
EROTINASEMAN LISÄÄMINEN KUOPION ENERGIAN KAUKOKÄYTTÖJÄRJESTELMÄÄN

Sauli Vänskä

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sauli Vänskä	
Työn nimi Erotinaseman lisääminen Kuopion Energian kaukokäyttöjärjestelmään	
Päiväys 3.2.2012	Sivumäärä/Liitteet 59/4
Ohjaaja(t) Risto Niemi ja Antti Ruotsalainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion Energia liikelaitos / Käyttöpäällikkö Simo Hyvärinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä liitettiin erotinasema Kuopion Energian MicroSCADA-kaukokäyttöjärjestelmään. Kaukokäytettävällä erotinasemalla siirretään keskijänniteverkon jakorajoja. Sähkön loppukäyttäjän kokemia sähkönjakeluhäiriöitä pyritään minimoimaan liittämällä erotinasemia kaukokäytettäviksi. Sähkönjakeluhäiriötilanteissa kaukokäytettävän erotinaseman katkaisijoita voidaan ohjata käyttökeskuksesta, jolloin asentajan ei tarvitse mennä erotinasemalle erottamaan viallista kohdetta ja viallinen johtolähtö saadaan erotettua verkosta nopeasti.</p> <p>Tässä työssä saatiin toimimaan tietoliikenneyhteys kaukokäyttökeskuksen valvomonäytöltä erotinaseman ala-asemayksikölle. Erottimien ohjauksia ei saatu toimimaan. Toimimattomuus johtui ala-aseman kojeiston apureleelle antamasta liian lyhyestä ohjauspulssista sekä kojeistolta puuttuvasta pitopiiristä. Käytetyn ala-aseman tyyppi oli ABB RTU211.</p> <p>Tässä työssä tehtyjä ja ohjeistettuja tietoliikennetkaisuja voidaan käyttää liitettäessä IEC 60870-5-101 -protokollaa käyttäviä ala-asemia samaa protokollaa käyttävään kaukokäyttöjärjestelmään tietoliikenteen pohjautuessa valtaosiltaan kuitenkin IEC 60870-5-104 -protokollaan. Lisäksi työn johtopäätösosiossa annetaan parannusehdotuksia Kuopion Energian dokumentointijärjestelmään.</p>	
Avainsanat kaukokäyttöjärjestelmä, tietoliikenne, sähkön jakelu, erotinasema, MicroSCADA, kojeisto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Sauli Vänskä			
Title of Thesis How to Attach the Disconnecter Station to the Remote Control System of Kuopion Energia			
Date	3.2.2012	Pages/Appendices	59/4
Supervisor(s) Risto Niemi and Antti Ruotsalainen			
Project/Partners Kuopion Energia Public Utility / Production Manager Simo Hyvärinen			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to attach a disconnecter station to the remote control system of Kuopion Energia. The remote control system was MicroSCADA of ABB. By using the remote controllable disconnectors it is possible to relocate the distribution zones in the medium-voltage network.</p> <p>One of the most important reasons to use remote controllable disconnectors is the willingness to try to minimize the interruptions experienced by the end user. During the interruptions it is possible to control disconnectors by using remote control system at the control room without reason to drive to the disconnecter station. So it is very easy and fast to disconnect the faulty object from the network.</p> <p>In this thesis working telecommunication was made from the remote control system's display to the remote terminal unit of the disconnecter station. The control of the disconnectors did not work as planned. There were two reasons for that undesirable function: the pulse given to the switch gear control relay by the remote terminal unit was too short and a holding circuit was missing in the switch gear. The used remote terminal unit was RTU211 by ABB.</p> <p>It is possible to use those telecommunication solutions used in this thesis when attaching substations and control stations to each other using the IEC 60870-5-101 –protocol when telecommunication is though mostly based on the IEC 60870-5-104 –protocol. In the conclusion-section there are also a couple of improvement suggestions concerning the documentation system of Kuopion Energia.</p>			
<p>Keywords</p> <p>remote control system, telecommunication, distribution of electrical energy, disconnecter station, MicroSCADA, switchgear</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KUOPION ENERGIA	8
2.1	Perustiedot.....	8
2.2	Historia.....	9
2.3	Taloudelliset tunnusluvut.....	10
3	TEOREETTINEN TARKASTELU.....	12
3.1	Sähköverkon käytönvalvonta	12
3.1.1	Sähkönjakelun häiriötekijät.....	13
3.2	Kaukokäyttöjärjestelmä	14
3.2.1	Kaukokäyttöverkossa siirrettävät tiedot	16
3.3	MicroSCADA.....	17
3.4	Kuopion Energian sähköverkon kaukokäyttöjärjestelmä.....	19
3.5	Sähkön laatu	19
3.6	Sähkönjakelukojeisto	20
3.7	Katkaisijat ja erottimet.....	22
3.7.1	Katkaisijat	22
3.7.2	Erottimet	24
3.7.3	Katkaisijan ja erottimen ero	24
3.8	Keskijänniteverkon jakorajojen muuttaminen.....	24
3.9	Kauko-ohjattavat erottimet	25
3.10	Erotinaseman M616 sijainti.....	26
3.11	KE:n viestiverkossa käytettävät yhteysmuodot.....	27
3.12	Erotinasemien ohjauksissa käytetyt viestiliikenneprotokollat.....	29
3.12.1	IEC 60870-5-101	29
3.12.2	IEC 60870-5-104	30
3.13	Asemilla käytetyt tietoliikennekomponentit	31
3.13.1	KU114 IEC104/101-protokollamuunnin	31
3.13.2	Moxa EtherDevice Switch EDS-405A.....	32
3.13.3	ABB RTU211 -ala-asema	33
3.13.4	Moxa NPort 5210.....	34
4	TYÖN SUORITUS	35
4.1	Erotinten ohjauspaikat.....	36
4.2	Erotinaseman ohjausnäyttö kaukokäyttöjärjestelmässä	38
4.3	Kaapelointi M305-M616	39
4.4	MicroSCADAn ja ala-asemien välinen liikennöinti	40
4.4.1	Yhteyskokeilut käyttäen NPort 5210 -laitepalvelinta.....	40
4.4.2	IP-osoitteet.....	42

4.4.3	Yhteys käyttäen Kuumic LAN114 –protokollamuunninta	42
4.4.4	Kuumic LAN114-laitteiden parametrit	43
4.4.5	Liikennöinnin tutkiminen Rku4Win-ohjelmalla.....	45
4.5	RTU 211 –ala-aseman parametrit	48
4.6	Ala-aseman ja kaukokäyttöjärjestelmän välisen liikennöinnin näkyminen operaattorille.....	50
4.7	Käyttöönotto	51
4.7.1	Erotinten testaus kytkentäohjelman mukaisesti	51
4.7.2	Lopullisessa käyttöönotossa todetut asiat	52
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	54
	LÄHTEET.....	57
	LIITTEET	
	Liite 1 Kuopion Energian sähköverkon kaukokäyttöjärjestelmä	
	Liite 2 ABB RTU-211 -ala-aseman binääritulojen määrittely	
	Liite 3 ABB RTU-211 -ala-aseman binäärilähtöjen määrittely	
	Liite 4 M616-erotinaseman kaukokäyttöttestauksen kytkentäohjelma	

1 JOHDANTO

Työskentelin insinööriopiskeluihin kuuluvan työharjoittelujakson Kuopion Energia liikelaitoksella vuonna 2011 toukokuusta elokuuhun. Työharjoittelun yhteydessä sovittiin tehtäväksi myös opinnäytetyö. Työnantaja järjesti opinnäytetyöaiheen, joka oli mahdollista tehdä em. aikaraamissa. Opinnäytetyön laajuus oli realistinen, liittää Kuopion Saaristokaupungin alueella oleva erotinasema M616 Kuopion Energian kaukokäyttöverkkoon. Erotinaseman M616 on ollut kuormitettuna ja paikallisohjauksin käytettävissä vuodesta 2009 alkaen. Kauko-ohjattavilla erottimilla nopeutetaan sähköverkon kytkentämuutoksia vikatilanteiden lisäksi myös huolto- ja kunnossapitotöiden yhteydessä.

Keskijänniteverkkojen automatisoinnilla parannetaan sähköjakelun luotettavuutta. Automatisoinnilla pyritään minimoimaan laajuudeltaan ja kestoltaan niin ennakoimattomien vikatilanteiden kuin suunniteltujen käyttökeskeytysten vaikutukset. Kaukokäytettävää erotinasemaa voidaan ohjata käyttökeskuksesta. Vika- tai häiriötilanteessa asentajan ei tarvitse siirtyä fyysisesti erotinasemalle kokeilemaan ja erottamaan viallista lähtöä paikallisohjauksin, vaan erottimia voidaan ohjata tietokoneen näytöltä kaukokäyttöjärjestelmästä. Tämä nopeuttaa vian paikallistamista ja vika-alue saadaan tyypillisesti rajattua muutamissa minuuteissa murto-osaan koko laajuudestaan.

Tässä työssä kaukokäyttöjärjestelmään liitetty erotinasema sijaitsee lähes kymmenen kilometrin päässä käyttökeskuksesta. Siirryttäessä autolla käyttökeskukselta erotinasemalle lyhintä ja nopeinta reittiä, ollaan koko ajan taajama-alueella, jossa suurin sallittu ajonopeus on 50 km/h. Vikatilanteen tullessa erotinasemalle siirtymiseen kuluu noin 15 minuuttia. Erotinaseman ollessa kaukokäytettävä, tuota siirtymisaikaa ei tule ja viallinen lähtö saadaan siis erotettua nopeammin.

Tärkeimmät Kuopion Energian sähköverkon kaukokäytettävät ja -ohjattavat kohteet ovat kuusi sähköasemaa ja 17 erotinasemaa. Lisäksi kahdelle erotinasemalle on suunniteltu toteutettavaksi kaukokäyttömahdollisuus lähitulevaisuudessa. Tässä työssä saatuja havaintoja ja ratkaisumalleja voidaan käyttää hyödyksi seuraavien erotinasemien kaukokäyttöratkaisuja suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Opinnäytetyön julkisesta versiosta on poistettu Kuopion Energian rengasverkkoa esittävä kuva 2. Lisäksi kaikki tekstissä tai kuvissa esiintyvät ip-osoitteet on korvattu AAA.BBB.CCC.DDD -kirjainyhdistelmällä. Näin on toimittu Kuopion Energian pyynnöstä tietoturvasyistä.

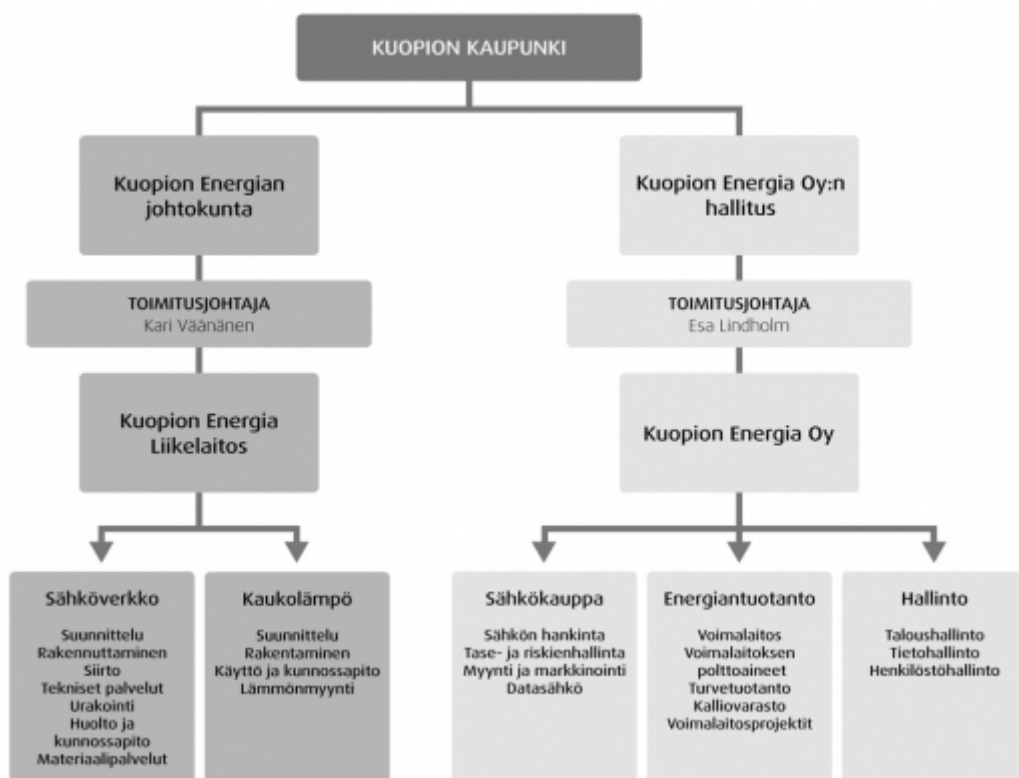
2 KUOPION ENERGIA

Kuopion Energia (KE) on taloudellisesti vakaa energiayhtiö. KE:n liiketoimintaan sisältyvät sähkön ja kaukolämmön tuotanto sekä jakelu, sähkönmyynti sekä asennuspalvelut (Kuopion Energian www-sivusto). Vuoden 2010 lopussa KE:llä oli noin 50 000 sähköasiakasta, 5 200 kaukolämpöasiakasta ja 200 työntekijää.

2.1 Perustiedot

KE, joka on kokonaan Kuopion kaupungin omistuksessa, muodostuu liikelaitoksesta ja osakeyhtiöstä. Yrityksen rakenne, joka esitetään kuvassa 1, on seuraava:

- Liikelaitos KE:n tehtävänä on siirtää sähköä ja toimittaa kaukolämpöä asiakkailleen. Vuonna 2010 henkilöstöä oli 81 ja liikevaihtoa 54,5 miljoonaa euroa.
- KE Oy:n tehtävänä on tuottaa sähköä ja kaukolämpöä, myydä ja ostaa sähköä sekä vastata konsernin hallintopalveluista. Vuonna 2010 henkilöstöä oli 114 ja liikevaihtoa 63,9 miljoonaa euroa.



