikallisesti sekä etäohjaukseen IED:ille. Kuvan alareunassa näkyvä tietokone on suoraan yhteydessä IED laitteeseen, kun taas siniset yhteydet kuvaavat IEC 61850–standardin yhteyksiä IED laitteiden ja valvomolaitteiden välillä. Ylimpänä on tilaajien yhteys valvomolaitteisiin. (ABB Oy 2013, PCM600 v.2.5 Product guide, 3.)

PCM600:lle voidaan myös luoda useampia käyttäjätunnuksia ja jokaiselle niistä voidaan muokata omanlaisensa käyttöoikeudet. Ohjelmassa on valmiiksi 3 erilaista tunnusta, järjestelmäinsinööri (System Engineer) joka toimii ohjelmiston pääkäyttäjänä, ohjelmistoinsinööri (Application Engineer) jolla on oikeus suurimpaan osaan toiminnoista sekä käytönvalvoja (Operator) jolla on oikeus vain yksinkertaisiin toimintoihin. Järjestelmäinsinööri-käyttäjätunnuksilla voidaan luoda lisää käyttäjätunnuksia ja määritellä niiden käyttöoikeuksia. Käyttäjaoikeudet voidaan määritellä vastaamaan Windows käyttöjärjestelmän käyttäjää, jolloin

tietyllä käyttäjätunnuksella tietokoneelle kirjautuessa saa käyttöön sitä tunnusta vastaavat oikeudet PCM600-ohjelmaan.

4.2 REF615 suojariele

REF615 on yksi ABB:n Relion tuoteperheen suojarieleistä, jota käytetään yleisesti sähköjakeluverkon automaation yhteydessä. Sähköjakeluverkon automaatiolla tarkoitetaan sähkö- tai teollisuuslaitoksen kaikkien toisilaitteiden integroimista yhdeksi kokonaisjärjestelmäksi joka on vastuussa kaikista sähköjakelun valvonta, suojaus- ja ohjaustarpeista. Tässä päättötyössä käsitellään kuitenkin vain REF615 (KUVIO 6.) suojarielettä joka yksinään ei vielä toteuta integroitua kokonaisuutta, vaan on yksi tärkeä integroidun suojaus- ja valvontalaitteiston osa. REF615 suojariele on IED (Intelligent Electronic Device) joka on suunniteltu sähköasemien sekä teollisuuden energiantuotannon laitteiston ja verkon suojaukseen, ohjaukseen, mittaukseen ja valvontaan. 615 -sarjan IED:t ovat tyypillisesti pienikokoisia ja helposti vaihdettavissa. REF615 kuten muutkin Relion -tuoteperheen suojarieleet käyttävät standardin IEC 61850 kommunikointia. Relettä voidaan käyttää sähköjakeluverkon suojarilaitteena, mutta myös erillisten, itsenäisten kokoonpanojen suojaukseen. 615 -sarjan IED:t tukevat IEC 61850 -standardia, GOOSE kommunikointia, IEC 60870-5-103 standardia, Modbus väylää sekä DNP3 (Distributed Network Protocol) protokollaa. (ABB 2013 REF615 Production guide,)

REF615 -suojarieleessä on valtava määrä toimintoja. Relettä voi käyttää esimerkiksi suojaamaan kohdetta ylivirralla, maasululta, yli- tai alijännitteeltä, kytkinvialta tai valokaarelta. Suojarieleellä voidaan tehdä mittauksia virran suhteen yksittäisestä vaiheesta. Tämän lisäksi voidaan mitata nollavirta, vaihejännite, pääjännite, nollajännite sekä teho 1-vaiheisena sekä 3-vaiheisena. Suojarieleellä voidaan myös arvioida vikapaikka resistanssin mittaukseen perusteella sekä jännitteen laatua.

Relion -tuoteperheen tuotteille voidaan tehdä erittäin tarkka ohjelmointi, jossa voidaan määrittellä muun muassa, kuinka kauan vian annetaan olla päällä ennen

releen laukeamista, kuinka pitkä viive on pikajälleenkytkennän odotuksessa sekä kuinka pitkä on aikajälleenkytkennän viive.



KUVIO 6. REF615 suojarеле Centria ammattikorkeakoulun sähkövoimatekniikan laboratoriossa.

4.3 MicroSCADA Pro

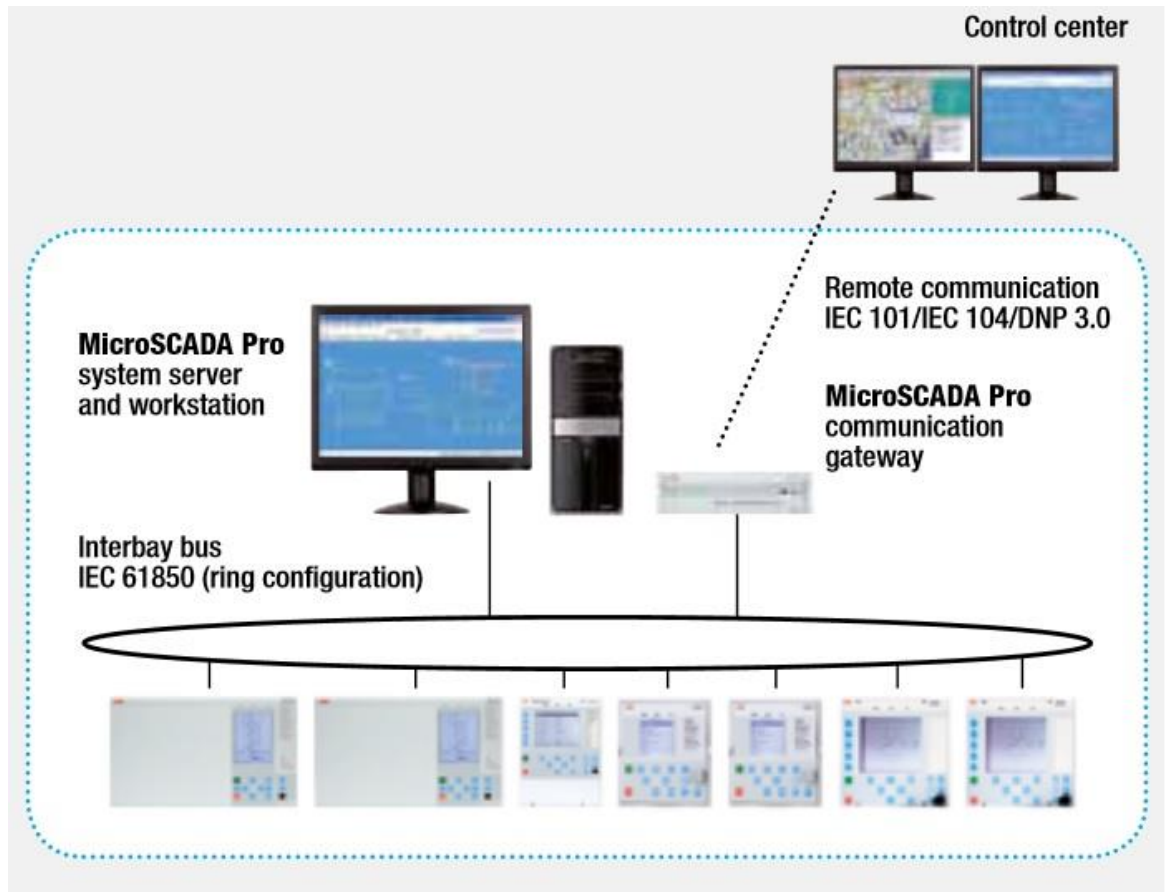
MicroSCADA Pro on kaukokäytön käyttöliittymä jolla voidaan reaaliaikaisesti monitoroida ja ohjata sähköjakeluasemien pää- ja toisilaitteita graafisen näkymän avulla. MicroSCADA Pro -ohjelmalla saadaan selvä yleiskuva prosessista tai sen osasta kun toiminnot on kerätty yhdelle ruudulle. Näin nähdään nopeasti prosessin tilat sekä mahdolliset viat ja näin niihin voidaan puuttua nopeasti. Kokonaisuuden eri osien jännitetasot ja kytkennät nähdään heti, koska käyttöliittymään on määritelyt omat värit jännitteellisille, jännitteettömille sekä maadoitetuille osille.

MicroSCADA Pro lisää myös henkilöturvallisuutta monella eri tasolla. Katkaisijat ja erottimet voidaan avata ja sulkea erillisestä valvomosta, mikä minimoi henkilövahingot. Ohjelmaan on mahdollista luoda eri tason käyttöoikeuksia jolla voidaan välttää väärinkäytöksiä.

Ohjelmistoon on sisäänrakennettuna myös tapahtumaloki sekä häiriöloki. Tämä auttaa analysoimaan laitteiston toimintaa esim. vikatilanteessa ja korjaavien toimenpiteiden suorittamista.

Ohjelmiston automaatioasetuksilla voidaan luoda automaattisia hälytyksiä muun muassa katkaisijan sulkeutumisten määrälle ja moottorin käynnistymiskerroille. Tämä auttaa huoltamaan laitteet sopivaan aikaan käytön perusteella.

MicroSCADA Pro on helposti päivitettävä ja laajennettava ohjelmisto, mikä soveltuu niin pieniin kuin suuriinkin kokonaisuuksien hallintaan. Se tukee kolmansien osapuolten tiedostoja, kuten AutoCAD-kuvia ja Excel-taulukoita.

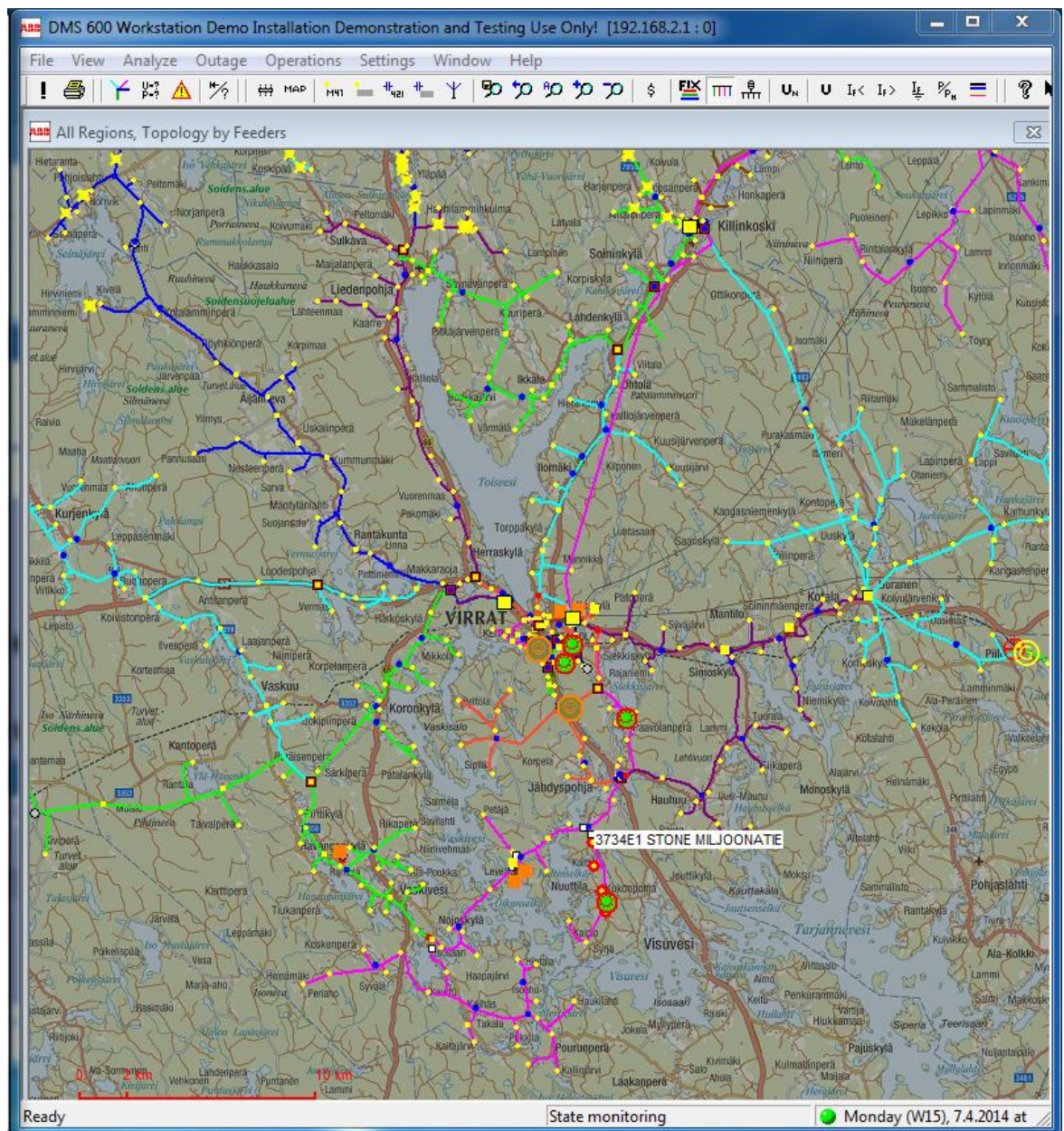


KUVIO 7. Esimerkki MicroSCADA:a käyttävästä kokonaisuudesta. Kuvassa alimpana IED laitteet IEC 61850-standardin mukaisessa verkossa, johon on myös liitettyä serveri/työpiste. Oikealla ylhäällä on etäyhteys IED laitteisiin MicroSCADA Pro kommunikaatioväylän kautta. (ABB Oy 2013, MicroSKADA Pro for substation automation, 4.)

4.4 DMS600

MicroSCADA Pro DMS 600 (KUVIO 8.) on MicroSCADA Pro:n lisäosa, jolla voidaan havainnoida sähköjakeluverkkoa maantieteellisten karttakuvien avulla. DMS 600 voidaan käyttää myös erillään SCADA:sta omana ohjelmanaan. Ohjelmien ero on siinä, että MicroSCADA on käytönvalvontajärjestelmä joka kerää ja siirtää valvomokoneelle paljon tietoa kun taas DMS 600 on käytöntukijärjestelmä ja siinä on paljon monipuolisia analyysi- ja päättelytoimintoja.

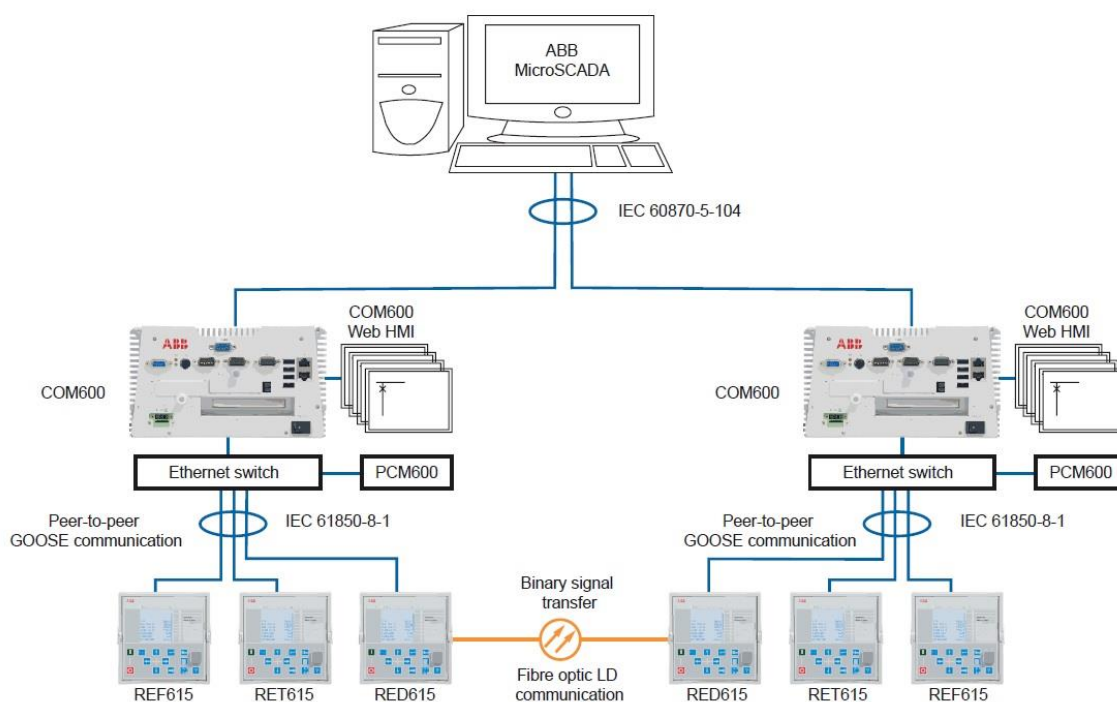
Jos tietokoneella on käytössä molemmat ohjelmat ja ne ovat linkittyneet toisiinsa, näkyy ohjelmissa verkkoon tehdyt muutokset molempien käyttöliittymissä. DMS 600 Ohjelmistossa voidaan verkkoa tarkastella esimerkiksi eri muuntajien, jännitetasojen tai syöttölaitteiden osalta. Sähköverkko näkyy siis kaikissa edellisissä kokonaisuudessaan, mutta verkon väriytyy muuttuu tarkasteltavan näkökulman mukaan. Ohjelmassa voidaan myös valita kartalta haluttu alue jota tarkastellaan ja tehdä toimintoja etäkäytöllä verkon eri säätölaitteille.



KUVIO 8. DMS 600 näkymä demolaitteistossa.

5 LAITTEISTON RAKENNUS JA OHJELMOINTI

Luomallani laitteistolla pystytään demonstroimaan REF615 -suojareleen ja PCM600 ohjelmiston yhteyttä, niiden välisiä toimintoja sekä MicroSCADA Pro ja DMS 600 ohjelmistojen toimintaa valvomoympäristössä. Tällaisella kokonaisuudella saadaan parempi yleiskuva sähkönjakeluverkon suojauksesta ja jakelusta kuin yksittäisellä suojareleellä. Kuviosta poiketen rakentamassani laitteistossa ei ole COM600 ala-asemaa, joten MicroSCADA Pro -ohjelmaa ei ollut mahdollista asentaa toimimaan osaksi kokonaisuutta. MicroSCADA Pro -ohjelmistosta on kuitenkin havainnointia varten demolisenssi joka on voimassa vuoden kerrallaan ja voidaan uusia tarvittaessa.



KUVIO 9. Esimerkki kokonaisuudesta, jollaista laitteistolla havainnoidaan. (ABB Oy 2013, REF615 production guide, 15.)

5.1 Laitteiston rakennus

Alkuun tuli valita tietokone joka olisi REF615 releen kaukokäyttöön mahdollisimman hyvä. Tulin siihen tulokseen, että kannettava tietokone, jossa olisi riittävän suuri näyttö, toimisi tähän tarkoitukseen parhaiten, koska se saataisiin kiinteästi relekaapin kylkeen kiinni. Sähkökaapin hiukan hankala paikka vaikutti myös valintaan, sillä tietokone ei mahtunut sähkökaapin viereen kiinteästi joten oli keksittävä ratkaisu millä tietokone olisi kannettavan vieressä käyttöä varten mutta muulloin siirrettävissä pois edestä. Relekaapin kylkeen suunnittelin telineen, jolla kannettava tietokone voitiin nostaa pystyasentoon kaapin kylkeä vasten kun se ei ole käytössä tilan säästämiseksi. Kannettavan voi tarvittaessa laskea 90 asteen kulmaan käyttöä varten. Kannettavan tietokoneen teline on itse valmistettu kahdesta pitkästä saranasta, takorausasta, paksusta alumiinilevystä sekä alumiiniprofiilista. Kannettavan tietokoneen ilmanvaihdon vuoksi jätin telineen pohjan avoimeksi ja leikkasin alumiiniprofiiliin tietokoneen vasemmalle puolelle pitkän reiän. Tietokone imee jäähdytysilmaa pohjan kautta tuulettimella ja puhalttaa ilman vasemmalta laidalta ulos. Samaan reikään sopii kaikki tarvittavat liitännät vasemmalla puolella ja oikealle puolelle leikkasin pienemmän reiän USB -portteja varten (KUVIO 10...11). Kannettava tietokone tuli myös lukita telineeseen kiinni, joten asensin telineeseen munalukon joka estää tietokoneen varastamisen ilman telineen rikkomista. Tietokoneen asettaminen 90 asteen kulmaan käyttöä varten ratkaistiin asentamalla telineen kulman sähkökaapin välille sopivan pituinen ohut kettinki. (KUVIO 12...13)

Tietokoneen virransyöttö toteutettiin kannettavan tietokoneen mukana tulleella muuntajalla. Katkaisin muuntajan johdosta pistokkeen irti jotta se voitiin kytkeä johdonsuojakatkaisijaan. Sähkökaapin sisällä oikealla yläkulmassa lisätty johdonsuojakatkaisija sekä alempana kaappiin reikänauhalla kiinnitetty kannettavan tietokoneen muuntaja. (KUVIO 14)



KUVIO 10. Kannettavan tietokoneen liitännöille sekä jäähdytykselle jätetty reikä.



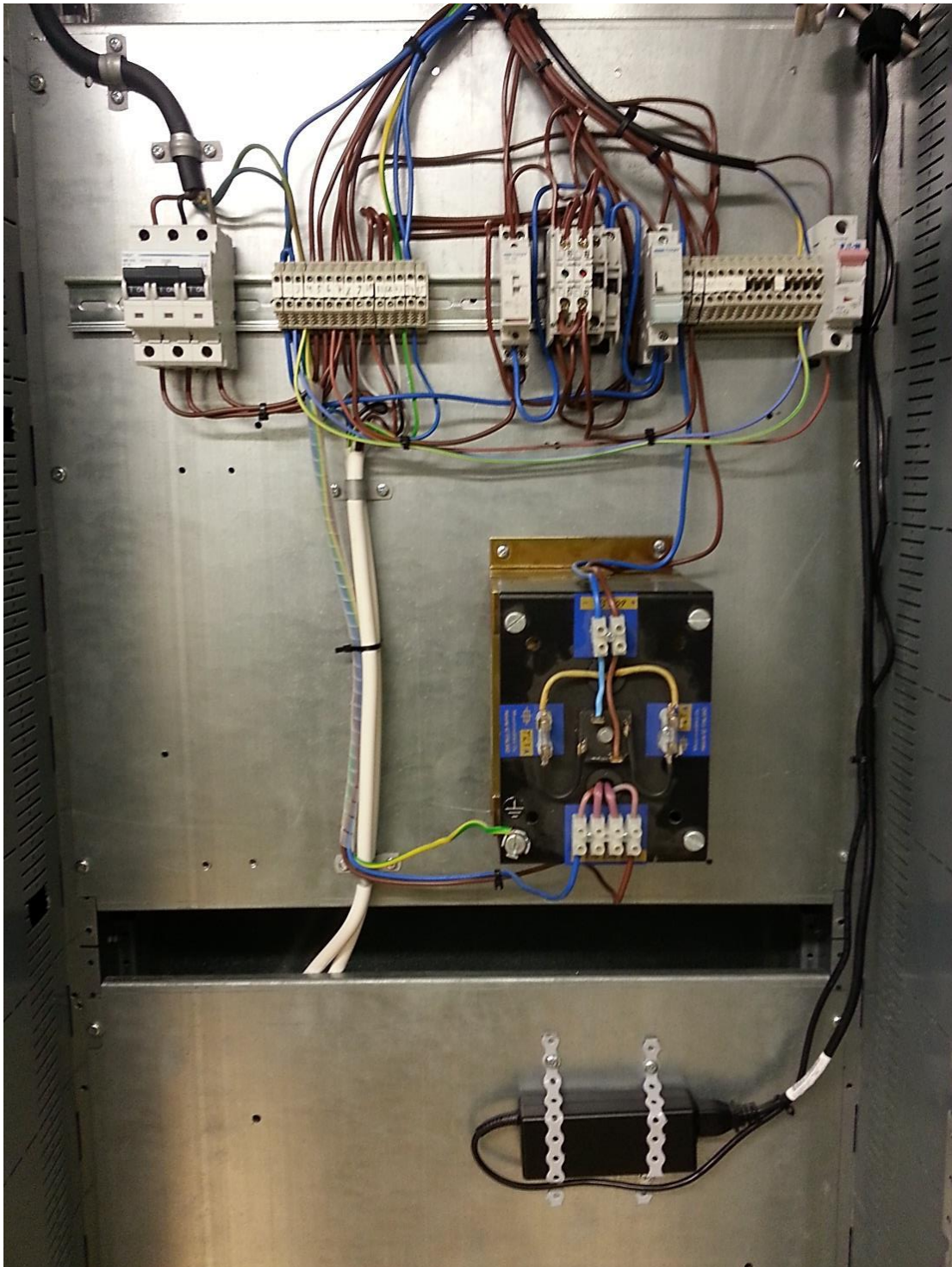
KUVIO 11. Tietokoneen oikealle puolell USB-portteja varten tehty reikä.



KUVIO 12. Teline kannettavalle tietokoneelle relekaapin kylkeä vasten lukittuna.



KUVIO 13. Kannettavan tietokoneen teline avattuna käyttöä varten.



KUVIO 14. Sähkökojeiston sisältöä. Ylhäällä kojeiston ylivirtasuojat, riviliittimiä, relesuojia sekä kannettavan tietokoneen muuntajalle lisätty dotsi. Alempana suoja-releen käyttömuuntaja sekä kannettavan tietokoneen laturi.

5.2 PCM600 ohjelman hankinta ja asennus

Ammattikorkeakoululle oli jo suojareleen toimituksen yhteydessä toimitettu PCM600 2.2 -ohjelmisto jolla relettä olisi voinut ohjata. Kuitenkin laitteistoon hankittiin uusi tietokone jossa oli Windows 7 -käyttöjärjestelmä, joten ohjelmistoversio 2.2 ei soveltunut käyttöön yhteensopivuusongelmien vuoksi. ABB oli tähän mennessä jo julkaissut ohjelmasta version 2.5, jonka sain käyttööni ABB:n sivuilta. Ohjelmistoon oli tällä välin tehty jonkin verran muutoksia, joista suurimmat olivat mielestäni Windows 7 tuki sekä ohjelmiston vapauttaminen lisenssistä. Ohjelmistoon kuuluu myös päivitysten hallintaohjelma (update manager), jolla hallitaan tuotteita, eli mikä PCM600 versio on käytössä sekä mikä yhdistämispaketti (connectivity package) on käytössä. Yhdistämispaketti on lisäosa, joka edesauttaa IED:n sekä PC:n toimintaa sekä vähentää virheitä. Tämän projektin aikana REF615 -suojareleen yhdistämispaketin uusin versio oli 4.1, joten asensin sen ja otin käyttöön päivitysten hallintaohjelmassa.