Kuva 1. Kuopion Energian organisaatiokaavio (Kuopion Energia)

2.2 Historia

Kuopion kaupungissa aloitettiin sähkönkäyttö vuonna 1892, jolloin asennettiin ensimmäiset sähkölamput katulyhtyihin. Lamput valaisi paikallisessa kirjapainossa toiminut dynamo. Vuonna 1906 Kuopion kaupunki teki rakentamispäätöksen omasta sähkölaitoksesta, joka valmistui vuotta myöhemmin. Tuolloin sähköä tuotettiin oman sähkölaitoksen koneilla. Sähkölaitos liittyi valtakunnan verkkoon vuonna 1935. (Kuopion Energia)

Kuopiossa aloitettiin kaukolämmitys vuonna 1963. Ensimmäinen asiakas sai kaukolämpöä vanhasta laivakattilasta tehdystä lämpökeskuksesta. Kaupungin ensimmäinen kiinteä lämpökeskus valmistui samana vuonna Niiralaan. (Kuopion Energia)

Vuonna 1972 valmistui ja käynnistyi Haapaniemen ensimmäinen voimalaitosyksikkö. Tuolloin oma sähköntuotanto käynnistyi ja myös lämmöntuotanto siirtyi Haapaniemeen. Haapaniemen toinen voimalaitosyksikkö rakennettiin vastaamaan energiantarpeen voimakkaaseen kasvuun vuonna 1982. Samana vuonna Kuopion kaupungin sähkölaitos otti käyttöön Kuopion energialaitos -nimen. Vuonna 1996 Kuopion energialaitos muutti nimensä Kuopion Energiaksi. Samana vuonna KE aloitti toimintansa kunnallisena liikelaitoksena. (Kuopion Energia)

Sähkömarkkinalain mukaan sähköverkkotoimintaa harjoittavan verkonhaltijan, jolla on vähintään 50 000 asiakasta, johtoon kuuluva henkilö ei saa toimia sähköntuotannosta tai myynnistä vastaavan yrityksen toimitusjohtajana taikka hallituksen tai sitä vastaavan toimielimen jäsenenä, jos verkonhaltija ja yritys ovat saman osapuolen määräysvallassa. Vuonna 2007 sähköliiketoiminta eriytettiin perustamalla Kuopion Energia Oy, johon siirtyivät energian tuotanto, sähköntuotanto sekä hallintopalvelut. Sähköverkko- ja kaukolämpöliiketoiminnat jätettiin Kuopion Energia Liikelaitokseen. Aluksi molemmilla yhtiöillä oli sama toimitusjohtaja. (Kuopion Energia)

KE:n sähköntuotantoasiakkaiden lukumäärä ylitti 50 000 asiakasta vuonna 2009. Nykyään molemmilla yhtiöillä on sähkömarkkinalain vaatimusten mukaisesti omat toimitusjohtajansa. (Kuopion Energia)

2.3 Taloudelliset tunnusluvut

KE:n taloudelliset tunnusluvut esitetään osakeyhtiön osalta taulukossa 1 ja liikelaitoksen osalta taulukossa 2. Taulukoissa esitetyistä tunnusluvuista havaitaan osakeyhtiön olevan hieman liikelaitosta suurempi niin liikevaihdoltaan kuin henkilöstömäärältään.

TAULUKKO 1. Kuopion Energia Oy:n talouden tunnusluvut (Kuopion Energia)

Liikevaihto, M€	63,9
Liikevoitto, M€	6,6
Liikevoitto, %	12,2
Oman pääoman tuotto, %	22,5
Sijoitetun pääoman tuotto, %	7,6
Omavaraisuusaste	12,5
Maksuvalmius, quick ratio	2,6
Henkilöstö	114

TAULUKKO 2. Kuopion Energia Liikelaitoksen talouden tunnusluvut (Kuopion Energia)

Liikevaihto, M€	54,5
Käyttökate, %	22,07
Oman pääoman tuotto, %	24,09
Sijoitetun pääoman tuotto, %	10,34
Investointien omarahoitus, %	191,9
Käyttöomaisuuden poistoaika, v	7,32
Henkilöstö	81

Taulukoista 1 ja 2 havaitaan KE:n olevan taloudellisesti vakaa energiayhtiö. Oman pääoman tuottoprosentti, joka kertoo yrityksen kyvystä huolehtia omistajien yritykseen sijoittamista pääomista, on eräs tärkeimmistä yrityksen kannattavuustunnuksista. Yrityksen, jonka oman pääoman tuottoprosentti on yli 20, pidetään kannattavana (Kauppalehti). Tämän tunnusluvun perusteella sekä osakeyhtiö että Liikelaitos olisivat kannattavia sijoituskohteita.

Sijoitetun pääoman tuotto prosentti ilmoittaa yrityksen suhteellisen kannattavuuden eli sen tuoton, joka on saatu yritykseen sijoitetulle korkoa tai muuta tuottoa vaativalle pääomalle. Yleisellä tasolla tarkasteltaessa sijoitetun pääoman tuotto prosenttia pidetään tyydyttävänä sen ollessa 6 - 10. Tällä tunnusluvulla tarkasteltuna sekä osakeyhtiö että Liikelaitos luokitellaan tyydyttäväiksi sijoituskohteiksi.

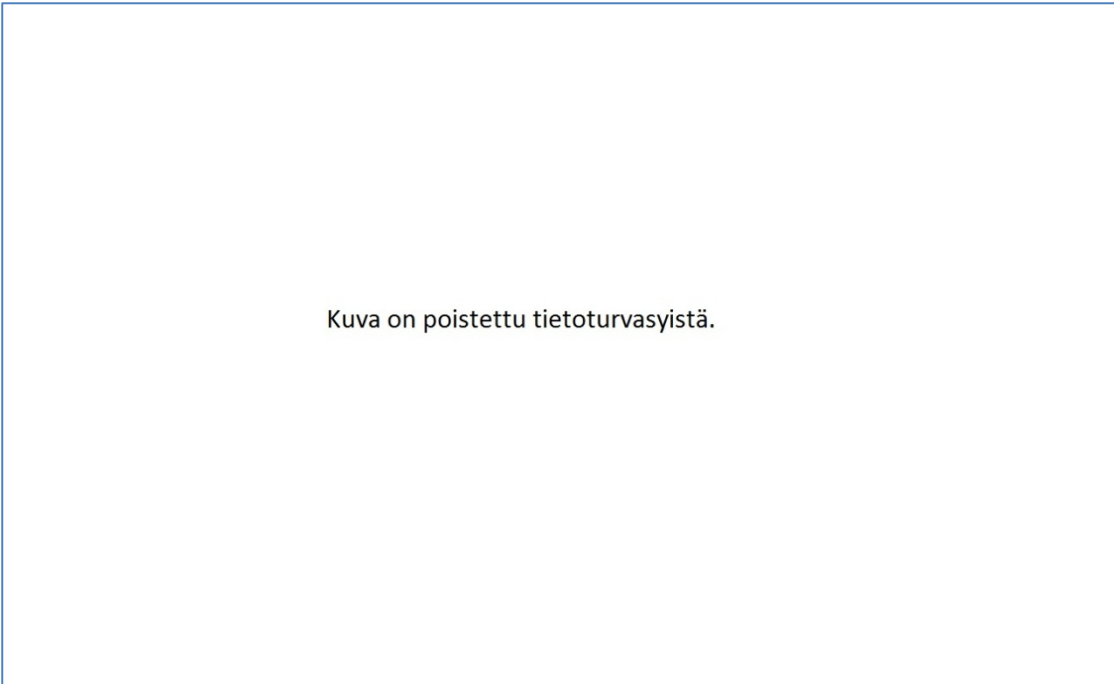
3 TEOREETTINEN TARKASTELU

3.1 Sähköverkon käytönvalvonta

Sähköverkon haltijan on valvottava ja hallittava verkkonsa tilaa reaaliaikaisesti. Sähköjakelun häiriöt on pidettävä kestoajoiltaan lyhyinä ja vaikutuspiireiltään pieninä.

Sähköverkon käytönvalvonnan tehtäviä ovat voimansiirtoverkon käytön suunnittelu ja valvonta, verkon mittaukset, häiriötilanteiden hallinta, verkon vaatimusten ylläpito, johtojen siirtojen hallinta, tasehallinta, reservien ylläpito ja varmuustiedonvaihto. Käytönvalvontajärjestelmä mahdollistaa em. tehtävien suorittamisen siten, että sähköntoimitus on luotettavaa ja verkon käyttö mahdollisimman taloudellista. (Elovaara & Haarla 2011b, 414.)

Kuopion Energian 110 kV:n siirtoverkko on rengasverkko. Käytönvalvontajärjestelmästä otetussa kuvassa (kuva 2) esitetään verkon rakenne. Verkossa on kuusi sähköasemaa, joita kaikkia voidaan ohjata ja valvoa kaukokäyttöjärjestelmän avulla. Kuvassa 2 sähköasemien välillä olevat yhtenäiset viivat kuvaavat avojohtoja ja katkoviiivat maakaapeleita.



Kuva on poistettu tietoturvasyistä.

Kuva 2. Kuopion Energian rengasverkko. Kuvakaappaus käytönvalvontajärjestelmästä.

Sähköasemilla, joita on siis kuusi, muunnetaan rengasverkon 110 kV:n jännite jakeluverkkoon sopivaksi (10 ja 20 kV). Jakeluverkossa olevilla muuntamoilla siirtoverkon korkeammat jännitteet muunnetaan loppukäyttäjille sopivaksi pienjännitteeksi (400 V).

KE:n sähkönjakeluverkossa on hieman yli 700 muuntamoita. Kuopio on kasvava kaupunki ja sen alueella rakennetaan vilkkaasti uudisrakennuksia. Sähköverkon rakentamisesta johtuen muuntamoiden määrä kasvaa vuodessa noin 15–20 kappaletta. Osalle muuntamoista on rakennettu viestiverkkoyhteys, jolloin muuntamot voidaan liittää esimerkiksi etäluennan piiriin. Yhteydellisiä muuntamoita on hieman yli 300 kappaletta ja hieman yli 400 muuntamoita on yhteydettömiä. (Nyyssönen 2011, 52)

3.1.1 Sähkönjakelun häiriötekijät

Avojohdot ovat huomattavasti alttiimpia ulkoisille häiriötekijöille kuin maakaapelit. Kauppa- ja teollisuusministeriön (Forsten & Lehtonen 2002) teettämän selvityksen mukaan sähkökatkoja aiheuttavat linjoille kaatuvat puut, ukkoset, lumi- ja jääkuormat, pakkasen sekä tulvat.

Sähköjohdot on mitoitettu kestämään Suomessa esiintyvät normaalit myrskyt. Suurimman osan sähkökatkoista aiheuttavat keski- ja pienjänniteverkkojohtojen kaatuvat puut. Kanta- ja alueverkoissa on leveämpi (n. 40 m) johtokatu, jolloin kaatuvat puut eivät ylety johtoihin. Salama iskee ilmajohtoihin aiheuttaen maa- tai oikosulkuja. Salama saattaa myös vaurioittaa johtoja tai jakeluverkon laitteita, jolloin keskeytysajaksi muodostuu useita tunteja, riippuen tarvittavista korjaustoimenpiteistä ja korjauskohteen sijainnista. (Forsten & Lehtonen 2002, 7.)

Lumi- ja jääkuormat vaikuttavat ilmajohtoihin. Lumen kertyminen puihin aiheuttaa oksien ja puiden painumisen linjojen päälle. Lunta saattaa myös kertyä johtojen päälle aiheuttaen johtimen maahanpainumisen ja johtojen vaurioitumista. Ongelman aiheuttavat räntä- ja tykkylumi sekä suuri lumimäärä. (Forsten & Lehtonen 2002, 8.)

Tulvat ja runsaat paikalliset kuurosateet voivat aiheuttaa ongelmia muuntamolle. Kova pakkasen voi aiheuttaa vikoja sähkönjakelulaitteille kuten erottimille, katkaisijoille ja suojalaitteille. Lisäksi pakkasen voi katkaista johtoja. (Forsten & Lehtonen 2002, 8.)

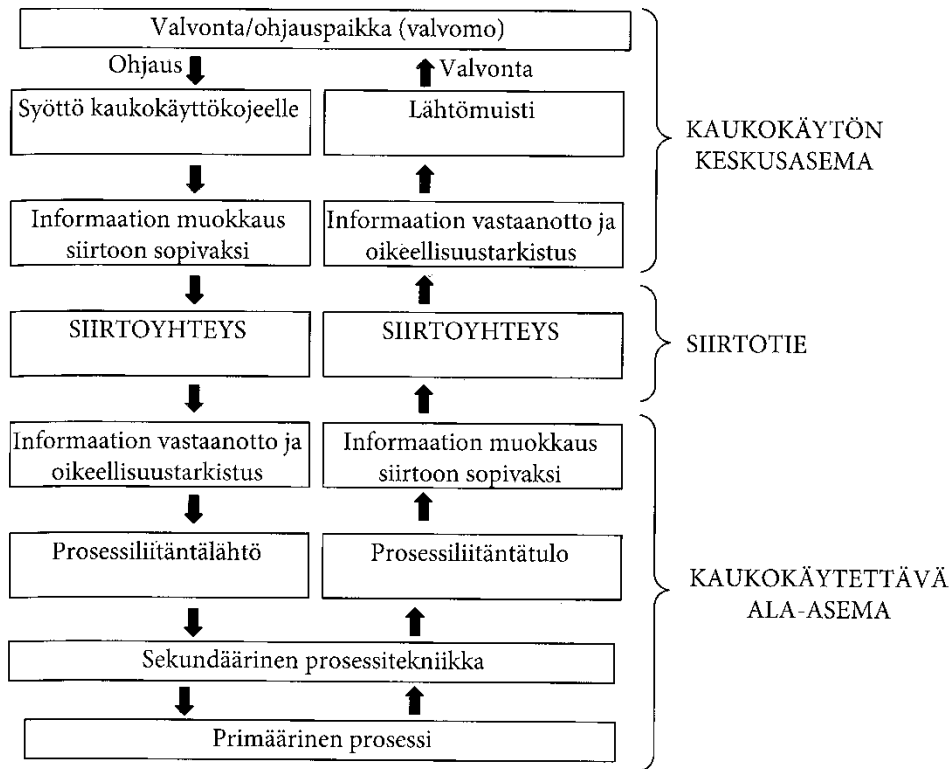
Verkon vikoja yritetään poistaa pika- tai aikajälleenkytkennöillä. Pikajälleenkytkentää käytetään ilmajohtoverkon suojaustoimintona. Vian poistoa yritetään automaattisesti, keskeyttämällä sähkön saanti vajaan sekunniksi. Mikäli pikajälleenkytkentä ei palauta sähköjä, tehdään aikajälleenkytkentä, jossa sähköt katkaistaan uudelleen noin minuutiksi. Mikäli verkossa on vika, jota jälleenkytkennät eivät poista, automatiikka jättää katkaisijat auki. Tämän jälkeen kytkentöjä tehdään manuaalisesti. (Forsten & Lehtonen 2002, 8.)

Ilkivallasta, maankaivutöistä, rakenne- ja käyttövirheistä sekä muista säästä riippumattomista syistä aiheutuvat käyttökeskeytykset ovat yleensä lyhyitä, sillä näitä vikoja ei esiinny useita yhtä aikaa ja korjaustyöt voidaan tehdä nopeasti. Syöttävässä verkossa esiintyvät viat aiheuttaa laajoja keskeytyksiä, etenkin komponenttien vikaantumistapauksissa. Kantaverkon vikojen aiheuttamat käyttökeskeytykset ovat harvinaisia. (Forsten & Lehtonen 2002, 8.)

3.2 Kaukokäyttöjärjestelmä

Kaukokäyttöjärjestelmä toimii yleensä reaaliajassa. Tämä tarkoittaa, että käyttäjä on jatkuvasti selvillä prosessin tilasta ja ohjaukaskäskyjen on mentävä nopeasti ja luotettavasti perille. Nämä tavoitteet johtavat tiedonsiirrolle ja kaukokäyttöjärjestelmien ohjelmille asetettaviin suuriin vaatimuksiin verkkoyhtiöiden häiriöllisessä ympäristössä. (Elovaara & Haarla 2011b, 392–393.)

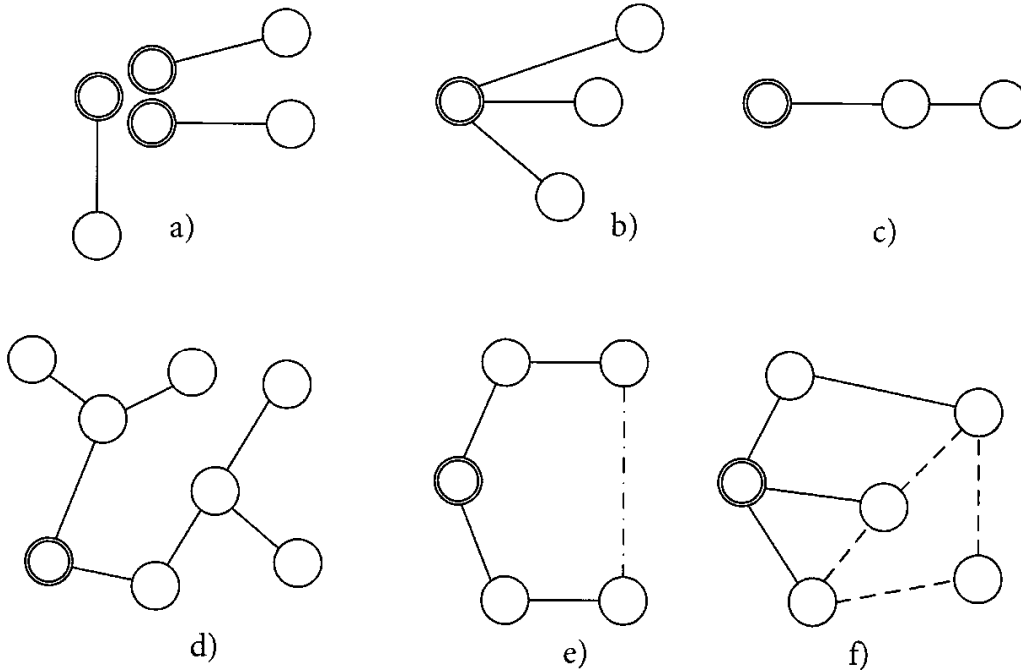
Kaukokäyttöjärjestelmän periaatteellinen toimintakaavio esitetään kuvassa 3. Valvottavasta prosessista saadaan tietoja on/ei-tyyppisinä laitteita tai vastaavia koskevinä tietoina. analogisina mittaustietoina tai erilaisina esikäsiteltyinä tietoina. Nämä signaalit muunnetaan kaukokäyttöelektronikalle soveltuvaan muotoon kaukokäyttölaitteen liitäntäosassa. Varsinaisessa kaukokäyttölaitteessa suoritetaan esimerkiksi näytteenotto, signaalivalinta ja kanavointi eli multipleksiointi, koodaus ja osoitteenmuodostus, minkä jälkeen muodostettu sanoma muunnetaan siirtoa varten. Tämän jälkeen informaatio siirretään siirtotien välityksellä valvomoon. Valvomossa sanoma dekodataan ja tarkistetaan, että sanoma on tullut oikein perille. Tämän jälkeen tiedot ovat nähtävissä näyttölaitteilla sekä jatkokäsittelyn käytettävissä. Ohjaussuunnassa tapahtumat kulkevat periaatteessa samaan tapaan mutta valvomosta prosessin suuntaan. (Elovaara & Haarla 2011b, 392.)



Kuva 3. Kaukokäyttöjärjestelmän toimintakaavio. (Elovaara & Haarla 2011b, 393.)

Kaukokäyttöverkko voi olla rakenteeltaan kuvan 4 mukaisesti piste-pisteverkko, tähti-verkko, linjaverkko, sekaverkko, rengasverkko tai silmukkaverkko. Tarkoituksenmukaisimman rakenteen määrittävät yhteysmenetelmä (esim. kaapeli, radiolinkki), kaukokäyttö- ja valvomokohteiden keskinäinen sijainti, käytettävissä oleva aika, siirrettävä tietomäärä sekä käytettävyyss- ja turvallisuusvaatimukset. Tähti-, linja- ja rengasverkkoja voidaan käyttää pienissä verkkoyhtiöissä, kun taas suuremmissa käytetään rengas- ja silmukkaverkkoja. Piste-pisteverkon käyttö ei ole kannattavaa varsinaisissa kaukokäyttöyhteyksissä, koska se vaatii keskusasetason laitteet jokaiselle asemalle. Matkapuhelinten avulla toteutetuissa yhteyksissä piste-pisteverkko on luonnollinen ratkaisu. Silmukka- ja rengasverkot mahdollistavat viallisen yhteysvälin kiertämisen. (Elovaara & Haarla 2011b, 392.)

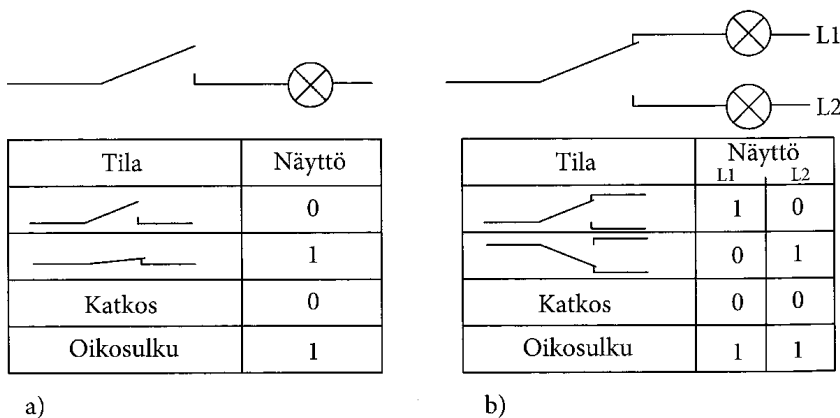
Tässä opinnäytetyössä käytettiin linjaverkko-ratkaisua. Kaukokäyttöjärjestelmän ja M616-erotinaseman välinen liikennöinti tapahtuu M305-erotinaseman kautta. Käytetyssä yhteysmuodossa kaukokäyttöjärjestelmä kyselee eli pollaa molempien erotinasemien kaukokäyttölaitteita kommunikoiden niiden kanssa yhden sarjaporttinsa kautta.



Kuva 4. Kaukokäyttöjärjestelmien rakennetyyppejä. a) Piste-pisteverkko, b) tähtiverkko, c) linjaverkko, d) sekaverkko, e) rengasverkko ja f) silmukoitu verkko (Elovaara & Haarla 2011b, 393.)

3.2.1 Kaukokäyttöverkossa siirrettävät tiedot

Kaukokäyttöverkossa siirrettävät tiedot jaetaan ohjauksiin, mittauksiin, hälytyksiin ja ilmoituksiin. Ohjaustietoihin kuuluvat varsinaiset ohjaukset sekä ohjaustoimenpiteisiin johtavat käskyt. Näistä ovat esimerkkeinä katkaisijan ja erottimen ohjaus, koneen tai laitteen käynnistys sekä asetusarvon muutos. Ohjaus ja asennonosoitus on usein sidottu kiinteästi toisiinsa siten, että kaikkien kaukokäytöllä ohjattavien kohteiden asentotieto siirretään ohjauksen suorittajalle. Asennonosoitus toteutetaan kuvassa 5 esitettävällä yksi- tai kaksinapaisella koodauksella. (Elovaara & Haarla 2011b, 394.)



Kuva 5. a) Yksi- ja b) kaksinapainen asennonosoitus. Virtapiirit kuvaavat koodauksen apuvirtapiirejä. (Elovaara & Haarla 2011b, 394.)

Yksinapaisessa koodauksessa apuvirtapiirin johdinkatkos ja oikosulku johtavat tunnistamattomaan virheeseen. Kaksinapaisessa koodauksessa ne tunnistetaan merkinannoista. Vaativissa kohteissa, kuten katkaisijoissa ja ohjattavissa erottimissa käytetään aina kaksinapaista koodausta. (Elovaara & Haarla 2011b, 394.)

Jotta ohjausreleet ehtivät varmasti toimia, katkaisijan ohjauskäskyn on kestettävä yleensä vähintään 100 ms. Erottimen toiminta-aika on niin pitkä, että ohjauskäskyä on yleensä pidennettävä paikallisesti. (Elovaara & Haarla 2011b, 395.)

Verkkoyhtiöiden mittaustiedot ovat analogisia ja jatkuvia (esim. tehot, virrat, jännitteet, taajuudet, lämpötilat) tai diskreettejä (esim. asentotiedot, toimintalaskurien lukemat, pätö- ja loisenergiamittareiden impulssikosketintoiminnot). Kaikkia saatavissa olevia mittaustietoja ei oteta kaukokäyttöön, koska mittaukset vaativat mittamuuntimet ja siirtoverkko kuormittuu. Lisäksi kaikki saatavissa olevat mittaustiedot eivät välttämättä ole oleellisia. (Elovaara & Haarla 2011b, 395.)

Eräs tärkeimmistä kaukokäyttötoiminnoista on hälytysten välittäminen. Hälytysten avulla sähkötoimituksen varmuutta saadaan parannettua paikantamalla vikoja, nopeuttamalla vikojen korjausta ja mahdollisesti estämällä vaurioiden syntyminen sekä laajeneminen. Hälytystiedot ovat binääriätyypisiä (on/ei) ja melko harvinaisina ne eivät kuormita viestiyhteyksiä. (Elovaara & Haarla 2011b, 395.)

Verkkoyhtiöiden tarvitsemia ilmoitustietoja ovat erilaiset tilanosoitukset kuten asennonosoitukset. Yleensä ala-asemat lähettävät keskusasemalle tiedon muuttuneista tapahtumista. Liikennöinti ei ole jatkuvaa, jolloin viestiyhteydet eivät kuormitu liikaa. (Elovaara & Haarla 2011b, 395.)

3.3 MicroSCADA

KE:llä käytetään sähköverkon käytönohjaus- ja valvontajärjestelmänä MicroSCADAa. MicroSCADA on ABB:n toimittama ja kehittämä ohjelmoitava käytönvalvontajärjestelmä. MicroSCADAa käytetään pääasiassa energianjakelun kaukokäyttösovelluksissa, järjestelmää käytetään jonkin verran myös prosessien, kuten vedenpuhdistuksen ohjaukseen ja valvontaan. (ABB 1999, 1.)

MicroSCADAn tärkein tehtävä on toimia käyttöliittymänä eli välittää tietoa käyttäjän ja valvontajärjestelmän välillä. MicroSCADalla ohjataan ja valvotaan järjestelmää, käsitellään verkon hälytykset ja tapahtumat, kerätään tietoja sekä lasketaan ja raportoidaan mittaustuloksia ja niiden johdannaisarvoja. (ABB 1999, 1.)

MicroSCADAn valvomot ovat nimeltään perusjärjestelmiä. Käytännössä ne ovat nimettyjä tietokoneita, joissa ajetaan käytönohjaus- ja valvontaohjelmistoa. Tietokoneen ohjelmisto sisältää MicroSCADAn ytimen (eli perusohjelman), apuohjelmia, sovellusohjelmointi- ja järjestelmähallintatyökaluja, konfigurointiohjelmiston ja sovellusohjelmiston. (ABB 1999, 1.)

MicroSCADAn ydin on riippumaton sovelluksen käyttöalueesta ja laajuudesta. Ydin, kuten myös suurin osa sovellusohjelmointi- ja järjestelmähallintatyökaluista, on samanlainen kaikissa perusjärjestelmissä. Konfigurointiohjelma spesifioidaan kyseiselle perusjärjestelmälle huomioiden koko järjestelmän laitekoonpano. (ABB 1999, 1.)

Perusjärjestelmä sisältää yhden tai useamman sovelluksen, joka on aina sopeutettu tiettyyn prosessiin. Sovellusta määriteltäessä huomioidaan loppukäyttäjän tarpeet käyttöliittymän layoutista, tietojen esittämistavoista ja ohjaustoiminnoista. Sovellus määrittää sen, kuinka perusjärjestelmä toimii käytönohjaus- ja valvontajärjestelmänä. (ABB 1999, 1.)

MicroSCADAn sovellus koostuu joukosta ohjelmoitavia kohteita, jotka kommunikoivat keskenään, prosessilaitteiston ja operaattorin kanssa. Kohteita on kahta päätyyppiä, käyttöliittymäkohteet ja sovelluskohteet. Käyttöliittymäkohteet, joita ovat esimerkiksi kuvat ja valintaikkunat, muodostavat sovelluksen valvomonäytöllä näkyvän käyttöliittymän. Sovelluskohteet ovat ohjelmoitavia toimintoja, kuten ohjaustoimintoja, laskentaruutiineja, tietojen tallennuksia ja prosessin ohjauksia. Käyttöliittymien ja sovelluskohteiden ohjelmointi tapahtuu SCIL-kielellä, joka on MicroSCADAA varten kehitetty sovellusohjelmointikieli. (ABB 1999, 1-2.)

Kuvissa 2, 8 ja 16 on esitetty MicroSCADAn käyttöliittymä- ja sovelluskohteita. Kuvissa esitetyt symbolit käytetään sähköverkkosovelluksissa. MicroSCADAssa on omat symbolikirjastonsa myös muihin kohteisiin, kuten kaukolämpösovelluksiin.

3.4 Kuopion Energian sähköverkon kaukokäyttäjärjestelmä

KE:n sähköverkon kaukokäyttäjärjestelmä on liitteen 1 mukainen. Kaukokäyttäjärjestelmä sisältää kaksi pääkonetta eli järjestelmäpalvelinta. Järjestelmäpalvelimet ovat fyysisesti täysin eri tiloissa ja eri kaupunginosissa.

Järjestelmäpalvelimet ovat yhteydessä kahteen tietoliikennepalvelimeen, jotka ovat samoissa tiloissa kuin järjestelmäpalvelimet. Tietoliikennepalvelimissa on useita tietoliikenneportteja, ns. RocketPortteja, jotka ovat yhteydessä Fall Back Switcheihin (FBS). FBS-laitteita käytetään modeemien ja isäntäkoneiden välisten RS-232 -viestiyhteyksien kytkemiseen ja varmistamiseen varayhteyksillä (Kuumic Oy).

Järjestelmäpalvelimet, tietoliikennepalvelimet, kaukokäyttäjärjestelmän ylläpitokoneet sekä käyttökeskuksen työasemat ja tulostimet ovat samassa ethernet-verkossa. Yhteydet kaukokäytettäville sähköasemille ja erotinasemille ovat sarjaliikennepohjaisia ja liikennöinti tapahtuu FBS:n kautta.

Liikennöinnissä käytetään kupari- ja valokuituverkkoyhteyksiä sekä hieman langattomia viestiyhteyksiä. Käytännössä liikennöinnissä tehdään protokollamuunnoksia, jolloin sarjaliikennepohjaista liikennöintiä käyttävät asemat liitetään IP-verkkoon. Näin voidaan käyttää IP-verkon tarjoamia mahdollisuuksia kupari- ja valokuituyhteyksineen sekä niihin liitettyjä, Ethernet-standardien vaatimukset täyttäviä, verkkokomponentteja kuten kytkimiä.

3.5 Sähkön laatu

Verkkoyhtiön tavoitteena on toimittaa asiakkailleen riittävän hyvälaatuista sähköä kustannustehokkaasti. Sähkötoimituksessa ei pyritä mahdollisimman hyvään laatuun, koska se edellyttäisi huomattavia lisäinvestointeja sähkönjakelu-, -tuotanto, ja –siirtoinfrastruktuureihin. Asiakkaat eivät ole halukkaita maksamaan kohonneita verkoparannuskustannuksia sähkölaskuissaan.

Seuraavat asiat vaikuttavat sähkön laatuun (Elovaara & Haarla 2011a, 421):

- sähkötoimituksen keskeytykset
- sähkönkäyttöoikeuden rajoitukset
- jännitehäiriöt eli jännitteen nopeat vaihtelut
- jännitteen käyrämuodon vääristymät
- taajuuden poikkeamat nimellisarvosta
- jännitteen taso verkon nimellisjännitteeseen verrattuna sekä jännitteen hitaat vaihtelut ja jännite-epäsymmetriat.