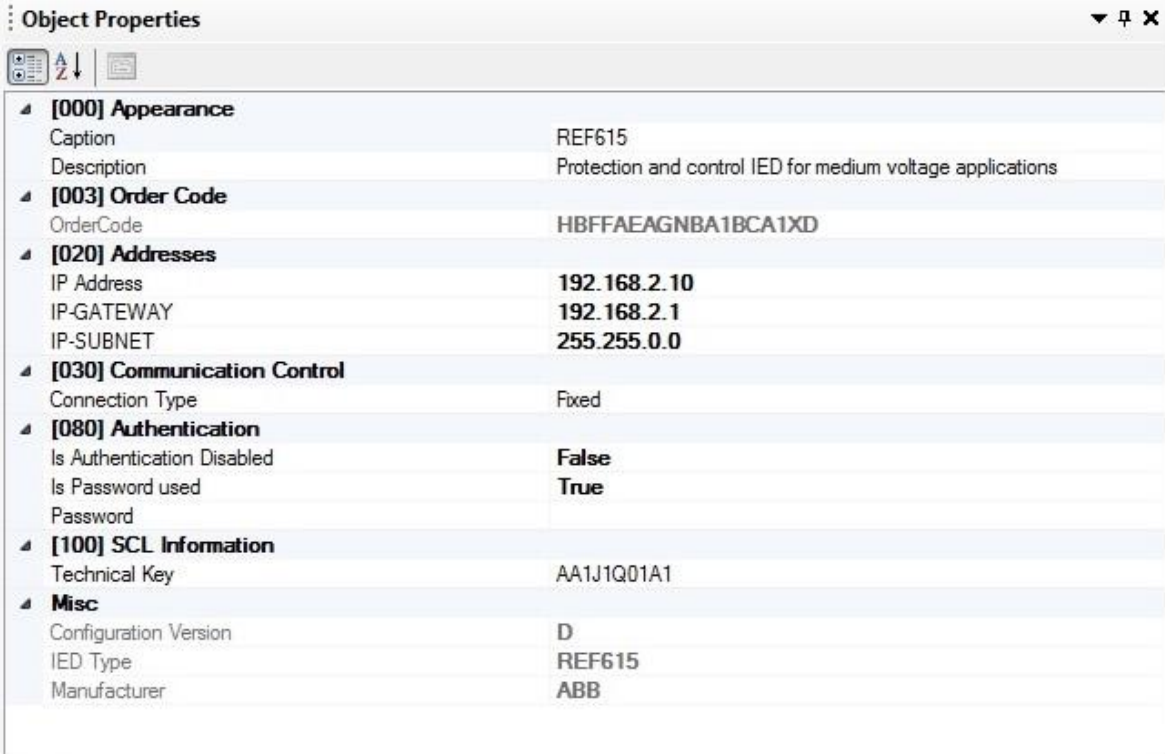
Ennen ohjelmiston asennusta perehdyin ohjelmiston mukana tulleisiin pdf-tiedostoihin (Getting started guide, Installation guide, ym.). Näin sain yleiskuvan siitä, mitä täytyy tehdä.

Opinnäytetyön aikana ABB julkaisi myös päivityksen 2.6 ohjelmaan PCM600 sekä REF615 releelle yhdistämispaketin 5.0.1. PCM600 -ohjelman versiossa 2.6 on uusittu IEC 61850 -standardin Ed2 tuki, IED:n online/offline tilan ilmaisu, pieniä parannuksia olemassa oleviin toimintoihin sekä Windows 8 tuki. Olin ajatellut tehdä työn loppuun käyttäen alkuun valittuja ohjelmia koska päivityksessä tulleet muutokset eivät juurikaan vaikuttaneet havainnointilaitteiston käytettävyyteen, mutta koska jouduin kesken työn asentamaan tietokoneelle Windows käyttöjärjestelmän uusiksi, latsin uusimmat versiot ohjelmista ja asensin ne käyttöön.

5.3 PCM600 -konfigurointi

Ohjelmiston konfiguraatio aloitettiin luomalla käyttäjätunnukset ohjelmalle ja käyttöoikeudet eri käyttäjille. Koska laitteisto tulee lähinnä demonstrointikäyttöön, annoin molemmille koneella oleville käyttäjätunnuksille täydet oikeudet ohjelmiston hallintaan. Ennen uuden projektin aloittamista täytyi myös tarkistaa että releen ja PCM600 ohjelmiston kieleksi oli valittu englanti.

Tämän jälkeen täytyi etsiä REF615:n tilauskoodi (order code). Tilauskoodissa määritellään releen toiminnot sekä liitännät, kuten analogiset tulot, binääriset I/O:t, kommunikaatioportit, kieli, protokollat sekä itse rele. Tilauskoodi on 18 -merkinen kirjaimia ja numeroita sisältävä koodi, jonka täytyy olla täsmälleen oikein, kun relettä halutaan konfiguroida tietokoneella kommunikaatioväylän kautta PCM600 -ohjelmalla. Kun ohjelmaan oli releelle määritetty oikea tekninen avain (technical key), ip osoite, lähiverkon osoite ja oletusyhdykskäytävä, voitiin REF615 suojaareleelle ajaa PCM600 ohjelmalla luotu tekninen avain. (KUVIO 15.)



Object Properties	
[000] Appearance	
Caption	REF615
Description	Protection and control IED for medium voltage applications
[003] Order Code	
OrderCode	HBFFAEAGNBA1BCA1XD
[020] Addresses	
IP Address	192.168.2.10
IP-GATEWAY	192.168.2.1
IP-SUBNET	255.255.0.0
[030] Communication Control	
Connection Type	Fixed
[080] Authentication	
Is Authentication Disabled	False
Is Password used	True
Password	
[100] SCL Information	
Technical Key	AA1J1Q01A1
Misc	
Configuration Version	D
IED Type	REF615
Manufacturer	ABB

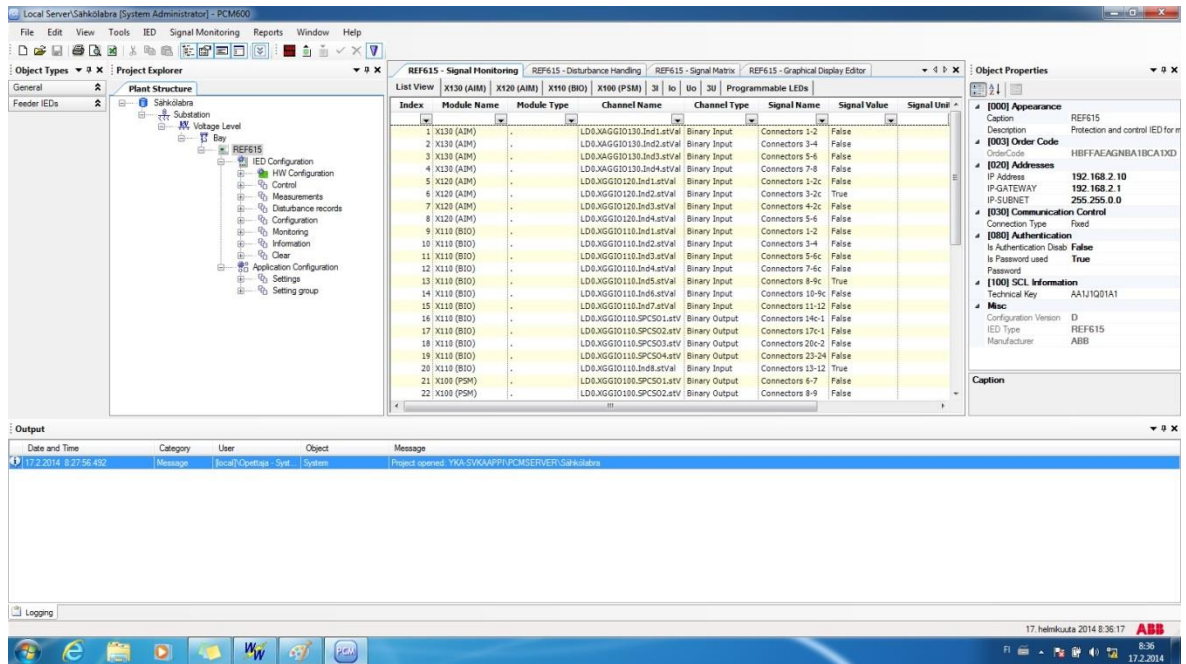
KUVIO 15. PCM600-ohjelmiston ja releen kommunikaatioasetukset.

Kun sain laitteet kommunikoimaan keskenään, kohtasin ensimmäisen suuren ongelman. PCM600 -ohjelmalla täytyisi normaalisti voida lukea konfiguraatio suoraan IED:ltä (tässä tapauksessa REF615) mutta ohjelma varoitti, ettei suojarielelle ole koskaan ennen kirjoitettu. Tämän jälkeen ohjelma kysyi ”haluatko varmasti jatkaa?” Otin yhteyttä ABB:n tekniseen tuotetukeen. He ehdottivat, että kokeilisin vanhemmalla suojarieleen yhdistämispaketilla, koska releenkin ohjelmisto oli jo muutaman vuoden vanha, mutta se ei auttanut. Tuotetuella ei ollut muita ideoita ja koska releen ohjelmoinnin oli suorittanut jo pari vuotta sitten Jari Männikkö, eikä releen konfiguraatiosta ollut minkäänlaista tallennetta, jouduin käymään releen koko konfiguraation läpi yksi parametri kerrallaan ja kirjoittamaan ne tietokoneelle excel-taulukoon. Tämä sen takia, että mikäli konfiguraation luennassa olisi jokin ongelma tai tietokone kirjoittaisi releen konfiguroinnin päälle peruskonfiguraation, olisi asennetusta konfiguraatiosta olemassa tallenne. Releen ohjelmistosta kertyikin 2239 riviä excel-taulukkoa.

Ohjelman talteen saatuani laitoin tietokoneen lukemaan suojarieleen ohjelmaa. Ensimmäisellä kerralla tietokone jäi jumiin ja jouduin käynnistämään sen uudelleen. Seuraavalla kerralla ohjelmiston lukeminen onnistui ongelmitta ja pääsin kokeilemaan PCM600 -ohjelman eri ominaisuuksia.

PCM600-ohjelmistolla voidaan lukea releeltä reaaliaikaisena vaiheiden virrat sekä nollavirta reaaliarvona (REF615 suojarielelle on asetettu kerroin 100, jolloin 1 ampeeri näkyy 100 A virtana). Releen suoja-arvoksi on merkitty 1 A joten releellä näkyvä raja-arvo on 100 A ja tietokoneella 1 A. Ohjelmalla voidaan myös lukea releellä olevat viat, mikäli niitä on. PCM600 pääasiallinen tehtävä on kuitenkin IED:n konfiguraation lukeminen ja kirjoittaminen. Tietokoneella voidaan siis tehdä muutoksia releen toimintaan, esim. näyttöpaneelin LED-osoittimet voidaan ohjelmoida palamaan halutuissa tilanteissa.

Releen ohjelmointi ja seuranta on huomattavasti helpompaa, joustavampaa ja nopeampaa tietokoneella kuin releen ohjaustaulusta.



KUVIO 16. PCM600-ohjelmiston käyttöliittymä laboratorion tietokoneella.

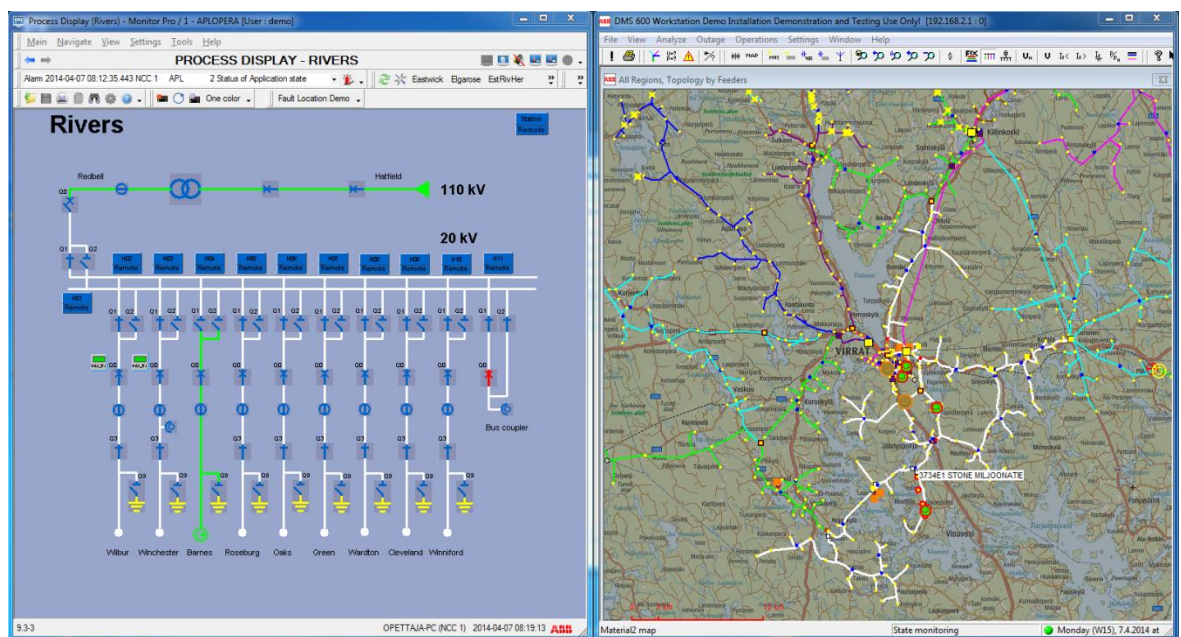
5.4 MicroSCADA Pro & DMS 600 asennus

Alun perin tarkoituksena oli luoda kaukokäytön havainnointiin myös graafinen käyttöliittymän näkymä, jotta laitteiston toiminnan esittäminen olisi mahdollisimman havainnollistava. Kuitenkaan tämän hetkiselällä laitteistolla ei ollut mahdollista asentaa ABB:n omaa käyttöliittymää sähkövoimalaboratorion tietokoneelle. Kaukokäytön käyttöliittymä vaatisi nykyisen laitteiston lisäksi vielä MicroSkada Pro -ohjelmiston, johon koululla tietääkseni ei ole lisenssiä, sekä COM600 -sähköasema-automaatiokontrollerin (Vedenjuoksu, 2014). COM600 -laitteen avulla voidaan lisätä esimerkiksi useita releitä kaukokäyttöön.