Sopivaa sähkön laatutasoa määritettäessä on huomioitava rakennus- ja valmistuskustannukset ja käyttöominaisuudet sekä niiden keskinäiset riippuvuussuhteet. Vahvassa verkossa on vähemmän jännitteen laadun vaihtelua kuin heikossa verkossa, jossa laitteet joutuvat kohtaamaan enemmän sähkön laatuongelmia. Tällaisessa tapauksessa saattaa olla verkon vahvistamisen sijasta kokonaistaloudellisesti edullisinta vaihtaa laitteet sellaisiin, jotka pystyvät toimimaan jännitteen laadun vaihdella. (Elovaara & Haarla 2011a, 422).

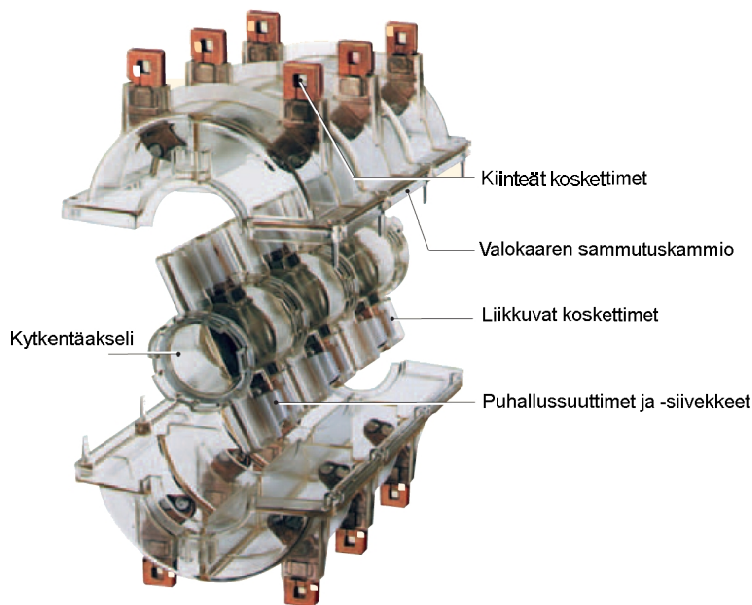
3.6 Sähkönjakelukojeisto

Kojeistolla tarkoitetaan rakennekokonaisuutta, jossa on sähkön tuottamisessa, siirrossa, muuntamisessa tai muuttamisessa tarvittavia kytkin-, suoja-, ohjaus- tai valvontalaitteita (ABB 2000, 19). Tässä työssä ohjattavassa Siemens 8DJ20-kojeistossa on metallikoteloitu sisätalokojeisto. Kojeiston kytkinlaitesäiliö on tehty ruostumattomasta teräksestä eikä rakenteessa ole tiivisteitä. Kojeiston virheelliset ohjaukset on estetty mekaanisin lukituksin ja kojeiston kannessa on selkeä ohjauskaavio. Kojeisto on esitetty kuvassa 6. (Siemens 2007)



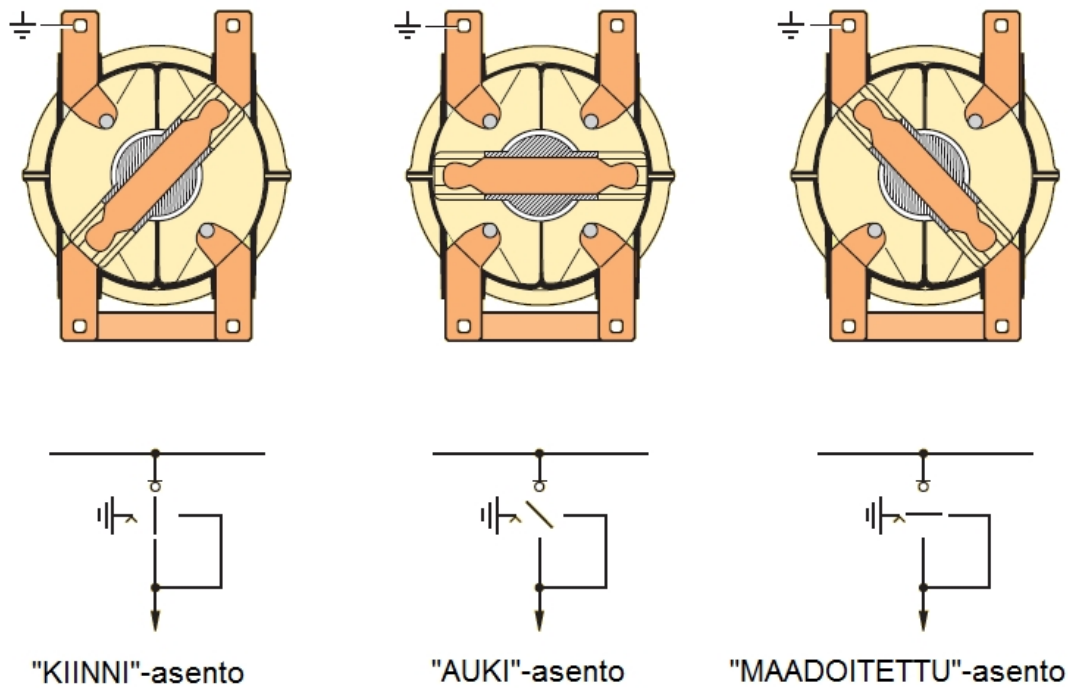
Kuva 6. Siemens 8DJ20 –kojeisto. (Siemens 2008, 6.)

Siemens 8DJ20-kojeiston toimintaperiaate on seuraava. Kytentäkseli ja liikkuvat koskettimet kiertyvät kammiossa, jossa kiinteät vastakoskettimet sijaitsevat. Kytentäkselin mukana kiertyvät painelevyt jakavat jokaisen kytentäkammion kahteen osaan, joiden tilavuudet muuttuvat kiertoliikkeen mukaisesti. Painelevyt aiheuttavat paine-eron kammioiden välille ohjausliikkeen ohjaamana. SF₆-kaasu syöksyy puhallussuuttimien kautta kammiosta toiseen ja sammuttaa aukiohjaustapahtumassa syntyneen valokaaren lyhyessä ajassa. Kuvassa 7 nähdään kojeistossa sijaitsevan erotinajan hajotuskuva. (Siemens 2001, 5.)



Kuva 7. Kolmiasentoerotinajan hajotuskuva (Siemens 2007, 10).

Siemens 8DJ20-kojeistossa on kolmiasentoerotinajan kuormanerotinella ja kytentäkykyisellä maadoitustoiminnalla. Kytentälaiteasentojen välisiä lukituksia ei tarvita, koska kytentälaiteasennot "KIINNI" ja "MAADOITETTU" eivät voi olla yhtä aikaa voimassa. Kolmiasentoerotinajan asennot esitetään kuvassa 8. (Siemens 2007, 10)



Kuva 8. Kolmiasentoerotinmen asennot (Siemens 2007, 10)

3.7 Katkaisijat ja erottimet

Katkaisija ja erotin ovat tyypillisiä sähkölaitostekniikassa virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen käytettyjä kojeita. Tässä luvussa kerrotaan em. laitteiden toimintojen peruseriaatteet.

3.7.1 Katkaisijat

Katkaisijoita käytetään virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen. Ne voivat toimia manuaalisesti tai automaattisesti. Katkaisijan tyypillisin automaattitoiminta on avautuminen ylivirran (esimerkiksi maa- tai oikosulkuvirta) vaikutuksesta. Muuhun syöttöverkkoon kohdistuvia häiriöitä on oltava katkaisutapahtumassa mahdollisimman vähän. (Elovaara & Laiho 1988, 245.)

Katkaisijan on kyettävä vaurioitumatta ja vaaraa aiheuttamatta avaamaan ja sulkemaan oikosulkupiiri, jonka virta on moninkertainen katkaisijan nimellisvirtaan nähden. Katkaisijan on pystyttävä katkaisemaan virtapiirissä esiintyvä suurin oikosulkuvirta ja kytkemään nimellisjännitteinen virtapiiri oikosulkuun. Katkaisija eroaa näin kytkimestä, joka pystyy katkaisemaan ainoastaan nimellisvirtansa. (Elovaara & Laiho 1988, 245.)

Virtapiirin katkaisussa virta ei tyypillisesti katkea välittömästi katkaisijan koskettimien avautuessa, vaan virtapiiri pysyy suljettuna valokaaren välityksellä. Syntynyt valokaari sammutetaan sitä ympäröivän sammutusväliaineen avulla. Väliaine valitaan siten, että se edesauttaa valokaaren sammumista. Katkaisijat voidaan ryhmitellä sammutusväliaineiden perusteella mm. seuraavasti: ilmakatkaisijat, öljykatkaisijat, vähäöljykatkaisijat, paineilmakatkaisijat, SF₆-katkaisijat ja tyhjäkatkaisijat. (Elovaara & Laiho 1988, 250.)

Keskijännitealueella yleisimmin käytettyjä katkaisijatyyppejä ovat vähäöljy-, SF₆- ja tyhjäkatkaisimet. Suurilla jännitteillä SF₆-katkaisijat ovat lähes ainoa katkaisijatyyppejä. Kaikkia edellä mainittuja katkaisijatyyppejä tavataan vielä verkoista. (Elovaara & Laiho 1988, 250.)

Tässä työssä ohjattavassa Siemens 8DJ20-kojeistossa on SF₆-katkaisijat. SF₆-katkaisijoissa valokaari katkaistaan SF₆-kaasulla (rikkiheksafluoridi). SF₆-kaasun etuina muihin katkaisuperiaatteisiin nähden ovat suuri valokaaren jäähdytyskyky, palamattomuus, suuri jännitekestoisuus, kaasun kemiallinen pysyvyys sekä kaasun myrkyttömyys. Lisäksi etuja ovat vähäinen huollon tarve sekä pienikokoiset kojeistot. (Elovaara & Laiho 1988, 259.)

SF₆-katkaisijan ongelmakohdista mainittakoon, että valokaari aiheuttaa myrkyllisiä ja kosteuden kanssa korroosiota aiheuttavia yhdisteitä. Ongelmia aiheuttavat myös kaasu nesteytyminen alhaisissa lämpötiloissa sekä yli 100 kV:n jännitteillä tarvittava suuri ohjausenergia. (Elovaara & Laiho 1988, 259.)

SF₆-katkaisijat soveltuvat lähes kaikkiin katkaisutilanteisiin. Koska SF₆-katkaisija pysyy katkaisemaan nimellisvirtansa huollotta tuhansia kertoja, ne soveltuvat erinomaisesti kompensoimislaitteiden (rinnakkaiskondensaattorit ja -reaktorit) katkaisijaksi. Myös sysäysvirtakestoisuus ja jälleensyttymättömyys puoltavat SF₆-katkaisijoiden käyttöä yksittäisten ja rinnakkaisten rinnakkaiskondensaattoriparistojen katkaisijoina. (Elovaara & Laiho 1988, 259.)

3.7.2 Erottimet

Erottimien tehtävät on määritelty Sähköturvallisuusmääräysten pykälissä 15, 23 ja 50. Erottimen tehtävänä on muodostaa turvallinen avausväli erotettavan virtapiirin ja muun laitoksen välille sekä saada laitoksen osa jännitteettömäksi turvallista työskentelyä varten. Erottimen vaaditaan kiinniasennossaan johtamaan moitteetta kaikki virtapiirissä esiintyvät kuormitus- ja oikosulkuvirrat. Erotinta ei ole tarkoitettu kuormitetun virtapiirin avaamiseen tai sulkemiseen. (Elovaara & Laiho 1988, 263.)

Erottimen avausvälin on oltava erittäin luotettava. Luotettavuus edellyttää näkyvää erottimen avausväliä tai mekaanista asennonosoitusta. Lisäksi erottimen avausvälin jännitelujuuden on oltava suurempi kuin muun ympäröivän eristyksen, esim. vaiheen ja maan välisen eristyksen. (Elovaara & Laiho 1988, 263.)

3.7.3 Katkaisijan ja erottimen ero

Sekä katkaisija että erotin ovat kytkinlaitteita. Katkaisija pystyy katkaisemaan, sulkemaan ja johtamaan niin kuormitus- kuin oikosulkuvirran. Erotin aikaansaa auki-asennossaan luotettavan erotusvälin ja kykenee kiinniasennossaan johtamaan kuormitus- ja oikosulkuvirran. Erottimelta ei vaadita katkaisu- eikä sulkemiskykyä. Käytännössä erottimella kytkeydytään jännitteeseen ja katkaisijalla otetaan virrat sekä ohjataan kuormat käyttökohteeseen.

3.8 Keskijänniteverkon jakorajojen muuttaminen

Keskijänniteverkon erotinasemilla voidaan tehdä kytkentätoimenpiteitä ilman sähkönjakelun keskeytystä käyttämällä kuormanerotimia. Tämä edellyttää keskijänniteverkon rengaskäyttöä. Verkon jakorajoja muuttamalla tuotanto sisältävän johtolähdön kuormitusta voidaan lisätä kevyen kuorman aikana. Näin eliminoidaan jännitteennousu. Jakorajojen muutos edellyttää aina etukäteen suunniteltuja käytönvalvojan toimenpiteitä sekä verkon jännitteiden ja kuormien tarkkailua. (Repo, Laaksonen, Järventausta & Mäkinen 2003, 12.)

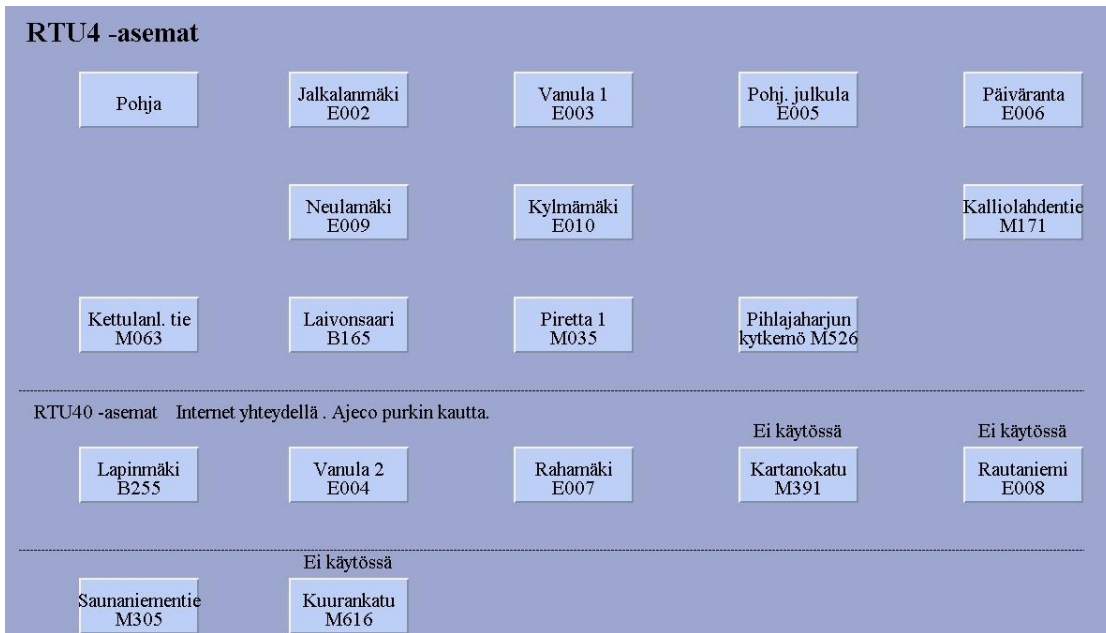
3.9 Kauko-ohjattavat erottimet

Lisäämällä erotinasemien ohjaukset kaukokäyttöverkkoon, erotinasemien käyttö nopeutuu ja helpottuu. Katkaisija- ja erotinlähtöjä ei tarvitse enää mennä ohjaamaan erotinasemalle, vaan ohjaukset voidaan tehdä käyttökeskuksesta. Käyttövarmuuden lisääntyminen korostuu vikatilanteissa, koska asentajan ei tarvitse siirtyä erotinasemalle ohjatakseen lähtöjä. Käyttökeskuksessa työskentelevä operaattori voi ohjata erotinasemien lähtöjä ja selvittää näin mahdollista vikapaikkaa, jonne asentaja voidaan suoraan opastaa. Käytännössä sinä aikana, kun asentaja siirtyy vikapaikalle, käyttökeskuksessa toimiva operaattori on jo kartoittanut viallisen erotinaseman ja lähdön.