Halusin kuitenkin että laitteistolla voitaisiin kuvata myös kaukokäyttöä, eli rajatun alueen tarkastelua tietokoneen käyttöliittymän näkymällä, esimerkiksi MicroSCADA Pro -ohjelmistolla. koska yleensä ottaen valvomoihin näkyvä käyttöliittymä on nimenomaan tehty käyttäen SCADA -ohjelmistoa. Kun koululla olevaan laitteistoon ei ollut mahdollista luoda SCADA:n käyttöliittymää (Tämä olisi vaatinut vielä ABB:n ala-aseman COM600), pyysin ABB:ltä että olisiko koululle mahdollista saada opetuskäyttöön MicroSCADA pro:n demolisenssi. MicroSCADA

pro:n demolisenssillä voidaan demonstroida kuvitteellisen sähköaseman MicroSCADA näkymää ja hallintaa. ABB myönsi koululle lisenssin MicroSCADA Pro sekä DMS 600 ohjelmistoihin. (KUVIO 17.) Demolisenssiä puolsi myös se tosiasia, ettei laboratoriossa ollut kuin yksi rele jossa yksi johtolähtö, joten käyttöliittymän näkymäkin olisi ollut erittäin suppea. ABB:n tapojen mukaan heiltä kävi mies tuomassa ohjelmiston paikan päälle. MicroSCADA Pro sekä DMS 600 ohjelmistojen asennuksessa tuli ongelmia liittyen asennusjärjestykseen. Ohjelmien asennus täytyi tehdä vaiheittain ja minulla olleet ohjeet olivat jääneet vanhaksi, joten asennusjärjestys ohjeissa oli väärä.

Todellisessa laitteistossa MicroSCADA Pro -ohjelmalla voidaan siis esittelylaitteiston sijaan käyttää relettä etänä kaukokäytön käyttöliittymän kautta. Käyttöliittymästä nähdään releen koskettimien asennot ja niitä voidaan muuttaa. Vikatilanteessa viat nähdään releestä sekä MicroSCADA Pro ohjelmistossa ja voidaan kuitata myös molemmista.



KUVIO 17. MicroSCADA Pro sekä DMS 600 ohjelmat vierekkäin sähkölaboratorion tietokoneella.

6 VAIHTOEHTOISIA OPETUSLAITTEISTON RAKENTEITA

Tein Ylivieskan Centria ammattikorkeakoulun sähkövoimalaboratorion relesuojaustekniikan kehitystyön käyttäen ABB-yhtymän tuotteita koska laboratoriossa oli jo paikalleen asennettu REF615 suojarele. Mielestäni ainoa toimiva vaihtoehto oli toki kehittää opetuslaitteisto mahdollisimman laajaksi käyttäen uusinta teknologiaa. Vaihtoehtoisesti kehitystyössä olisi voitu käyttää muidenkin valmistajien laitteistoa, mikäli olisi työ aloitettu aivan alusta. Muita valmistajia ovat esimerkiksi Siemens, GE, ja Alstom. Kaikkien valmistajien suojareleet sekä suojareleelle räätälöidyt ohjelmat ovat varsin samankaltaisia ulkonäöltään sekä toiminnoiltaan. Olin kuitenkin tyytyväinen että laboratoriossa oli juuri ABB-yhtymän suojarele, koska mielestäni ABB on todella suuressa roolissa varsinkin kotimaan IED -laitteiden tarjonnassa. Lisäksi lähestulkoon kaikki muut valmistajat olivat oudompia minulle, vain Siemens ja Alstom olivat jotenkin tuttuja sähköasema-automaation osalta. En kuitenkaan perehtynyt muiden valmistajien tuotteisiin kovinkaan paljoa työn aikana, sillä en tuntenut sitä tarpeelliseksi. Opetuslaitteiston tehtävänä on antaa oppilaalle jonkinlainen tuntuma ja käsitys siitä, miten relesuojaus toimii ja miten sitä käytetään hyväksi teollisuudessa ja sähköjakelussa.



KUVIO 18. Kuvasta nähdään että Alstom-yhtymän laitteistolla ja ohjelmistoilla voidaan luoda hyvin samankaltainen kokonaisuus kuin ABB-yhtymän tuotteilla. (ASAT Solutions 2013)

Jos ajatellaan vielä pidemmälle mitä olisi voinut tehdä toisin, olisi tietenkin ollut mahdollista rakentaa huomattavasti laajempi kokonaisuus. Laitteistoon olisi voinut sisällyttää nykyisen laitteiston lisäksi useamman erilaisen suojarleen, mahdollisesti jopa useammalta valmistajalta ja täyden yhteyden suojalaitteiden ja valvomoa kuvaavan tietokoneen välille. Näihin releisiin olisi voinut luoda useamman johtolähdön, joissa olisi voinut simuloida verkon kuormitus- ja vikatilanteita. Tällainen projekti loisi oppilaitokselle erittäin laajan relesuojaustekniikan opetuslaitteiston. Kuitenkin projektin haasteiksi muodostuu monta yksittäistä suurta ongelmaa. Suuren laitteiston valmistaminen yhdeltä opiskelijalta veisi kohtuuttoman paljon aikaa. Tämän lisäksi laitteet ovat kalliita ja useamman laitevalmistajan laitteiden yhteensovittamisessa voisi ilmetä ongelmia.



KUVIO 19. Kuvassa ABB-yhtymän, Siemens-yhtymän sekä MICOM-yhtymän suojeleet vasemmalta oikealle. (STRI 2014)

7 LOPUKSI

Työn tarkoituksena oli luoda mahdollisimman hyvä kokonaisuus jolla voidaan esitellä sähköjakeluverkon jakelua ja suojausta. Alun perin suunnitelmani oli luoda kokonaisuus, johon voitaisiin kytkeä kuorma ja jota voitaisiin lukea itse suojarieleellä sekä tietokoneella. Suunnittelemani kokonaisuus sisälsi REF615-suojarieleen, joka oli jo toiminnassa, ABB:n PCM600-ohjelmiston sekä MicroSCADA Pro -ohjelma. Työn edetessä minulle kuitenkin selvisi, ettei MicroSCADA Pro -ohjelmaa voi asentaa tietokoneelle ja liittää suoraan suojarieleeseen. Tämän vuoksi pyysin ABB:lta MicroSCADA Pro -ohjelmistolle demolisenssin havainnointia varten. Sain ABB:lta MicroSCADA Pro-ohjelmiston demolisenssin lisäksi myös demolisenssin DMS 600-ohjelmistoon mikä on MicroSCADA Pro-ohjelmiston käytöntukijärjestelmä.

Minulla ei työtä aloittaessani ollut minkäänlaista kokemusta suojarieleistä, PCM600-ohjelmasta eikä MicroSCADA Pro -ohjelmistosta. Työ oli siksi hyvä, että se antoi minulle laajan näkemyksen sähköjakeluverkon suojauksesta ja sen toteutuksesta eri tasoilla. Itse suojarieleeseen pääsin tutustumaan hyvin Jari Männikön aikaisemmin tekemästä opinnäytetyöstä joka käsitteli kyseistä IED laitetta. PCM600-ohjelmistoon tutustuminen kävi luontevasti ABB:n esitteitä tutkiessa sekä ohjelmaa käyttäen. MicroSCADA Pro -ohjelman puolesta en päässyt täysin tavoitteisiini, mutta mielestäni lopputulos on silti hyvä. Laitteistolla voidaan havainnoida hyvin pitkälle kaikkea mitä olin alun perin suunnitellutkin. Tämän lisäksi ylimääräisenä asennettu DMS 600-ohjelmisto tukee havainnoinnin laajuutta.

Laitteistoon tutustuminen ja opinnäytetyön tekeminen oli hyvin pitkälle itsenäistä työskentelyä eikä koululla ollut työn aikana ketään releeseen tai muuhun laitteistoon perehtynyttä henkilöä. Tämän vuoksi laadinkin opinnäytetyöni liitteeksi yksinkertaiset käyttöohjeet laitteiston käyttöön ja opastin lehtori Hannu Puomiolle sekä opinnäytetyöni ohjaajalle Jari Halmeelle laitteiston käytön tulevaisuuden käyttöä ajatellen.

Kokonaisuudessaan työ opetti minulle työelämää silmällä pitäen itsenäistä työskentelyä sekä ongelmanratkointia. Kerkesin myös esitellä laitteistoa muutamalle opiskelijaryhmälle mikä antoi lisäkokemusta esiintymisestä.

LÄHTEET

ABB Oy 2010. Feeder Protection and Control REF615 Ver. 2.0. PDF-dokumentti.

Saatavissa:

[http://www02.abb.com/global/zaabb/zaabb011.nsf/0/aac8e947660e8f2ac125773000438549/\\$file/ref615+technical+presentation_756407_ene.pdf](http://www02.abb.com/global/zaabb/zaabb011.nsf/0/aac8e947660e8f2ac125773000438549/$file/ref615+technical+presentation_756407_ene.pdf). Luettu: 16.4.2014

ABB Oy 2012. MicroSKADA Pro for substation automation. PDF-dokumentti.

Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot387.nsf/veritydisplay/1eb93478bd261b42c1257aef00536796/\\$file/1MRS756064_D_en_MicroSCADA_Pro_for_substation_automation.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot387.nsf/veritydisplay/1eb93478bd261b42c1257aef00536796/$file/1MRS756064_D_en_MicroSCADA_Pro_for_substation_automation.pdf). Luettu: 15.2.2014

ABB Oy 2013. PCM600 v.2.5 Product guide. PDF-dokumentti. Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/82da5b31a19e67d0c1257b1f00374748/\\$file/PCM600_2.5_pg_756448_ENh.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/82da5b31a19e67d0c1257b1f00374748/$file/PCM600_2.5_pg_756448_ENh.pdf). Luettu: 20.1.2014

ABB Oy 2013. REF615 Product guide. PDF-dokumentti. Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/8b0b2307af790658c1257895003f917f/\\$file/ref615ansi_pg_1mac105361-pg_ene.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/8b0b2307af790658c1257895003f917f/$file/ref615ansi_pg_1mac105361-pg_ene.pdf). Luettu: 20.1.2014

ABB Oy 2014. ABB lyhyesti. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>. Luettu:16.2.2014

ASAT Solutions 2013. ASAT Applications. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.asatsolutions.com/solutions.htm>. Luettu 16.4.2014

Männikkö, J. 2011. RELESUOJAUSTEKNIIKAN OPETUSLAITTEISTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN LABORATORIOON.

Opinnäytetyö. Centria ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma.

STRI 2014. IEC 61850 Hands-on Training with Multivendor IEDs. Www-

dokumentti. Saatavissa: <http://www.stri.se/metadot/index.pl?id=11009>. Luettu 16.4.2014

Vedenjuoksu, T. 2014, Henkilökohtainen tiedonanto, keskustelu, 5.2.2014.