Keskeytysten määrään kauko-ohjattavat erotinasemat eivät vaikuta. Asiakkaiden kokemien sähkökatkojen pituus lyhenee, koska kytkentäajat lyhenevät. Asentajan ei tarvitse siirtyä erotinasemalle etsimään ja erottamaan vikapaikkaa kokeilemalla, vaan asentajan saapuessa erotinasemalle vikapaikka on jo tyypillisesti erotettu ja suurin osa kyseisen erotinaseman asiakkaista saa jo sähköä varayhteyksien kautta.

Lisäämällä jakeluverkkoon kauko-ohjattavia erotinasemia, vaativissa häiriötilanteissa voidaan tehdä nopeasti mutkikkaitakin kytkentäjärjestelyjä. Kauko-ohjattavat erotinasemat lisätään yleensä verkon haaroituspisteisiin ja jakorajoille. Yhdellä erotinasemalla on tyypillisesti 2-4 erotinta. Kauko-ohjattavan erotinaseman kustannusarvio on noin 20 000 euroa. (Kumpulainen, Laaksonen, Komulainen, Martikainen, Lehtonen, Heine, Silvast, Imris, Partanen, Lassila, Kaipia, Viljainen, Verho, Järventausta, Kivikko, Kauhaniemi, Lågland & Saaristo 2006, 46.)

Kuvassa 9 esitetään KE:n kaukokäytettävät erotinasemat. Tässä työssä tehtiin kaukokäyttömahdollisuus Kuurankadulla sijaitsevalle M616:lle, joka oli KE:n 17. kaukokäytettävä erotinasema.

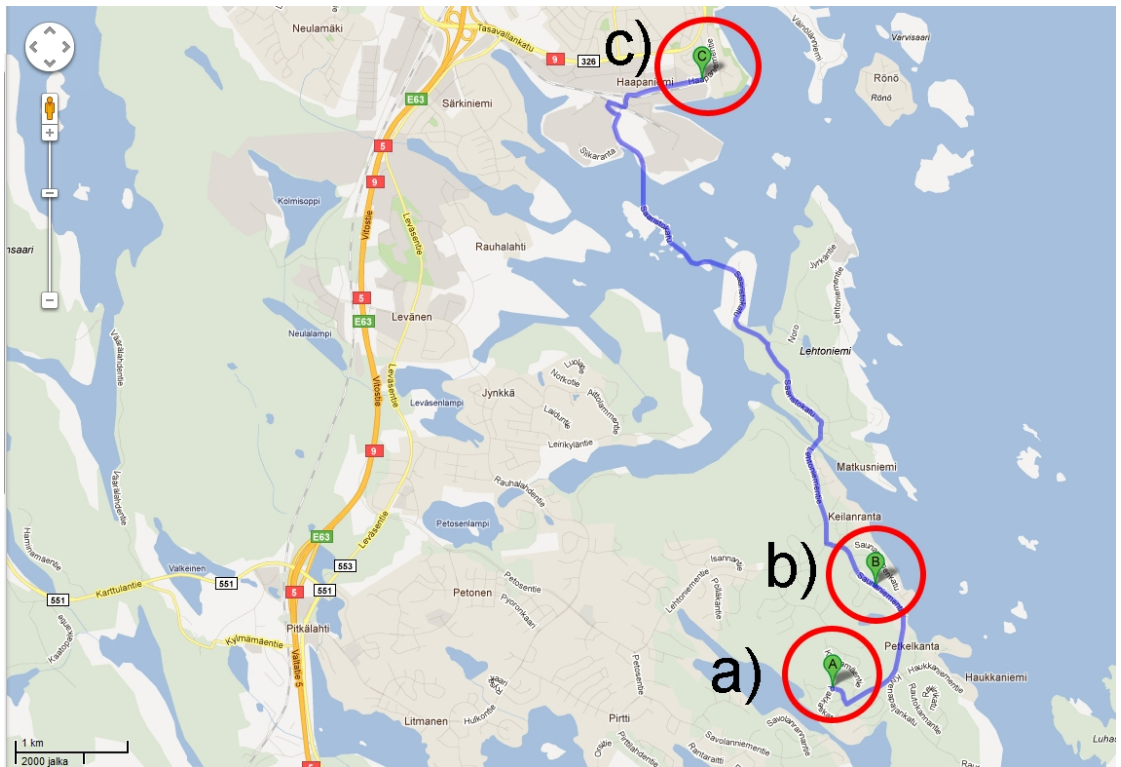


Kuva 9. Kaukokäytettävät erotinasemat. Kuvakaappaus käytönvalvontajärjestelmästä.

3.10 Erotinaseman M616 sijainti

Kuvassa 10 esitetään erotinasemien M305 ja M616 sekä Haapaniemen käyttökeskuksen sijainnit. Erotinasema M305 sijaitsee Saunaniementien ja Saunaniitynkadun risteyksessä. Matkaa Haapaniemeltä M305:lle tulee autoteitä pitkin hieman alle 7 kilometriä. Erotinasema M616 sijaitsee Kuurankadun ja Pakkaskadun risteyksessä. M305:n ja M616:n etäisyys autoteitä pitkin on noin 1,5 kilometriä. Haapaniemen käyttökeskuksesta M616:lle on ajomatkaa noin 8,5 kilometriä. Sekä M305 että M616 sijaitsevat Kuopion Saaristokaupungin alueella.

Saaristokaupunki sijaitsee linnuntietä mitattuna hieman alle kymmenen kilometriä Kuopion keskustan eteläpuolella. M616:n jakelualueella on pääsääntöisesti uusia, muutaman vuoden ikäisiä, omakotitaloja. Kuvassa 10 näkyvä keltainen, kuvan kahtia jakava, viiva on Kuopioon etelästä tuleva 5-tie.



Kuva 10. Erotinasemien M616 (a), M305 (b) ja käyttökeskuksen (c) sijainnit Kuopiossa

3.11 KE:n viestiverkossa käytettävät yhteysmuodot

Ville Nyysösen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2011) tekemässä opinnäytetyössä on kartoitettu KE:n viestiverkon nykytila. Viestiverkossaan KE käyttää langatonta GPRS-yhteyttä, kuparikaapeliverkkoa ja valokuituverkkoa. Lisäksi tutkitaan ja testataan Wi-MAX-tekniikan käyttömahdollisuutta.

KE:n käytössä olevien langattomien GPRS-yhteyksien määrää ei ole kartoitettu, koska kyseinen yhteystekniikka jätetään pois uudesta KE:n viestiverkosta. GPRS-yhteyttä käytetään lähinnä joidenkin erotinasemien kauko-ohjauksessa sekä sähkömittareiden etäluennassa. KE joutuu maksamaan tiedonsiirrosta muuntamokohtaista kuukausikohtaista vuokraa Soneralle. KE luopuu GPRS-yhteydestä kustannusten ja operaattori riippuvuuden takia. (Nyysönen 2011, 45.)

KE:n tietoliikenneverkossa on kuparikaapelia asennettuna noin 120 km. Kuparikaapelitekniikan käyttökunnosta ei tosin ole tietoa, todennäköisesti kaikki eivät ole enää käyttökuntoisia. Viestiverkossa on käytössä 23 eri kuparikaapelityyppiä. Kupariverkoston käytetyin kaapelityyppi on 1970-luvulla asennettu armeerattu paperieristeinen 10-parinen AUMVM10x4x0,5. Sen osuus asennuksista on hieman yli puolet (51 %), noin 60 km. Kaapelien huonot päättämiset ovat johtaneet eristeiden kostumiseen ja

suuri osa kaapeleista on mennyt käyttökelvottomaksi. Kaapelit ovat muuttuneet yli-kuuluviksi. (Nyyssönen 2011, 54.)

Valokuituverkostoa on viime vuosina rakennettu runsaasti. Sähköverkon rakentamisen yhteydessä pyritään asentamaan myös kuitukaapeli, jolloin verkon rakentamiskustannuksia saadaan edullisemmaksi verrattuna tilanteeseen jossa sekä sähköverkko että kuituverkko rakennetaan erikseen. Kuituverkko on KE:n viestiverkon varmin ja toimivin osakokonaisuus. (Nyyssönen 2011, 55.)

Valokuituverkkoa on tällä hetkellä noin 80 kilometriä. Kuitukaapeleita on käytössä 26 erilaista tyyppiä. Käytetyin kuitukaapelityyppi on pylväsasennuksiin käytetty kannatinvaijerillinen FYOHBMUK2x4x6. Sen asennusosuus kuituverkosta on noin 9 km eli noin 11 %. (Nyyssönen 2011, 55.)

KE on todennut, että kaikkien muuntamoiden kaapeloiminen osaksi viestiverkkoa on liian kallista. Kaupunkialueella kuituverkon rakentaminen on ollut kustannustehokasta ja nykyinen viestiverkko on mahdollistanut kuituverkon laajentamisen. WiMAX-tekniikkaa käytettäisiin kauempana olevien muuntamoiden kytkemiseksi nykyiseen viestiverkkoon. (Nyyssönen 2011, 44.)

Nyyssösen 2011 tehdyn opinnäytetyön jälkeen KE on todennut oman WiMAX-verkon rakentamisen hyödylliseksi. WiMAX-verkkoa rakennetaan tätä opinnäytetyötä kirjoitettaessa keväällä 2012. KE:n verkko on all-ip -tyyppinen, jolloin fyysisesti samassa verkossa on tehty useita eri tarkoitukseen soveltuvia virtuaaliverkkoja, VLANeja. Omat VLANinsa voivat saada esimerkiksi kaukokäyttöverkko, toimistoverkko sekä kameravalvonta. (Miettinen 2012)

KE:n viestiverkossa on kaapeleita noin 200 km, joista kuparikaapelia noin 120 km (60 %) ja kuitukaapelia noin 80 km (40 %). Kuparikaapelia on asennettuna hieman enemmän. Tulevaisuudessa kuitukaapeloinnin osuus tulee kasvamaan. On huomiotava, että tässä vertailussa käsitellään asennettuja kaapeleita. Osa kuparikaapeleista tiedetään käyttökelvottomiksi, joten käyttökelpoisia kaapeleita vertailtaessa kuitukaapeloinnin suhteellinen osuus olisi suurempi. (Nyyssönen 2011, 56.)

KE omistaa viestiverkkonsa, lukuun ottamatta edellä mainittuja GPRS-yhteyksiä. Kaikki viestiverkon keskeiset laitteet ovat kahdennettuja. Viestiverkon topologia koostuu useammasta rengasverkosta, jolloin verkon vikasietoisuus paranee. (Miettinen 2012)

3.12 Erotinasemien ohjauksissa käytetyt viestiliikenneprotokollat

KE:llä MicroSCADAn ja ala-asemien välisessä liikennöinnissä käytetään kahta protokollaa, IEC 60870-5-101 ja IEC 60870-5-104. Vanhemmissa järjestelmissä käytetään sarjaliikennekommunikointiin tarkoitettua protokollaa IEC 60870-5-101. Uudemmissa järjestelmissä käytetään TCP/IP –verkossa toimivaa IEC 60870-5-104 –protokollaa. Molemmat protokollat on suunniteltu käytettäväksi käytönvalvontajärjestelmän ja ala-asemien välisessä tiedonsiirrossa.

3.12.1 IEC 60870-5-101

IEC 60870-5-101 -protokolla (lyhemmin IEC-101) julkistettiin 1990-luvun alussa. Protokolla on suunniteltu käytettäväksi energiasektorilla, jossa sitä käytetään erityisesti käytönvalvonnan sarjaliikenteiseen kommunikointiin. IEC-101 –protokollaa käytetään ensisijaisesti suhteellisen hitailla yhteyksillä. (IPCOMM GmbH.)

Protokollan fyysinen kerros tarjoaa RS-232 – ja RS-485-standardien mukaisen liitäntämahdollisuuden. Protokollan linkkikerros mahdollistaa kahden eri siirtotilan, balansoidun ja balansoimattoman, käyttömahdollisuuden. Balansoimattomassa tiedonsiirrossa väylän isäntälaitte, eli yleensä käytönvalvontajärjestelmä, pollaa eli kyselee hallitsemansa väylän ala-asemat osoitejärjestyksessä. Ala-asemat lähettävät tietoa siis vain isäntälaitteen pyynnöstä. (IPCOMM GmbH.)

Balansoidussa tiedonsiirrossa ala-asemat voivat lähettää tietoja isäntälaitteelle spontaanisti, ilman erillistä pyyntöä. Balansoidussa tiedonsiirrossa tapahtumatieto siirtyy isäntälaitteelle välittömästi, balansoimattomassa tiedonsiirrossa tieto siirtyy vasta seuraavan kyselyn yhteydessä. Balansoimaton järjestelmä on helpompi toteuttaa ja hallita, koska isäntäasema voi vapaasti päättää milloin ja minkä ala-aseman kanssa kommunikoidaan. IEC-101-protokollaa käyttävät laitteet alkavat olla epäkäytännöllisiä johtuen hitaasta nopeudestaan ja mahdollisista käyttömaksuistaan. (Tamsi 2010, 41.)

3.12.2 IEC 60870-5-104

IEC 60870-5-104 -protokolla (lyhemmin IEC-104) julkistettiin vuonna 2000. Protokolla mahdollistaa käytönvalvontajärjestelmän ja ala-asemien välisen kommunikoinnin nykyaikaisessa TCP/IP-verkossa. Sovelluskerrokseltaan IEC-104 ei juuri poikkea IEC-101:stä, ainoastaan joitakin datatyyppejä ei käytetä. Suurimmat erot ovat protokollan fyysisessä ja linkkikerroksessa. IEC-104 -protokollan suurin etu on kommunikointi standardoidussa verkossa, jossa tietoa siirretään samanaikaisesti useiden laitteiden ja palvelujen välillä. (IPCOMM GmbH.)

IEC-104 -protokolla mahdollistaa tapahtumien lähettämisen symmetrisesti. Tämä tarkoittaa, että samalla kun käytönvalvontajärjestelmä suorittaa taustalla toimintaansa, ala-asemat pystyvät käsittelemään ja lähettämään samanaikaisesti tapahtumia ja pyyntöjä. Käyttämällä IEC-101:n sijasta IEC-104 -protokollaa, verkko saadaan entistä tehokkaampaan käyttöön, ja tämän ansiosta tietoa esimerkiksi hälytyksistä ja mitauksista saadaan nopeammin toimitettua. (Tamsi 2010, 42.)