Lauri Muikkula

Relesuojauksen ja kaukokäytön demonstroi tilaiteiston käyttöohjeet

REF615, PCM600, MicroSCADA Pro & DMS 600

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2014

Sisällysluettelo

1. REF615	1
2. TIETOKONEOHJELMIEN KÄYTTÖ.....	3
2.1 PCM600	4
2.2 MicroSCADA Pro & DMS 600	12

1. REF615



Liite 1

1. Ledit osoittavat onko suojarole käynnissä ja onko muistissa/käynnissä vikoja.
2. Päänäyttö mihin kaikki tieto tulee näkyviin.
3. Ohjelmoitavat ledit jotka saadaan palamaan tietyn vian osoittamiseksi.
4. Ohjattavan järjestelmän avaus ja sulku.
5. ESC-napilla voidaan aloittaa valikkojen selaus tai selauksen aikana pois tietyistä valikoista.
6. Nuolinäppäimillä liikutaan valikossa liikkumiseen sekä asetuksien muuttamiseen paikalliskäytössä.
7. Nuolipainike vastaa tietokoneen enter-näppäintä. Tällä napilla voidaan valikossa valita jokin arvo aktiiviseksi ja muuttaa se.
8. Avainpainikkeella voidaan kirjautua järjestelmästä ulos tai sisään (Ei tarvita demonstroinnissa).
9. Clear-painikkeella päästään valikkoon josta voidaan nollata vikoja. Valikossa mennään valitun vian kohdalle, valitaan se enter-painikkeella, valitaan nuolinäppäimillä clear ja painetaan uudelleen enter. Kun halutut viat on kuitattu voidaan valikosta poistua.
10. Painikkeella voidaan hyppiä Control-SLD-valikon, perusvalikon ja measurements valikon välillä.
11. R/L painikkeella valitaan etä- taikka lähikäyttö (R=remote=etä, L=Local=lähi).
12. RJ45 pistoke suojan alla joka antaa mahdollisuuden kytkeä tietokoneen kiinni releeseen portin kautta.
13. Painikkeella saa tietoa valikoista ja asetuksista.

Liite 1

2. TIETOKONEOHJELMIEN KÄYTTÖ

Havainnointia varten käynnistä tietokone ja kirjaudu sisään MicroSCADA tunnuksella. Opettaja tunnus on tehty Windows-käyttöjärjestelmän asennusta varten.

Tunnukset ohjelmien käyttöön:

Windows:

Käyttäjä: MicroSCADA

Salasana: scada

Käyttäjä: Opettaja

Salasana: Opettaja

MicroSCADA Pro:

Käyttäjä: demo

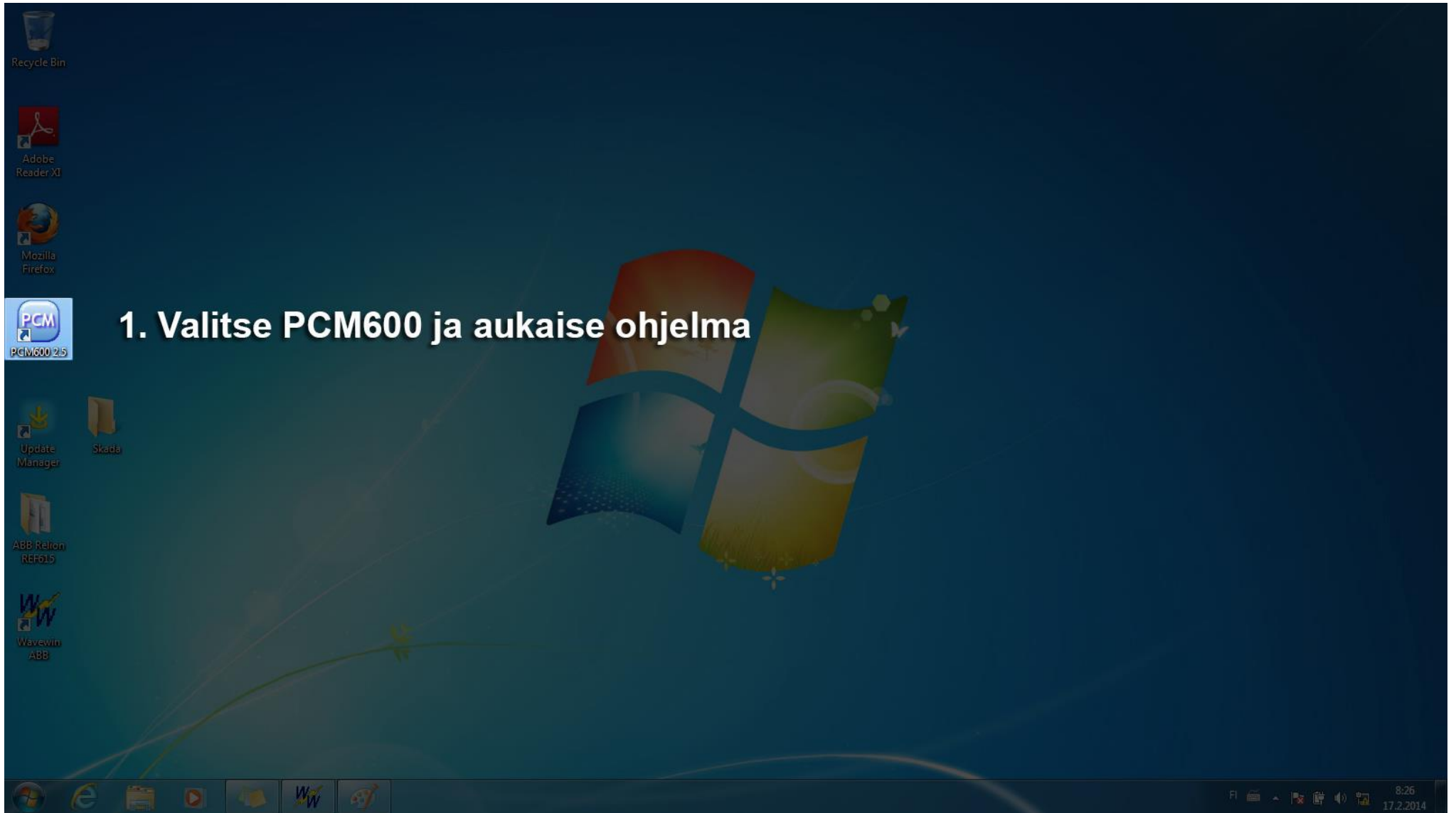
Salasana: DEMO

DMS 600:

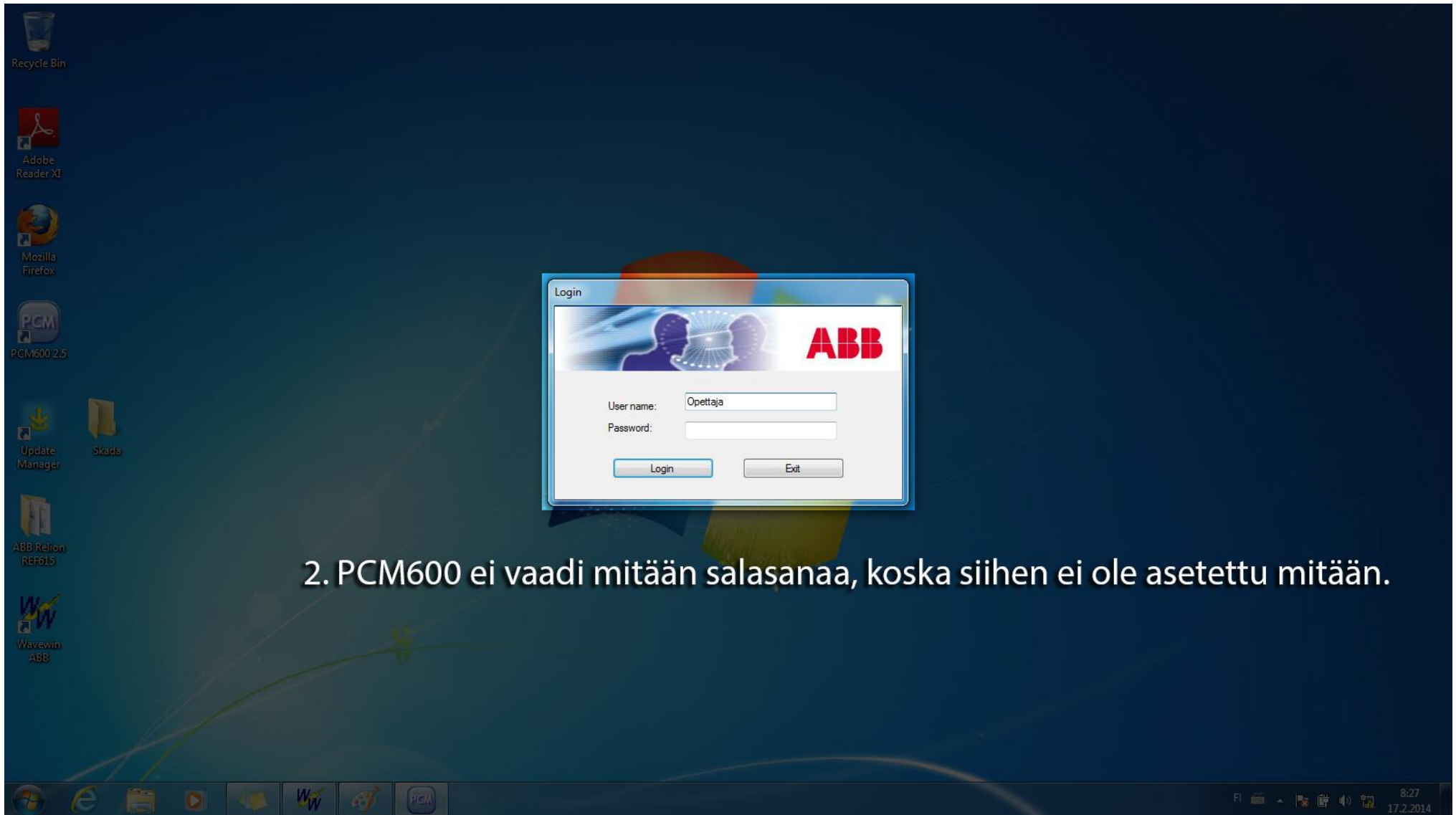
Käyttäjä: demo

Salasana: DEMO

2.1 PCM600



Liite 1



Liite 1

The screenshot displays the ABB System Administrator software interface. The main window is titled "Local Server\Sähkölabra [System Administrator] - PCM600". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Tools, Window, Help) and a toolbar. The "Project Explorer" pane on the left shows a tree structure with "Plant Structure" selected. The "Object Properties" pane on the right displays details for the selected object, including "Appearance", "Created" (5.8.2013 13:39), "Description" (Sähkölaboratorion REF61), "Icon" (System.Drawing.Bitmap), and "Project Name" (Sähkölabra). The "Output" pane at the bottom shows a log entry: "17.2.2014 8:27:56.492 | Message | [local]Opettaja - Syst... | System | Project opened: YKA-SVKAAPPI\PCMSERVER\Sähkölabra". The Windows taskbar at the bottom shows the date and time as "17. helmikuuta 2014 8:28:06" and the ABB logo.

3. Voit avata Plant Structuresta + merkin kohdalta projektin auki

Liite 1

4. Projekti avattuna. Tästä voidaan mennä vielä syvemälle ja lukea konfiguraatioita.

Date and Time	Category	User	Object	Message
17.2.2014 8:27:56.492	Message	[local] Opettaja - Syst...	System	Project opened: YKA-SVKAPP\PCMSERVER\Sähkölabra

17. helmikuuta 2014 8:28:33 **ABB**
8:28
17.2.2014

Liite 1

5. Kun valitset REF615 releen oikealla hiiren painikkeella, avautuu valikko josta voidaan avata releen eri mittauksia ja toimintoja. Tästä valikosta voidaan myös lukea konfiguraatio releeltä ja kirjoittaa sinne uusi.

The screenshot displays the ABB System Administrator software interface. The main window shows the Project Explorer with a tree view of the plant structure. The selected relay, REF615, is highlighted, and a context menu is open over it. The menu contains various configuration and management options. The Object Properties panel on the right provides detailed information about the selected relay, including its appearance, addresses, authentication settings, and SCL information.

Object Properties	Value
[000] Appearance	REF615
Description	Protection and control IED for m
[020] Addresses	ABBFAEAGNBA1BCA1XD
IP-SUBNET	255.255.0.0
[080] Authentication	False
Technical Key	AA1J1Q01A1
[100] SCL Information	
Configuration Version	D
IED Type	REF615
Manufacturer	ABB

Liite 1

The screenshot displays the ABB IED configuration software interface. The main window shows a table of disturbance handling records for IED REF615. The table has columns for Trig Date Time, Str Name, Obj Name, IED Name, Rec No, Trig Channel, PreTrig Time, and Po. The data rows show three records from May 2013.

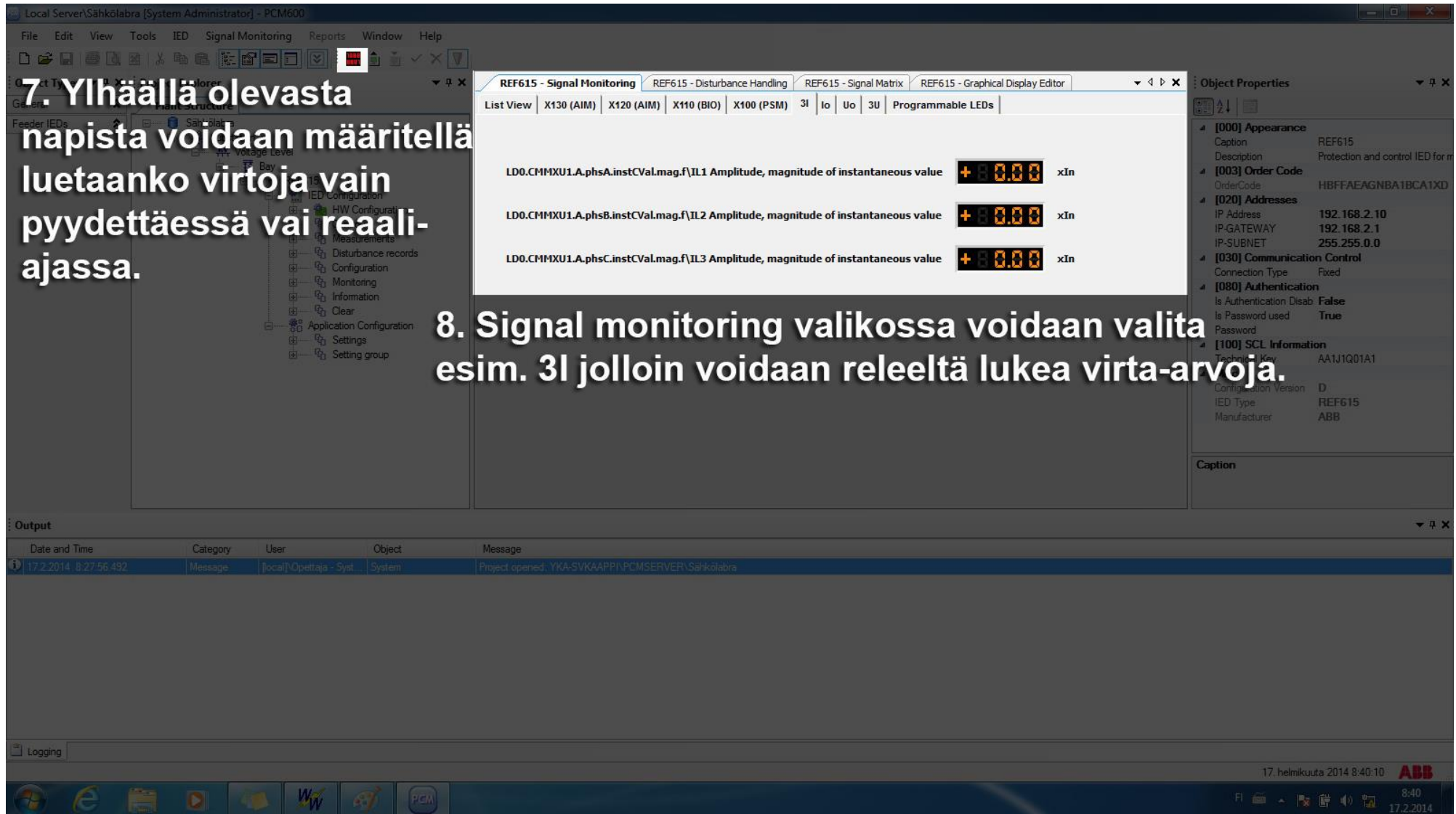
Trig Date Time	Str Name	Obj Name	IED Name	Rec No	Trig Channel	PreTrig Time	Po
25.5.2013 9:45:08 671	REF615	192.168.2.10				500	500
25.5.2013 9:45:09 729	REF615	192.168.2.10				500	500
25.5.2013 9:48:43 594	REF615	192.168.2.10				500	500

Overlaid on the table is the text: **6. Releen eri toiminnot avautuvat tähän omiin välisivuihinsa ja ne voidaan avata kaikki vaikka kerralla. Kuvassa häiriöiden lukua.**

The right-hand pane shows the Object Properties for REF615, including sections for Appearance, Order Code, Addresses, Authentication, SCL Information, and Misc. The bottom status bar shows the date and time: 17. helmikuuta 2014 8:35:09.

Liite 1

7. Ylhäällä olevasta napista voidaan määrittellä luetaanko virtoja vain pyydettäessä vai reaaliajassa.



8. Signal monitoring valikossa voidaan valita esim. 3I jolloin voidaan releeltä lukea virta-arvoja.

Date and Time	Category	User	Object	Message
17.2.2014 8:27:56.492	Message	local\Opettaja - Syst.	System	Project opened: YKA-SVKAAPIV\PCMSERVER\Sähkölabra

17. helmikuuta 2014 8:40:10 **ABB**
8:40
17.2.2014

Liite 1

9. Kun IED (tässä REF615) on valittuna, nähdään sen kommunikaatioasetukset ja muita IED:n kriittisiä arvoja.

Index	Module Name	Module Type	Channel Name
1	X130 (AIM)		LD0.XAGGIO130.Ind1.stVal
2	X130 (AIM)		LD0.XAGGIO130.Ind2.stVal
3	X130 (AIM)		LD0.XAGGIO130.Ind3.stVal
4	X130 (AIM)		LD0.XAGGIO130.Ind4.stVal
5	X120 (AIM)		LD0.XGGIO120.Ind1.stVal
6	X120 (AIM)		LD0.XGGIO120.Ind2.stVal
7	X120 (AIM)		LD0.XGGIO120.Ind3.stVal
8	X120 (AIM)		LD0.XGGIO120.Ind4.stVal
9	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind1.stVal
10	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind2.stVal
11	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind3.stVal
12	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind4.stVal
13	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind5.stVal
14	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind6.stVal
15	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind7.stVal
16	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.SPCSO1.stV
17	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.SPCSO2.stV
18	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.SPCSO3.stV
19	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.SPCSO4.stV
20	X110 (BIO)		LD0.XGGIO110.Ind8.stVal
21	X100 (PSM)		LD0.XGGIO100.SPCSO1.stV
22	X100 (PSM)		LD0.XGGIO100.SPCSO2.stV

Object Properties

- [000] Appearance**
 - Caption: REF615
 - Description: Protection and control IED for medium voltage applications
- [003] Order Code**
 - OrderCode: HBFFAEAGNBA1BCA1XD
- [020] Addresses**
 - IP Address: 192.168.2.10
 - IP-GATEWAY: 192.168.2.1
 - IP-SUBNET: 255.255.0.0
- [030] Communication Control**
 - Connection Type: Fixed
- [080] Authentication**
 - Is Authentication Disabled: False
 - Is Password used: True
 - Password:
- [100] SCL Information**
 - Technical Key: AA1J1Q01A1
- Misc**
 - Configuration Version: D
 - IED Type: REF615
 - Manufacturer: ABB

Output

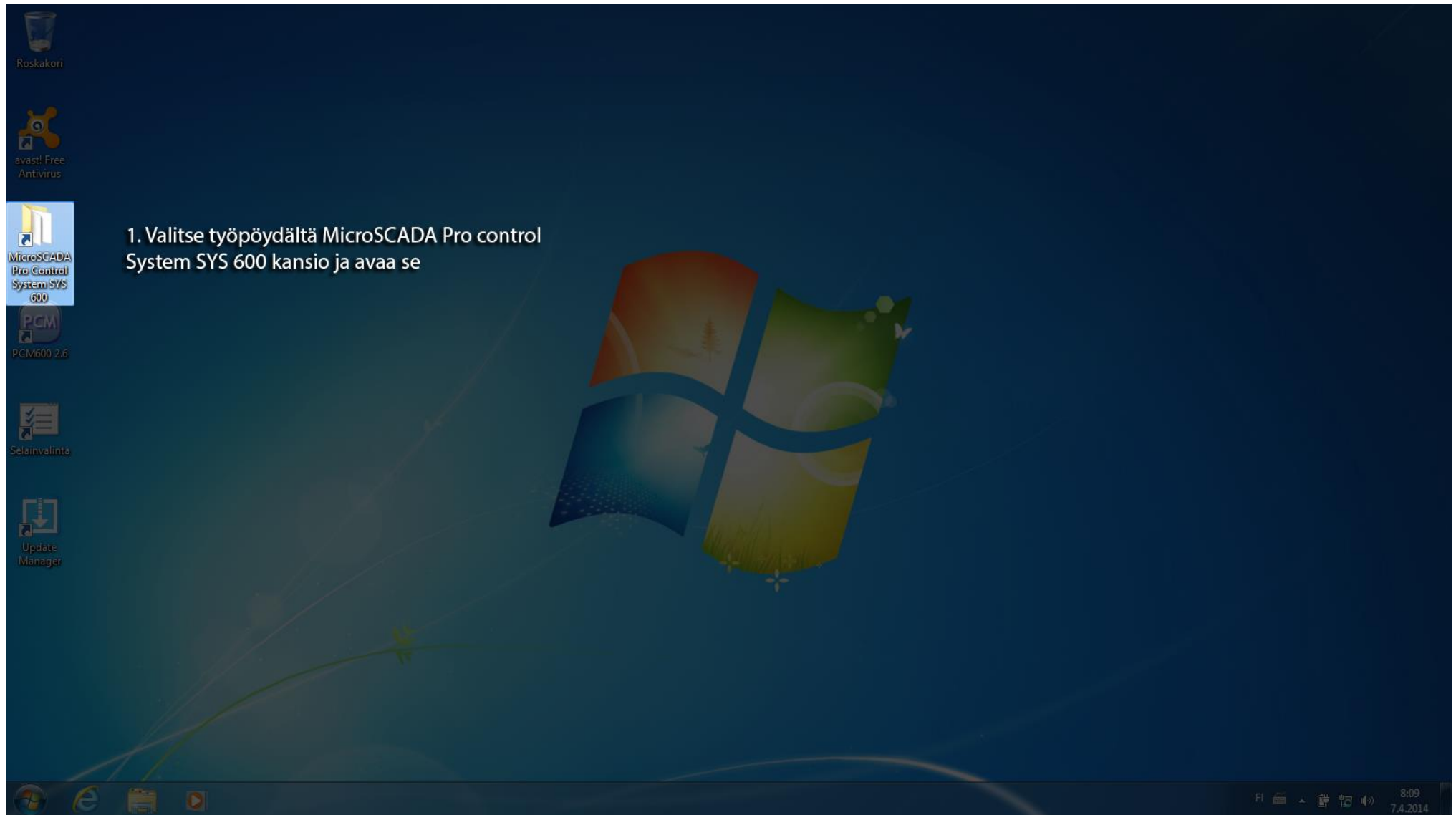
MainApplication Name	Page No	Description