Taulukossa 3 vertaillaan IEC-101- ja IEC-104 -protokollia OSI-kerroksittain. OSI-mallin kehittämisen aloitti kansainvälinen standardointijärjestö ISO (International Standards Organization) 1970-luvun lopulla. OSI-malli, Open System Interconnection, määrittelee tietoliikennejärjestelmän kerrosteisen verkkorakenteen. OSI-malli jakaa viestinnän seitsemään kerrokseen, joista jokainen on täysin riippumaton viereisistä, mutta toisaalta turvautuu allaan olevan kerroksen tarjoamiin palveluihin. Jokaisella kerroksella on siis oma rajapintansa, jonka kautta kerros voi antaa ylä- ja alapuolellaan oleville kerroksilla vain määritellyjä pyyntöjä tai ilmoituksia, joihin se saa vasteita ja vahvistuksia. (Oulun seudun ammattikorkeakoulu.)

TAULUKKO 3. IEC-101- ja IEC-104 –protokollien vertailu OSI-kerroksittain (IPCOMM GmbH)

<i>nro</i>	<i>kerros</i>	<i>tarkoitus</i>	<i>IEC-101</i>	<i>IEC-104</i>
7	sovellus	itse sovellus	IEC 60870-5-5, IEC 60870-5-4, IEC 60870-5-3	IEC 60870-5-5, IEC 60870-5-4
6	esitystapa	yhteinen data	ei käytössä	ei käytössä
5	yhteys	yhteyksien hallinta ja synkronointi	ei käytössä	ei käytössä
4	kuljetus	sovellusten osoittaminen ja virheiden korjaus	ei käytössä	TCP (RFC 793)
3	verkko	verkkojen yhdistäminen ja siirto verkkojen välillä	ei käytössä	IP (RFC 791)
2	siirto	bittien siirtäminen yhden verkon välillä	balansoitu / balansoimaton, IEC 60870-5-2, IEC 60870-5-1 (FT 1.2)	PPP (RFC 1661 & RFC 1662), IP ethernetin yli (RFC 894)
1	fyysinen	fyysiset liitännät	RS232 (V.24) / X.24 (X.27)	X.21 / ethernet (IEEE 802.3)

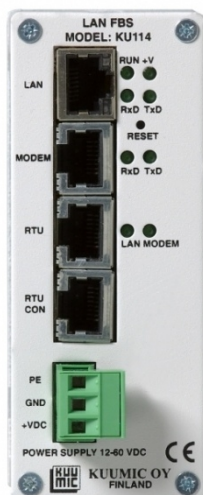
3.13 Asemilla käytetyt tietoliikennekomponentit

Tässä luvussa esitellään erotinasemilla käytetyt, opinnäytetyön kannalta keskeisimmät, tietoliikennekomponentit ja -laitteet. Käytännössä kaikki laitteet liittyvät oleellisesti ala-aseman ja käytönvalvontajärjestelmän väliseen tiedonsiirtoon.

3.13.1 KU114 IEC104/101-protokollamuunnin

Suomalaisen Kuumic Oy:n valmistama KU114-protokollamuunnin muuntaa liikenteen protokollien IEC 60870-5-101 ja IEC 60870-5-104 välillä. Laite rakentaa valvomolta vastaanotettujen komentojen perusteella listan pollattavista ala-asemista ja pollauskiertoon kytketyt ala-asemat toimivat läpinäkyvästi muuntimen lävitse. Asemat säilyvät listalla kunnes laite käynnistetään uudestaan tai asema poistetaan listalta manuaalisesti. (Kuumic Oy)

Kuvassa 11 esitetään KU114-protokollamuunnin. KU114:n käyttöjännite (12–60 VDC) kytketään alalaidassa olevaan sähkönsyöttöliittimeen. IEC-104 –liikenne kytketään laitteen LAN-liitäntään RJ45-liittimellä ja ala-asemalle menevä IEC-101 –liikenne kytketään RTU-liitäntään RJ45-liittimellä. Laite asennetaan DIN-kiskoon.



Kuva 11. KU114-protokollamuunnin (Kuumic Oy)

3.13.2 Moxa EtherDevice Switch EDS-405A

Moxa EtherDevice Switch EDS-405A, joka nähdään kuvassa 12, on 5-porttinen hallittava ethernet-kytkin. Kytkin mahdollistaa useiden yhteystapojen käytön, mm. portti-kohtaisen VLAN-yhteyden ja vikasietoisien Turbo Ring-ominaisuuden. Laite asennetaan DIN-kiskoon.

Laitteen käyttöjännite (12–45 VDC) tuodaan laitteen päällä olevaan sähkönsyöttöliittimeen. Laitteen yläreunassa on kaksi kuituporttia, joihin käytetään SC/ST-liitintä. Laitteen alareunassa on kolme RJ45-porttia. Kuitu- ja RJ45-portit ovat keskenään samanarvoisia.

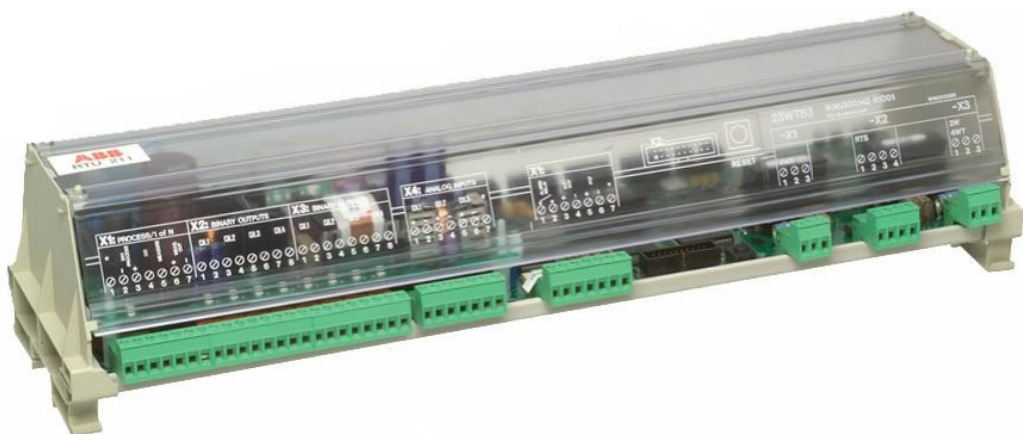


Kuva 12. Moxa EDS-405 –ethernet-kytkin (Industrial Networking Solutions)

3.13.3 ABB RTU211 -ala-asema

ABB:n valmistama RTU211 on kaukokäyttöjärjestelmän ala-asema, joka kommunikoi suojaus- ja ohjauslaitteiden sekä ylemmän tason, esimerkiksi valvomon, kanssa. RTU211 kommunikoi ylätasolle IEC101-liikennöinti-protokollan avulla. RTU211-ala-asemaan on kaapeloitu kaikki kentältä tulevat ja kentälle lähtevät tiedot. Ala-asema on modulaarinen ja mikroprosessoriohjattu.

Ala-aseman I/O-rajapinta on ohjelmoitavissa halutunlaiseksi. RTU211 -ala-asemaan voidaan laajennuskorttien avulla kytkeä satoja I/O-pisteitä. Jokaisella laajennuskortilla on oma prosessoriyksikkö. Tässä työssä ala-asemassa käytettiin peruskorttia 23IO96, joka sisältää 16 digitaalituloa, 8 digitaalilähtöä ja 8 analogiatuloa. Laitteen käyttöjännite on 24 VDC. Kortin kytkennät tehdään ruuviliittimillä, joita on molemmilla puolilla ala-asemaa. DIN-kiskoon asennettava RTU211 esitetään kuvassa 13.



Kuva 13. ABB RTU211 -ala-asema (ABB)

3.13.4 Moxa NPort 5210

Moxan valmistama NPort 5210 –laittepalvelin (kuva 14) on suunniteltu RS-232 -sarjaliikennelaitteiden liittämiseksi ethernet-verkkoon ilman laitevalmistajien erillisajureita. Laittepalvelimen avulla sarjaliikennelaite voidaan kytkeä tietokoneeseen ethernet-verkon yli. Laite toimii 24 VDC:n käyttöjännitteellä ja se voidaan asentaa erillisen sovittimen avulla DIN-kiskoon. Laitteessa on kaksi RS-232 –sarjaporttia, joihin liitytään RJ45 –liittimellä. Lisäksi laitteessa on yksi RJ45 –liitin lähiverkkokytkeä varten.



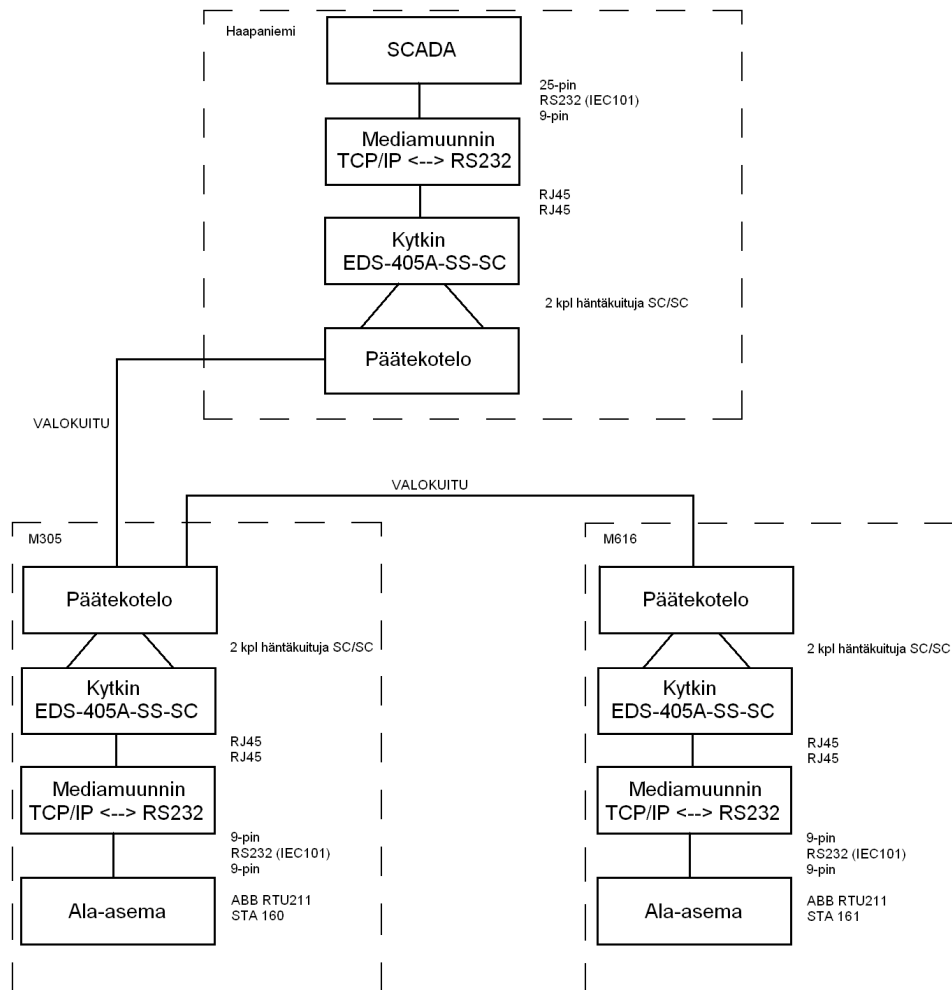
Kuva 14. Moxan NPort 5210 (Moxa)

Laite tukee useita liikennöintiprotokollia, kuten *TCP server/client* sekä *UDP*. TCP on lyhenne sanoista *Transmission Control Protocol*, protokollalla luodaan yhteyksiä koneiden välille. NPortit voidaan kytkeä pariin, että molemmissa päissä liikenne kulkee sarjaliikenteenä, ja NPorttien välillä ethernetissä UDP on lyhenne sanoista *User Datagram Protocol* ja se on yhteydetön protokolla. (Moxa)

TCP-protokolla, johon suurin osa Internetin liikennöinnistä pohjautuu, on luotettava tiedonsiirtoprotokolla. TCP pilkkoo lähetettävän tiedon paketeiksi, kuljettaa tietopaketit ja lopulta yhdistää paketit. *Server/client* –moodissa palvelin ja asiakas kätelevät ennen ja jälkeen tiedonsiirron, lisäksi tiedonsiirron yhteydessä datapakettien siirtymisen varmistetaan usein eri tavoin. *UDP*-liikennöinnissä ei varmisteta viestin perillemeno. Tästä johtuen UDP:n varmuus ei yllä TCP:n tasolle. (Omnisecu.com)

4 TYÖN SUORITUS

Työssä liitetään erotinasema M616 kaukokäyttöverkkoon kuvassa 15 esitetyn periaatekaavion mukaan. Työ aloitettiin tutustumalla toimintaympäristöön. Käyttökeskus, josta KE:n sähköverkkoa hallinnoidaan, sijaitsee Haapaniemellä, voimalaitoksen välittömässä läheisyydessä omassa rakennuksessaan. Laitetilat sijaitsevat käyttökeskuksen alakerrassa.



Kuva 15. Periaatekuva opinnäytetyössä tarvittavista kytkennöistä, joilla ala-asema liitetään kaukokäyttöjärjestelmään.

Erotinaseman M616:n liittämisen kaukokäyttöverkkoon kerrottiin opinnäytetyön alkuvaiheessa olevan helppoa, koska lähes vastaavasta erotinasemasta (M305) oli tehty kaukokäytettävä joitakin vuosia aiemmin. Mahdollisiin ongelmakohtiin voitaisiin katsoa ratkaisumallia tuolta toimivalta erotinasemalta. Erotinasema M305 on käytännössä samanlainen kuin M616, niissä on käytetty hyvin paljon samoja komponentteja. Lisäksi KE oli jo asennuttanut valokuitukaapelin Haapaniemeltä M305:lle ja M305:ltä M616:lle. Erotinasemien M305 ja M616 välillä on kolme puistomuuntamoaa, joiden kautta em. erotinasemien välinen valokuituyhteys voitiin toteuttaa. Molemmille ero-

tinasemille ja kaikille kolmelle puistomuuntamolle oli kytketty pääteketeloihin valokuitukaapelointi siten, että niin tulevia kuin lähteviä johtimia oli 24 kpl.