17. helmikuuta 2014 8:22:48 **ABB**

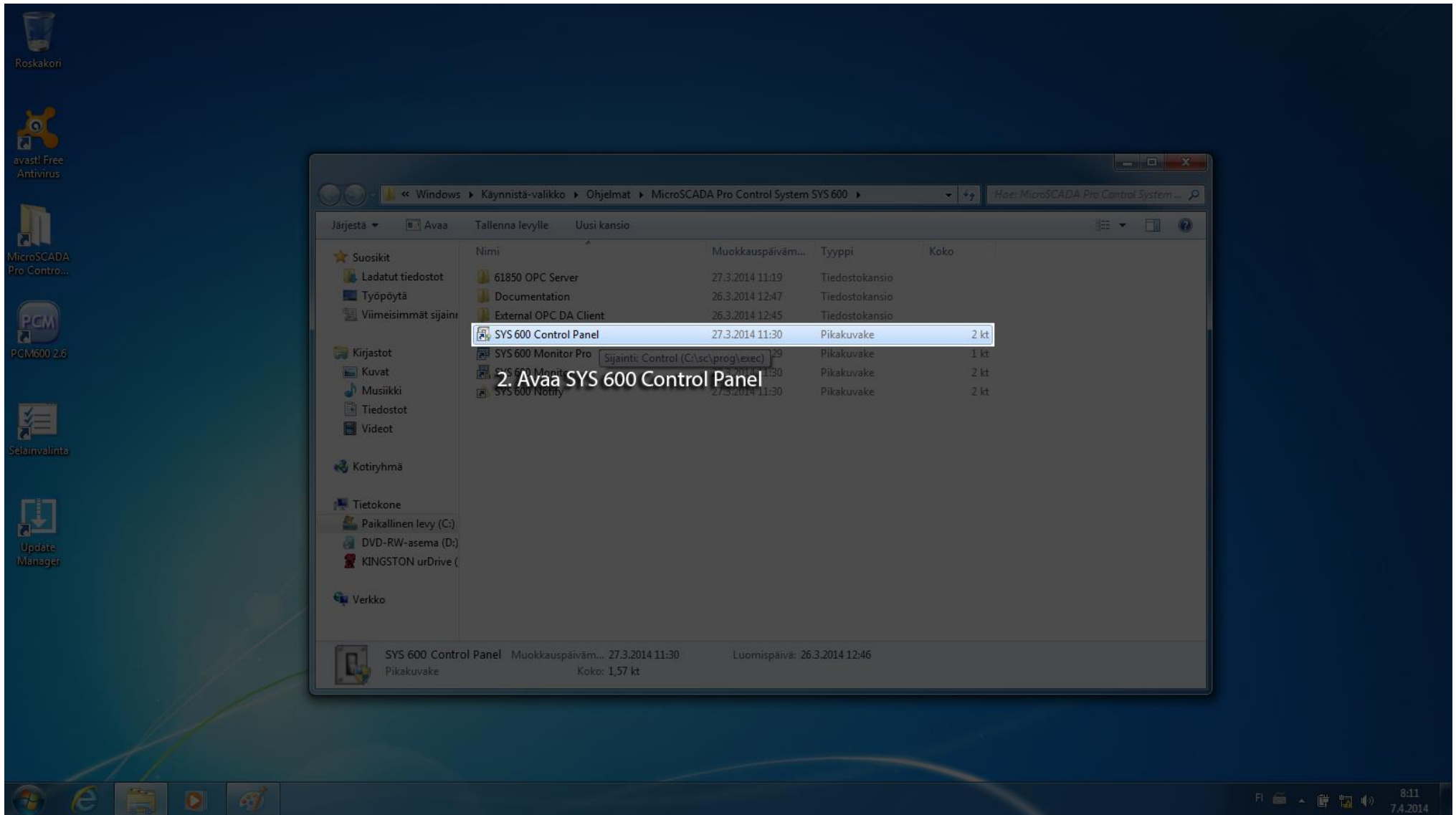
8:22
17.2.2014

Liite 1

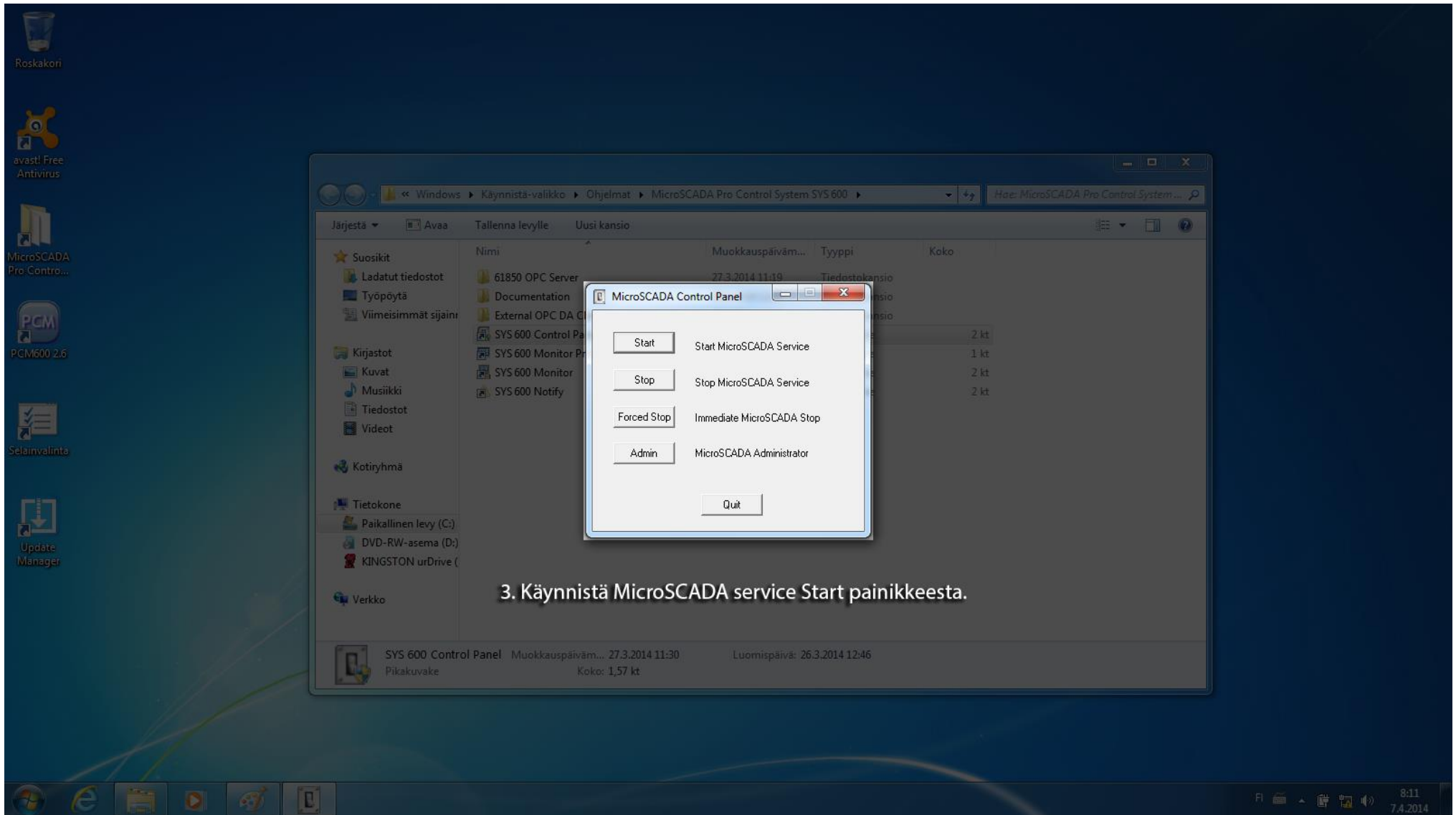
2.2 MicroSCADA Pro & DMS 600



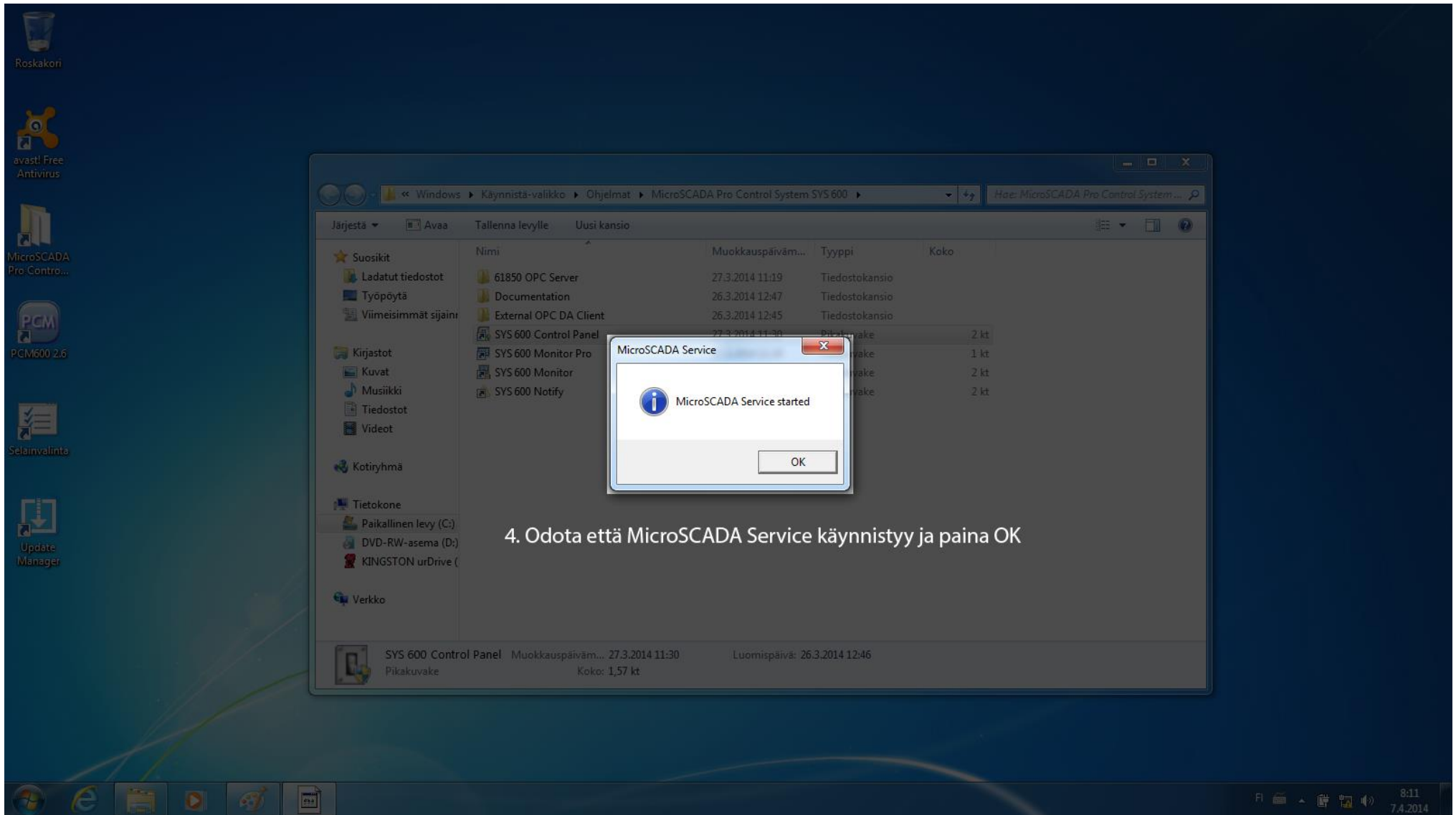
Liite 1



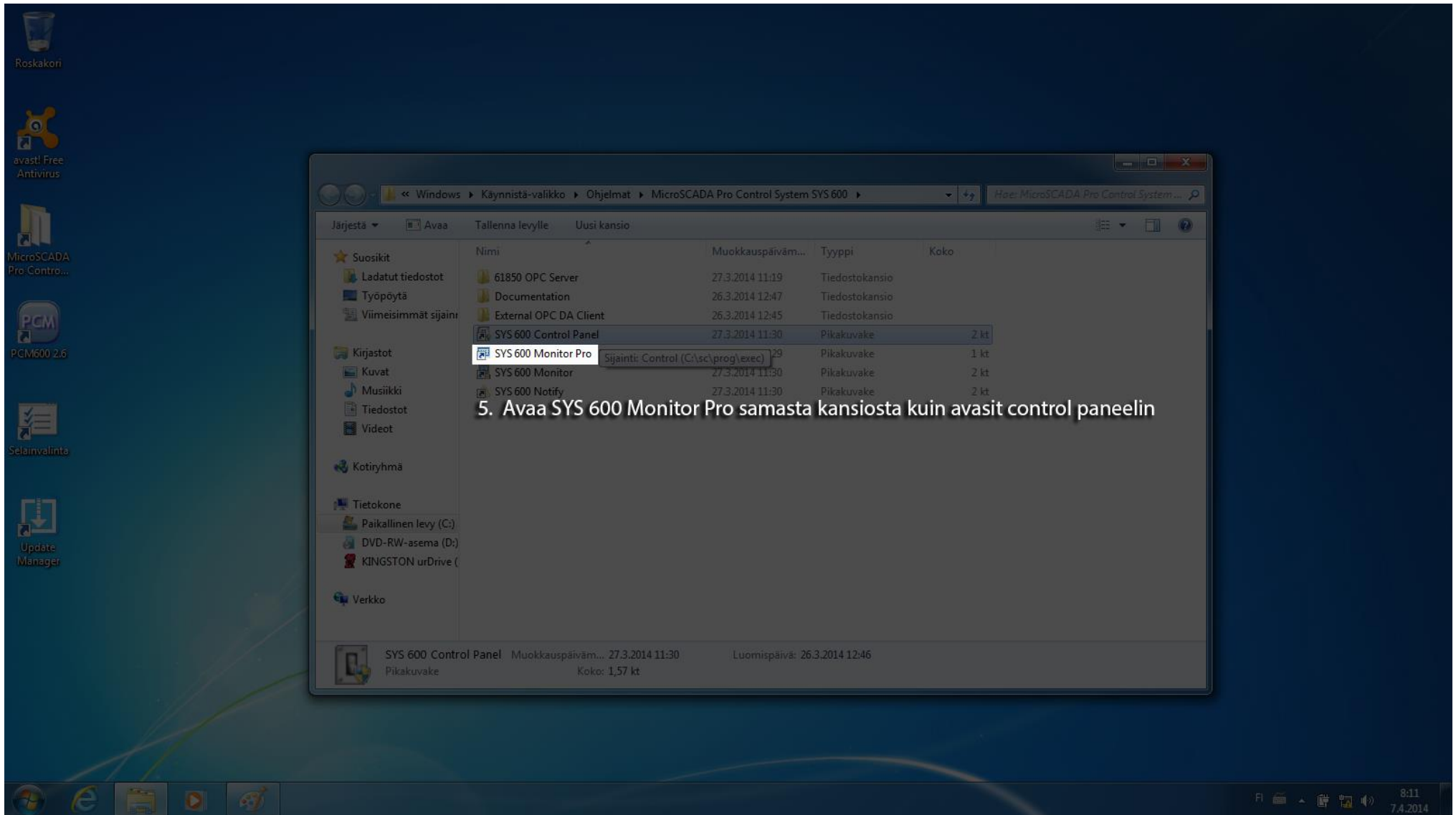
Liite 1



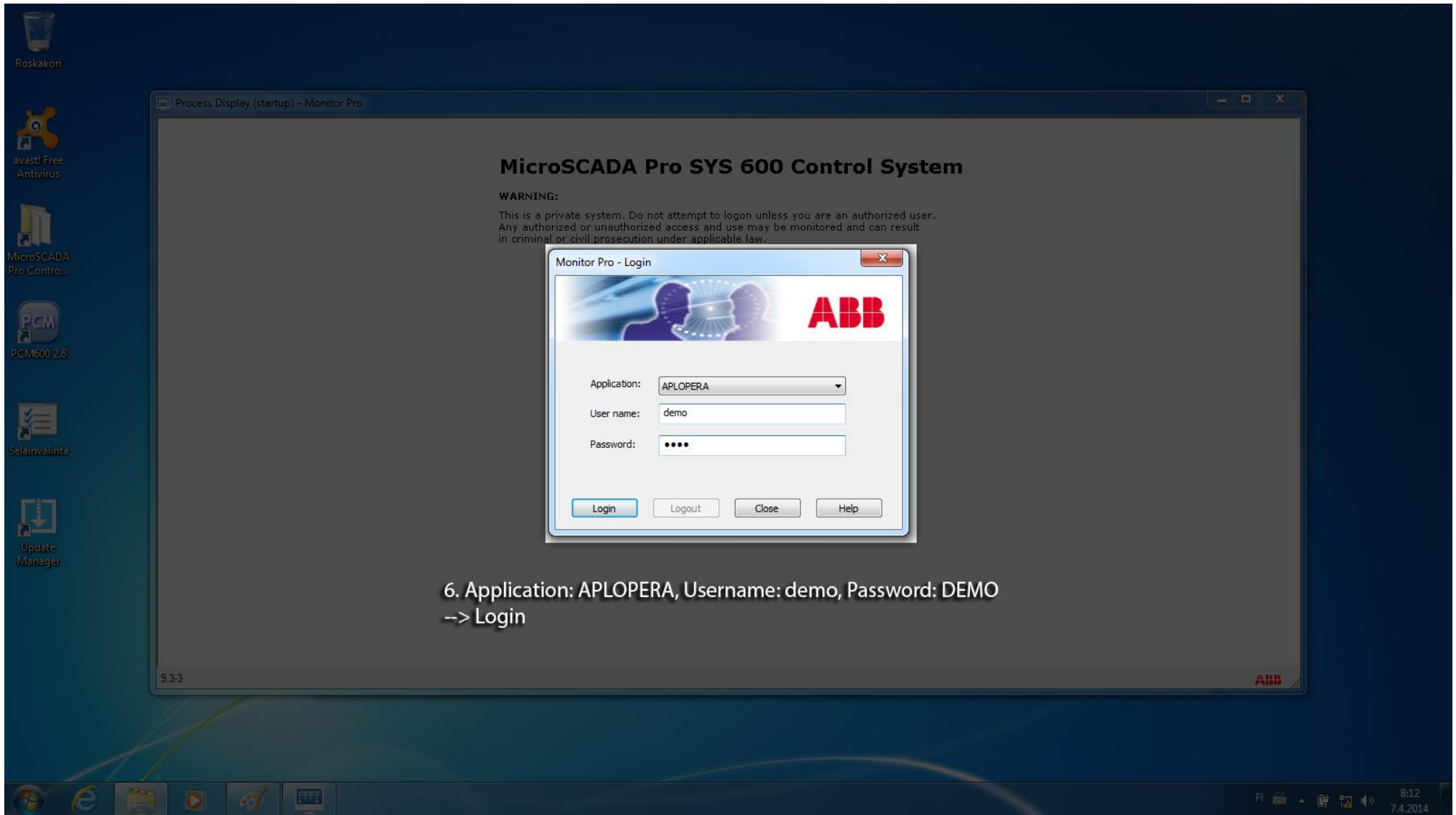
Liite 1



Liite 1



Liite 1



Process Display (startup) - Monitor Pro

MicroSCADA Pro SYS 600 Control System

WARNING:
This is a private system. Do not attempt to logon unless you are an authorized user. Any authorized or unauthorized access and use may be monitored and can result in criminal or civil prosecution under applicable law.

Monitor Pro - Login

Application: APLOPERA

User name: demo

Password: ••••

Login Logout Close Help

9.3.3

8:12
7.4.2014

6. Application: APLOPERA, Username: demo, Password: DEMO
--> Login

Liite 1

Process Display (Rivers) - Monitor Pro / 1 - APLOPERA [User : demo]

Main Navigate View Settings Tools Help

PROCESS DISPLAY - RIVERS

Alarm 2014-04-07 08:12:35 NCC 1 APL 2 Status of Application state

Eastwick Elgarose EstRivHer Herwood Norwood Penrith Rivers Stone

Open Process Display

Vikojen yksittäinen tarkastelu Rivers Eri alueiden kaaviokuvan valinta Näkymän valinta (kaavio, vikalista...)

Redbell Hatfield 110 kV

20 kV

HD1 Remote HD2 Remote HD3 Remote HD4 Remote HD5 Remote HD6 Remote HD7 Remote HD8 Remote HD9 Remote HD10 Remote HD11 Remote

Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2 Q1 Q2

O1 O2 O1 O2 O1 O2 O1 O2 O1 O2 O1 O2 O1 O2 O1 O2

Wilbur Winchester Barnes Roseburg Oaks Green Wardton Cleveland Winniford

Bus coupler

Valitun alueen kaavio

9.3.3 OPETTAJA-PC (NCC 1) 2014-04-07 08:14:20 8:14 7.4.2014

Liite 1

The screenshot displays the 'Process Display - Rivers' software interface. At the top, the title bar reads 'Process Display (Rivers) - Monitor Pro / 1 - APLOPERA [User: demo]'. Below the title bar is a menu bar with 'Main', 'Navigate', 'View', 'Settings', 'Tools', and 'Help'. A 'Tools' dropdown menu is open, listing options such as 'Notes', 'Notification', 'Control Panel...', 'Calendar...', 'Supervision Log...', 'Engineering Tools', 'DMS 600 Workstation...', 'DMS 600 Network Editor...', and 'Disturbance Recorder Tools'. The main area shows a power distribution diagram for 'Rivers'. It features a 110 kV line connecting 'Redbell' and 'Hatfield' stations. Below this, a 20 kV busbar is shown with multiple 'Remote' units (HD1 to HD11). Each remote unit is connected to a set of switches (01, 02) and a bus coupler (03). The diagram also shows various components like transformers, capacitors, and ground connections. At the bottom of the interface, the status bar displays '9.3.3' on the left and 'OPETTAJA-PC (NCC 1) 2014-04-07 08:14:42' on the right. The Windows taskbar at the very bottom shows the system clock at 8:14 on 7.4.2014.

7. Valitse tools ja sieltä DMS 600 Workstation

Liite 1

The screenshot displays the ABB DMS 600 Workstation software interface. A login dialog box is open in the foreground, featuring the ABB logo and the following fields:

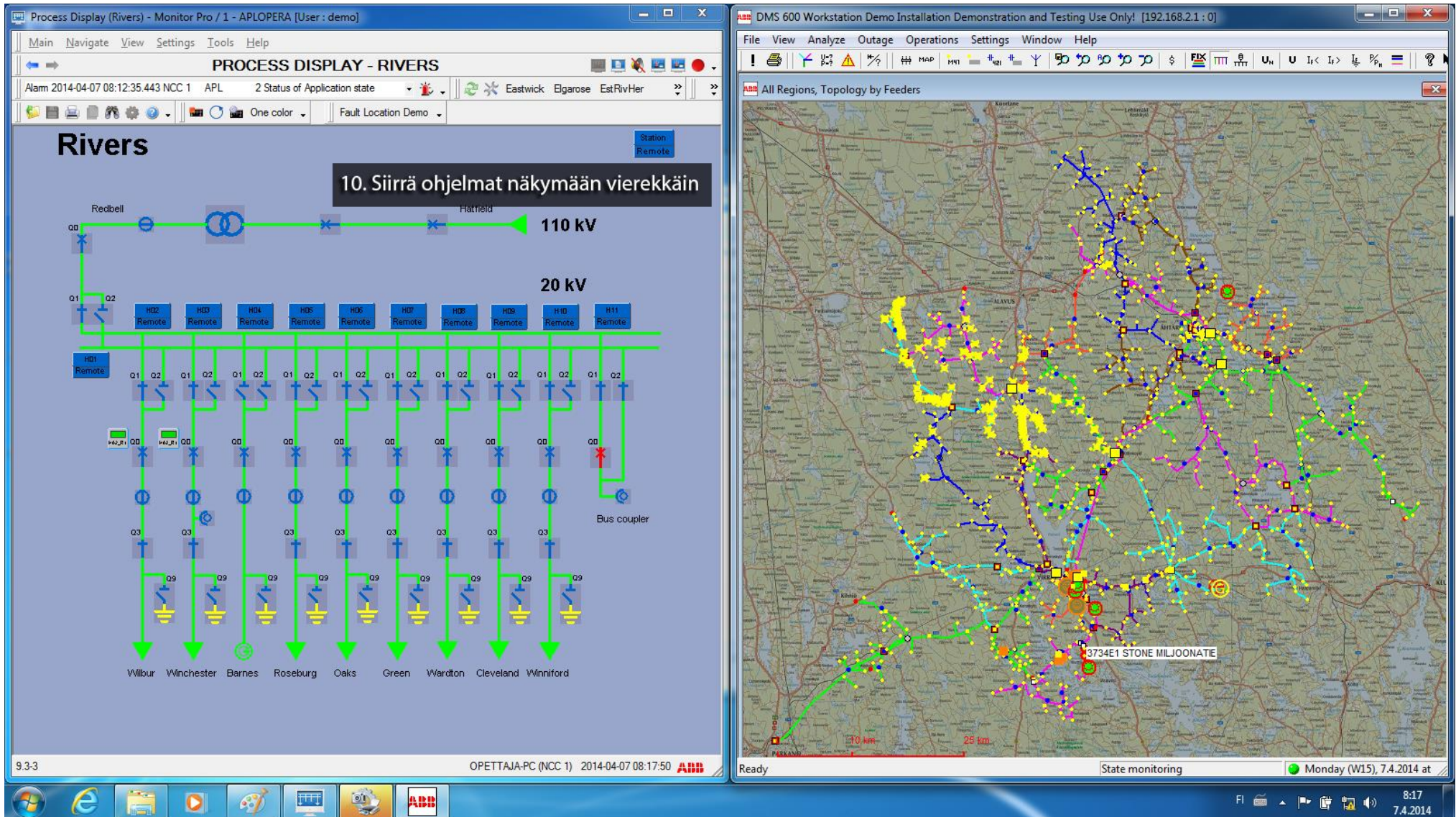
- Username: demo
- Password: DEMO

Buttons for "OK" and "Cancel" are visible at the bottom of the dialog. In the background, a power system diagram is shown, including a 110 kV busbar and a 20 kV busbar. The diagram includes various components such as circuit breakers, bus couplers, and feeders. The feeders are labeled with station names: Wilbur, Winchester, Barnes, Roseburg, Oaks, Green, Waratan, Cleveland, and Winniford. The interface also shows a menu bar (Main, Navigate, View, Settings, Tools, Help) and a status bar at the bottom with the text "OPETTAJA-PC (NCC 1) 2014-04-07 08:15:15".

9. DMS 600 ohjelmaan on samat tunnukset kuin MicroSCADA Pro-ohjelmaan
Username: demo
Password: DEMO
Näiden jälkeen paina OK

8. Valitse ABB työpalkista

Liite 1



Liite 1

The image displays two side-by-side software windows. The left window, titled "Process Display - RIVERS", shows a schematic diagram of a power distribution system. It features a 110 kV line connecting Redbell and Hatfield, which then branches into a 20 kV network. This network includes a bus coupler and multiple busbars, each with associated remote control buttons (e.g., "100 Remote", "101 Remote"). The system is fed into several substations: Wilbur, Winchester, Barnes, Roseburg, Oaks, Green, Wardon, Cleveland, and Winniford. The right window, titled "DMS 600 Workstation Demo", shows a map interface with a zoomed-in view of a specific area labeled "3734E1 STONE MILJONATE". A text overlay on the map reads "11. Valitse kartalta ja suurennuslasi työkaluilla haluamasi alue". The map shows a complex network of power lines and various colored markers. The bottom of the right window displays coordinates (X = 354135, Y = 886644) and a scale of 43.00 x 42.39 km. The system tray at the bottom of the right window shows the date and time: "Monday (W15), 7.4.2014 at 8:18 7.4.2014".

Liite 1

Process Display (Rivers) - Monitor Pro / 1 - APLOPERA [User : demo]

PROCES DISPLAY - RIVERS

Alarm 2014-04-07 08:12:35.443 NCC 1 APL 2 Status of Application state Eastwick Elgarose EstRivHer

Rivers

Redbell Hatfield 110 kV

20 kV

Switch Control

Object identification: Rivers Redbell Q0 (LN=RIVH01_Q0)

Main

Object status

Switch state: Closed
Object is simulated

Open Breaker ... Close Breaker ...

Exit

12. Voit tehdä toimintoja MicroSCADA:n sekä DMS 600 ohjelmien puolella.

DMS 600 Workstation Demo Installation Demonstration and Testing Use Only! [192.168.2.1 : 0]

All Regions, Topology by Feeders

Virrat

3734E1 STONE MILJOONATE

X = 313399 Y = 919179 - Finland Hayford: 62.33096°N 23.39852°E (WGS84: State monitoring)

Monday (W15), 7.4.2014 at 8:18

Liite 1

Process Display (Rivers) - Monitor Pro / 1 - APLOPERA [User : demo]

PROCESS DISPLAY - RIVERS

Alarm 2014-04-07 08:12:35.443 NCC 1 APL 2 Status of Application state Eastwick Elgarose EstRivHer

Rivers

13. Tehdyt toiminnot näkyvät molemmissa ohjelmistoissa

110 KV

20 KV

H02 Remote H03 Remote H04 Remote H05 Remote H06 Remote H07 Remote H08 Remote H09 Remote H10 Remote H11 Remote

H01 Remote

Bus coupler

Wilbur Winchester Barnes Roseburg Oaks Green Wardton Cleveland Winniford

9.3-3 OPETTAJA-PC (NCC 1) 2014-04-07 08:19:13 ABB

ABB DMS 600 Workstation Demo Installation Demonstration and Testing Use Only! [192.168.21 : 0]

All Regions, Topology by Feeders

Material2 map State monitoring Monday (W15), 7.4.2014 at 8:19 7.4.2014