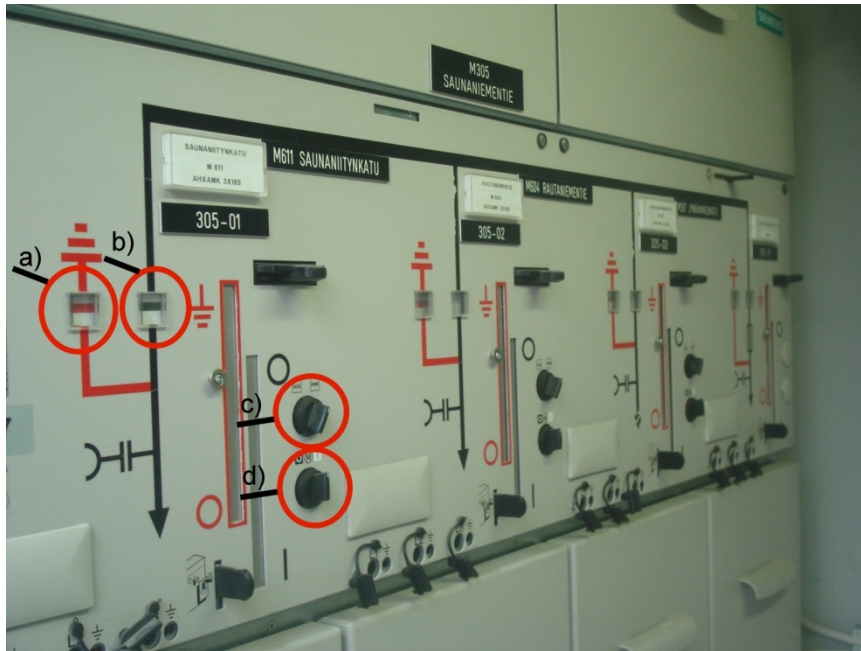
Työn määrittelyn jälkeen ilmeni, että M616-erotinasemaa oli yritetty liittää kaukokäyttöjärjestelmään jo vuonna 2009. Tuolloin ei ollut saatu muodostettua yhteyttä al asemalle ja työ oli jäänyt kesken. Aikaisempien käyttöönottoyriyksiä yhteydessä MicroSCADA-järjestelmään oli tehty lähes kaikki tarvittavat järjestelmämäärittelyt sekä ohjausnäytöt. Opinnäytetyö aloitettiin olemassa olevilla laitteilla ja kaukokäyttöverkon asetuksilla. Sekä laitteistoa että asetuksia muutettiin työn edetessä.

Valtaosan MicroSCADAan tehtävistä muutoksista tekivät KE:n kaukokäyttöasiantuntija ja sekä ABB:n vaasalaiset järjestelmäasiantuntijat etäyhteyden avulla. Tässä työssä ei perehdytty syvällisesti MicroSCADA:n määrittelyihin.




4.1 Erotinten ohjauspaikat

Kuormaerotinta voidaan ohjata kaukokäytöstä (remote) tai paikallisohjauskytkimistä (local). Kuormaerotinta ohjataan paikalliskäytöstä siten, että kuvassa 17 näkyvä, al asemakaapissa sijaitseva koko erotinasemaa koskeva valintakytkin on käännettyä ”Paikallis”-asentoon. Lisäksi ohjattavan kuormaerottimen ohjauspaikan valintakytkin (kuva 16, c)-kohta) on käännettävä ”Local”-asentoon. Paikallisohjauksen suunta (auki tai kiinni) valitaan omalla kytkimellään (kuva 16, d)-kohta).

Kojeistossa sijaitsevat erottimen asento-osoittimet ja paikallisohjauskytkimet esitetään kuvassa 16. Maadoituserotinta ohjattaisiin erillisellä ohjaimella, joka asennetaan kuvassa 16 nähtävien asento-osoittimien ja paikallisohjauskytkinten välissä olevaan, punaisella kehystettyyn, aukkoon. Kuvassa 17 esitetään kojeiston etulevystä nähtävät erottimien asentovaihtoehdot.



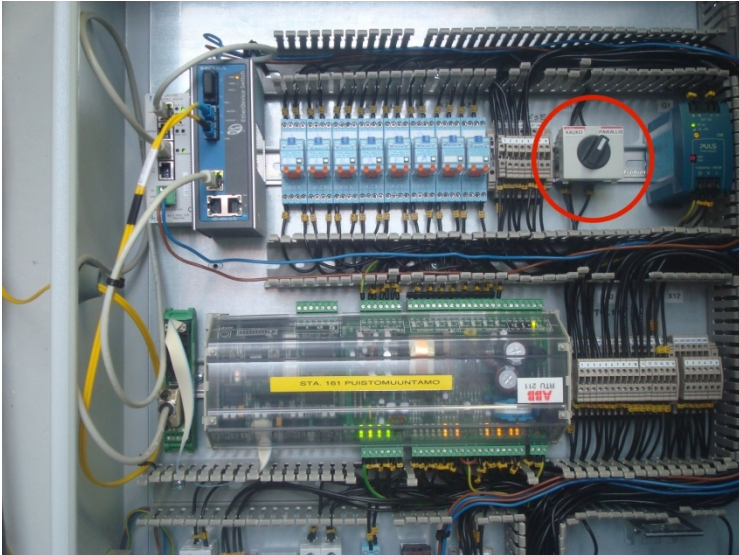
Kuva 16. Erottimen asento-osoittimet ja paikallishjauskytkimet kojeiston etulevyssä. a) Maadoituserottimen asennon osoitus, b) kuormaerottimen asennon osoitus, c) ohjauspaikan valintakytkin ja d) paikallishjauksen suuntavalintakytkin.

-  "KIINNI"
-  "AUKI"
-  "Katkaisija lauennut"

Kuva 17. Kytkinlaiteasennot

Kuvasta 16 nähdään sekä maadoitus- että kuormaerotin olevan auki. Ohjauspaikan valintakytkin on oikealle käännettynä, se tarkoittaa "Remote" (kaukokäyttö)-tilaa. Paikallishjauksen suuntavalintakytkin on keskiasennossaan M-asennossa, jolloin ohjausta ei tapahdu. Suuntavalintakytkimen ollessa käännettynä oikealle "1"-tilaan, kuormaerotinta ohjataan kiinni. Suuntavalintakytkimen kääntäminen vasemmalle "0"-tilaan ohjaa kuormaerotinta kiinni. Suuntavalintakytkin on jousipalautteinen, joten kytkimestä irtipäästäminen ohjaa sen keskelle "M"-tilaan.

Kuormaerotinta voidaan ohjata kaukokäyttöjärjestelmästä, kun kuvassa 18 esitetty paikallishjauskytkin on "Kauko"-tilassa sekä kuvassa 16 nähtävä yksittäisen kuormaerottimen ohjauspaikan valintakytkin on "Remote"-tilassa.

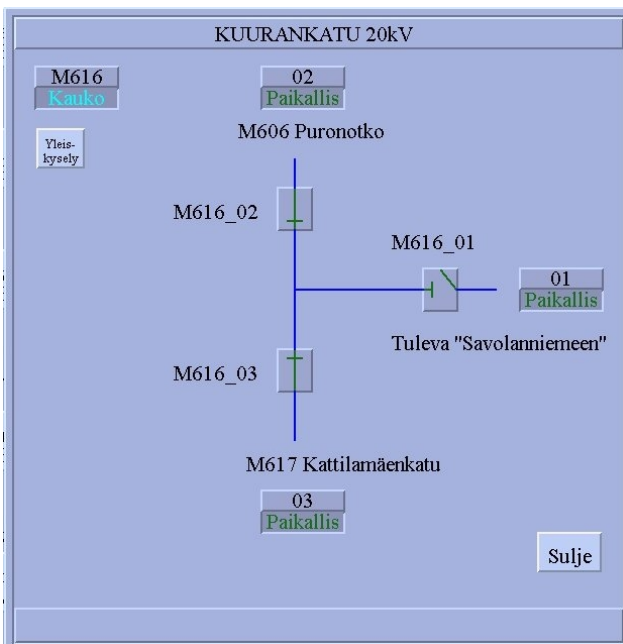


Kuva 18. Paikallisohtauskytkin järjestelmäkaapissa. Kuvassa kytkin on oikealle käännettynä "Paikallis"-tilassa. "Kauko"-tila valitaan kääntämällä ko. kytkin vasemmalle.

4.2 Erotinaseman ohjausnäyttö kaukokäyttöjärjestelmässä

Kaukokäyttöjärjestelmässä erotinasemanohjausnäyttö on kuvan 19 mukainen. Jokaisella KE:n kaukokäytettävällä erotinasemalla on oma valvomonäyttönsä kaukokäyttöjärjestelmässä. M616-erotinasemalla on kolme ohjattavaa erotinta. Erottimet kaapelointisuuntineen ovat:

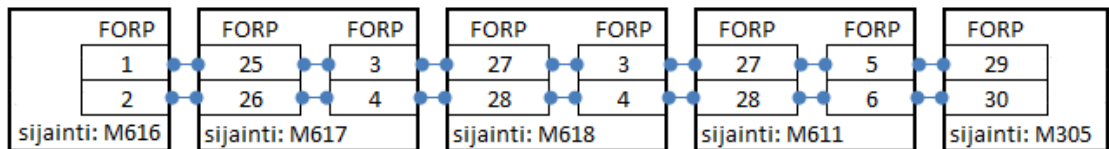
- M616_01 *Tuleva "Savolanniemeen"*
- M616_02 *M606 Puronotko*
- M616_03 *M617 Kattilamäenkatu.*



Kuva 19. M616-erotinaseman valvomonäyttö kaukokäyttöjärjestelmässä

4.3 Kaapelointi M305-M616

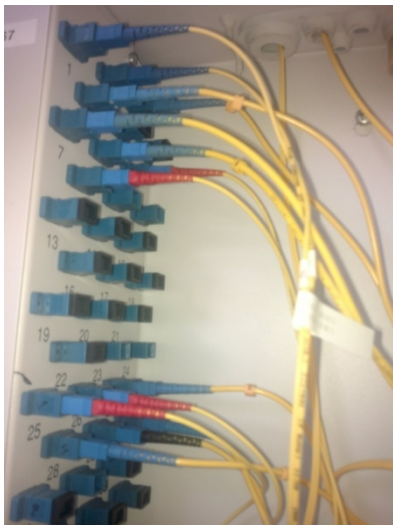
KE oli toteuttanut valokuitukaapeloinnin Haapaniemeltä M305:lle. M305:n ja M616:n välillä on kolme puistomuuntamo (M611, M618 ja M617). Erotinasemien M305 ja M616 välille tehty valokuitukaapeli ristiytyttyä esitetään kuvassa 20, jossa nähdään erotinasemat ja puistomuuntamot sekä niiden valokuitupäätekeskoihin (FORP) tehdyt kytkennät. Kuvassa 20 FORP:n alla esitettävä numero ilmaisee päätekeskotelon liittimen numeron. Sininen viiva liittimien välillä on valokuitukaapeli. Muuntamoiden ja erotinasemien sisäiset kaapeloinnit tehtiin laitekaapeleilla. Muuntamoiden ja erotinasemien välisissä kaapeloinneissa käytettiin valmiista valokuituverkkoa.



Kuva 20. Erotinasemien M616 ja M305 välinen valokuitukaapelointi

Laitekaapeleiden molemmissa päissä oli SC-liittimet. Valokuitukaapeleita valmistetaan useilla erilaisilla liittimillä varustettuna. KE:llä on lähes kaikissa erotinasemien valokuitukytkennöissä käytössä kyseiset SC-liittimet.

Jokaisella erotinasemalla (ja puistomuuntamolla, jonne on kytketty valokuitu) on valokuidun päätekeskelo. Kuvassa 20 esitetyt ristiytykennät tehtiin kuvassa 21 esitetyllä tavalla kytkemällä valokuitukaapelit päätekeskotelon liittimiin.



Kuva 21. Valokuitukaapelit erotinaseman päätekeskotelossa

4.4 MicroSCADAn ja ala-asemien välinen liikennöinti

MicroSCADA-kaukokäyttöjärjestelmässä erotinasemalle M305 on annettu looginen osoite 160, M616:n loogiseksi osoitteeksi on määritelty 161. M305 on "MicroSCADA-kielellä" STA160 ja M616 vastaavasti STA161. Liikennöinnin mahdollistamiseksi jokaisella kaukokäyttöverkon laitteella on oltava oma osoitenumerosa. MicroSCADAn järjestelmämäärittelyissä jokainen verkon laite asetetaan aktiiviseksi (active) tai ei-aktiiviseksi (inactive). Työtä aloitettaessa M305 oli aktiivinen ja M616 ei ollut. Käytännössä aktiivisuus tarkoittaa, että laitetta kysellään kaukokäyttöverkosta ja laitteelta odotetaan vastausta. Mikäli vastausta ei saada, generoidaan laitehälytys. Ei-aktiivista laitetta ei verkosta kysellä.

Opinnäytetyötä aloitettaessa M305 oli kaukokäytettävissä. Yhteyttä M616:lle ei ollut.

Edellisessä käyttöönottoyrityksessä pari vuotta aiemmin sarjaliikenne-ethernet – muunnos oli tehty Moxan NPort 5210-laittepalvelimilla. Muuntimia oli käytössä kolme: MicroSCADAlla sekä molemmilla erotinasemilla. Lisäksi jokaisen muuntimen yhteydessä on Moxa EDS-405 –ethernet-kytkin. Tämä opinnäytetyö aloitettiin käyttämällä kyseistä laitekokoontia.

Kaapeloinnin toimivuus M616:lle testattiin käytännössä siten, että saadaanko MicroSCADA ja RTU211-ala-asema kommunikoidaan keskenään. Kommunikointi todettiin ensisijaisesti tarkkailemalla ala-aseman liikennöintiledejä (RX/TX). RX-ledi vilkkui vastaanotettaessa dataa ja TX lähettäessä.

4.4.1 Yhteyskokeilut käyttäen NPort 5210 -laittepalvelinta

Edellisen käyttöönottoyrityksen jäljiltä laitteissa oli määrittelyt, joilla M305 siis oli kaukokäytettävissä. Kun M616 asetettiin aktiiviseksi kaukokäyttöverkon laitteeksi, mitään liikennöintiä kyseiselle asemalle ei tapahtunut. Itse asiassa samalla hetkellä, kun liikennöinnin olisi pitänyt alkaa, jopa liikennöinti M305:lle loppui.

Ensimmäiseksi epäiltiin kaapeloinnin kytkentävirhettä. Kytkentävirhe on todettu yleisimmäksi syyksi, miksi laitteet eivät toimi ensimmäisellä käyttökerralla. Laitetoimittajalta (Metric Oy) oli saatu kytkentämäärittelyt, kuinka laitekaapeloinnit tulisi tehdä. Kaapeloinnit tarkastettiin ja niiden todettiin olevan suunnitelmien mukaisia.

Tarkistettiin laitteiden IP-osoitteet. Kaikilla kytkimillä oli oletusarvoinen osoitteensa AAA.BBB.CCC.DDD. NPort 5210 -laitteiden IP-osoitteet olivat tuolloin seuraavat:

- SCADA: AAA.BBB.CCC.DDD
- M305: AAA.BBB.CCC.DDD
- M616: AAA.BBB.CCC.DDD.

Todettiin, että kokeiltu yhteysmuoto oli server-client –tyyppinen. MicroSCADAn pään NPort 5210 oli määritelty serveriksi, joka kommunikoi ainoastaan M305-asiakkaansa kanssa. NPort-laitteita voidaan hallita web-selaimen avulla. Laitteisiin tehtiin muutoksia siten, että MicroSCADAn pään laitteen olisi pitänyt olla serverinä ja kommunikoida kahden asiakkaansa (M305 ja M616) kanssa. Määrittelyt tehtiin siten, että serverille määritettiin asiakkaansa ja asiakkaille serverinsä. Näin laitteet eivät yrittäisi kommunikoida ollenkaan muiden laitteiden kanssa. Yhteyttä ei saatu toimimaan.

Laitteita voitiin hallinnoida kaukokäyttöverkon kautta. Asetusmuutoksia ei siis tarvinnut mennä tekemään jokaiselle laitteelle erikseen, vaan muutokset voitiin tehdä fyysisesti yhdestä verkkoliittymästä, vaihtaen vain IP-osoitetta web-hallintakonsolissa. Kuten teoriaosiossa kerrottiin, mikäli Haapaniemestä siirrytään Kuurankadulle, on ajettava noin 8,5 kilometriä suuntaansa. Kytkentämuutoksia varten näitä siirtyviä oli tehtävä useita.

Laitetoimittajan kanssa oltiin yhteyksissä päivittäin ja he ohjeistivat tekemään erilaisia asetus- sekä kytkentämuutoksia. Laitteilla yritettiin useita eri yhteystapoja ja useita kytkentämuutoksiakin kokeiltiin. Kokeiltuja yhteystapoja olivat mm. *TCP Server/client*-moodi, *UDP Multicast*-moodi ja *Pair Connection*-moodi. Laitteiden IP-osoitteita muuteltiin. Yhteystavaksi kokeiltiin viallisen yhteysvälin automaattisesti havaitsevaa renkasverkkoakin, josta laitetoimittaja käyttää nimitystä *TurboRing*. Yhteyttä ei saatu toimimaan.

Lopulta, kahden viikon tuloksettoman käyttöönoton jälkeen todettiin, ettei yhteyttä saada käytetyillä NPort 5120-laitteilla toimimaan toimittajan tuesta ja muutosehdotuksista huolimatta. Testatuilla laitteilla ei saatu toimimaan sellaista yhteysvaihtoehtoa, jossa MicroSCADAn pään laite toimi isäntänä ja molemmat ala-asemien laitteet renkeinä. Yhteydenmuodostuksessa käytetyt Moxa EDS-405 –kytkimet todettiin toimiviksi. Päätettiin vaihtaa sarjaliikenne-ethernet –muuntimen toimittajaa. Samassa yhteydessä käytettäville laitteille annettiin IP-osoitteet tietohallinto-osaston antamasta IP-osoiteavaruudesta.

4.4.2 IP-osoitteet

Kaukokäyttöverkon laitteille annettiin uudet IP-osoitteet. Tällä kertaa IP-osoitteiksi määritettiin:

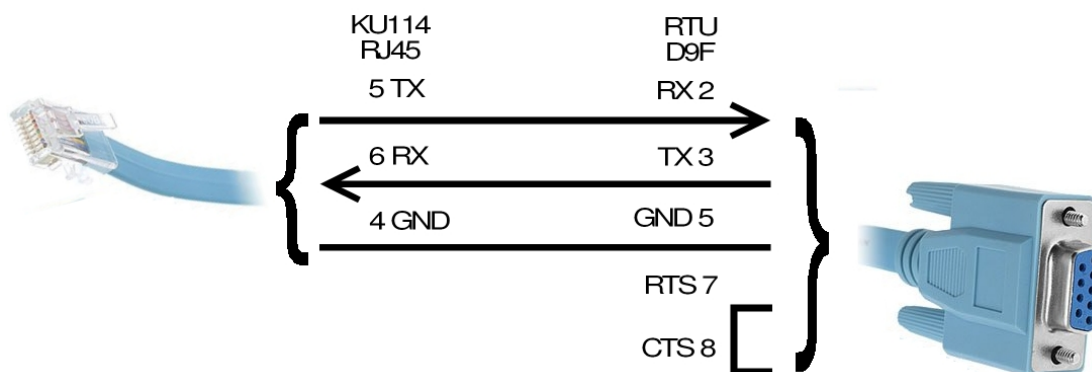
- | | |
|-------------------|---------------------------|
| - AAA.BBB.CCC.DDD | Haapaniemi, Kuumic LAN114 |
| - AAA.BBB.CCC.DDD | Haapaniemi, Moxa EDS-405 |
| - AAA.BBB.CCC.DDD | M305, Kuumic LAN114 |
| - AAA.BBB.CCC.DDD | M305, Moxa EDS-405 |
| - AAA.BBB.CCC.DDD | M616, Kuumic LAN114 |
| - AAA.BBB.CCC.DDD | M616, Moxa EDS-405 |

Kaikkien em. laitteiden aliverkkopeitteiksi määritettiin AAA.BBB.CCC.DDD. Kaikille em. laitteille asetettiin oletusyhdyntäväksi AAA.BBB.CCC.DDD.

4.4.3 Yhteys käyttäen Kuumic LAN114 –protokollamuunninta

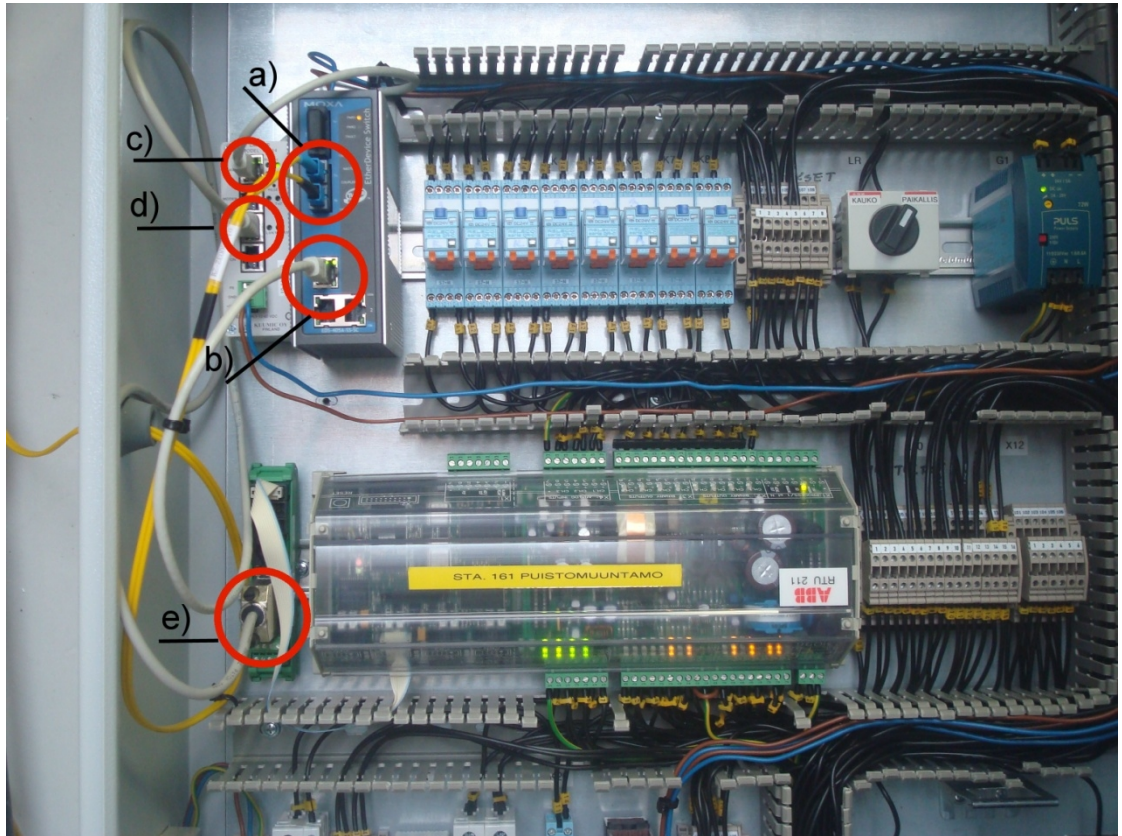
Kotimaiselta, Kuusankoskelta operoivalta, Kuumic Oy:ltä tilattiin heidän valmistamansa LAN114-protokollamuuntimet. Laitteiden toimitusaika oli nopea, muutaman päivän kuluttua tilauksesta laitteet olivat Kuopiossa asennusvalmiina oletusparametreillaan ohjelmoituina.

Erotinasemien välinen valokuituverkko oli todettu toimivaksi. LAN114-protokollamuuntimilla korvattiin Moxan NPort-laitteet. Haapaniemen laitetilassa olevan protokollamuuntimen ja FBS:n väliseen kaapeliin ei tehty kytkentämuutoksia. Tässä yhteydessä muutettiin ala-aseman ja protokollamuuntimen välinen kaapelointi laitetoimittajan vaatimusten mukaiseksi. Kaapeloinnista tehtiin kuvan 22 mukainen.



Kuva 22. KU114-Protokollamuuntimen ja RTU-ala-aseman välinen kaapelointi (Alibaba.com, kuvaa on muokattu lisäämällä siihen pinnien välinen kaapelointi.)

Ala-aseman järjestelmäkaapin tietoliikenneyhteyksistä tehtiin kuvan 23 mukaiset. Valokuitukaapeliyhteys (ethernet-verkkoyhteys, IEC104) tuotiin päätekotelon kytkentärimasta ala-aseman verkkokytkimelle (a). Ethernet-verkko kytkettiin kytkimestä protokollamuuntimelle (b-c). Protokollamuuntimelta lähtevä sarjaliikenne (IEC101) kytkettiin RTU-ala-asemalle (d-e). Kytkimen ja protokollamuuntimen välinen kaapeli oli tavallinen CAT6-tasoinen kierretty parikaapeli RJ45-liittimin.



Kuva 23. Ala-aseman järjestelmäkaapin tietoliikenneyhteykset. a) Kytkimen valokuituportti, b) kytkimen RJ45-portti, c) protokollamuuntimen lähiverkkoyhteys, d) protokollamuuntimen ala-asemayhteys ja e) ala-asemaliityntä.

4.4.4 Kuumic LAN114-laitteiden parametrit

Kuumicin LAN114-laitteiden parametreja voidaan hallita web-konsolin kautta. Laitteet parametroidaan siten, että MicroSCADAn päässä on isäntälaitte ja erotinasemilla orjat. Laitteet ohjelmoitiin hitaalle yhteysnopeudelle (9600 bps) ja käyttämään crc-yhteykskorjausta. Laitteiden web-konsolin parametrisivut määritettyine parametreineen nähdään kuvissa 24-26. Isäntälaitte sijaitsee Haapaniemellä laitetoissa.

Kuumic Oy - KU13/KU114 ANSI [HOST] - Microsoft Internet Explorer

Tiedosto Muokkaa Näytä Suosikit Työkalut Ohje

Osoite AAA.BBB.CCC.DDD /parameters.cgi

KUUMIC

KU13/KU114 HOST Ansi/lec/Procol/Spa Parameters Sw vers. 2.7

Slave IP-addresses

[IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD](#)
[Stations: 160](#)

[IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD](#)
[Stations: 161](#)

Name: Own IP-address:

Serial port baudrate: Subnet mask/Bits:

Databits: Gateway IP-address:

Parity: Xcons IP-address:

Stopbits: XCons port:

Protocol: Host port:

Ansi Checksum:

Kuva 24. Isäntälaitte-protokollamuuntimen hallintasivu.

Kuumic Oy, LAN configuration - Microsoft Internet Explorer

Tiedosto Muokkaa Näytä Suosikit Työkalut Ohje

Osoite AAA.BBB.CCC.DDD /parameters.cgi

KUUMIC

KU114 SLAVE Ansi/lec/Procol/Spa/Console Parameters Sw vers. 2.8

[Host 1 IP: AAA.BBB.CCC.DDD](#)

Name: Own IP-address:

Stations: Subnet mask/Bits:

Serial port baudrate: Gateway IP-address:

Databits: Xcons IP-address:

Parity: Host 1 IP-address:

Stopbits: Host 2 IP-address:

Rts On/Off delay (ms): XCons port:

Protocol: Host port:

Ansi Checksum: IP-address report freq (sec):

Fall Back Time (sec):

Kuva 25. M305:n protokollamuuntimen hallintasivu.

KU114 SLAVE
Ansi/lec/Procol/Spa/Console
Parameters
Sw vers. 2.8
 Host 1 IP: AAA.BBB.CCC.DDD

Name: Slave 161
 Stations: 161
 Serial port baudrate: 9600
 Databits: 8
 Parity: Even
 Stopbits: 1
 Rts On/Off delay (ms): 5/0
 Protocol: lec
 Ansi Checksum: Bcc
 Fall Back Time (sec): 10

Own IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD
 Subnet mask/Bits: 8
 Gateway IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD
 Xcons IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD
 Host 1 IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD
 Host 2 IP-address: AAA.BBB.CCC.DDD
 XCons port: 9998
 Host port: 9997
 IP-address report freq (sec): 10

APPLY Refresh Reset

Kuva 26. M616:n protokollamuuntimen hallintasivu.

Liikennöinti ei (tietenkään) toiminut ensiyrittämällä. Koska laitteiden liikennöintiled-valot vilkkuivat silloin tällöin, todettiin liikennöintiä tapahtuvan. Liikennöinti ei ollut jatkuva. Kumpaakaan erotinasemista M305 tai M616 ei voinut käyttää kaukokäyttöjärjestelmästä. Jälleen tarkastettiin ensin kytkennät ja niiden todettiin olevan vaatimusten mukaiset. Tämän jälkeen otettiin yhteyttä laitetoimittajaan, joka kehotti tarkkailemaan protokollamuuntimen liikennöintiä Rku4Win-ohjelmalla. Rku4Win on Kuumicin kehittämä ohjelmisto, jolla Kuumicin valmistamien laitteiden parametreja voidaan muuttaa ja liikennöintiä tarkkailla.

4.4.5 Liikennöinnin tutkiminen Rku4Win-ohjelmalla

Rku4Win-ohjelmisto saatiin Kuumicin extranet-sivustolta. Ohjelmisto asennettiin tietokoneeseen, jolle annettiin osoite kaukokäyttölaitteiden IP-avaruudesta ja kytkettiin laiteverkkoon. Rku4Win-ohjelmalla saatiin Haapaniemen laitteelta seuraavaa liikennöintiraporttia:

10 19.10.58.381
 49 19.10.58.382
 A0 19.10.58.383
 00 19.10.58.385
 E9 19.10.58.386
 16 19.10.58.387
 10 19.11.00.454
 49 19.11.00.456
 A1 19.11.00.457
 00 19.11.00.459
 EA 19.11.00.459
 16 19.11.00.460.

Aluksi vaikeaselkoiselta näyttävästä raportista on verrattain helppoa löytää oleelliset kohdat. Jokaisen rivin kaksi ensimmäistä merkkiä ovat heksadesimaalikodeja ja rivin loput merkit ovat kellonaika muodossa: tunnit.minuutit.sekunnit.tuhannesosasekunnit. Jokainen liikennöintipaketti alkaa rivillä, jonka tunnus on 10 ja päättyy 16-tunnuksella alkavaan riviin. Toimivaa liikennöintiä monitoroidessa paketissa on kuusi riviä, joista kolmannen rivin tunnus on kohdeaseman osoite heksadesimaalisena. Desimaalijärjestelmän luku 160 vastaa heksadesimaalijärjestelmän lukua A0 ja 161 vastaa lukua A1. Kaikki em. liikennöintiraportin rivit ovat lähtevää liikennöintiä.

Haapaniemen laitteen raportista voitiin todeta, että ensimmäisellä kuudella rivillä isäntälaitte kyselee asemaa 160 (M305), pitää muutaman sekunnin tauon ja kyselee seuraavilla kuudella rivillä asemaa 161 (M616). Kumpikaan asema ei vastaa.

Seuraavaksi otettiin Rku4Win-ohjelmalla liikennöintiraportti M305-erotinaseman LAN114-laitteelta. Laitteen antama liikennöintiraportti oli seuraavaa muotoa:

10 00.14.35.593
 49 00.14.35.593
 A0 00.14.35.593
 00 00.14.35.593
 E9 00.14.35.593
 10 00.14.40.287
 49 00.14.40.287
 A0 00.14.40.287
 00 00.14.40.287
 E9 00.14.40.287.

Liikennöintiraportista pääteltiin, etteivät paketit ole vaaditun kuuden tavun mittaisia. Liikennöintipaketti alkaa, kuten pitääkin, tunnuksella 10. Liikennöintipaketti ei pääty 16-tunnuksella alkavaan riviin, vaan E9-tunnukseen. Laite ei osannut käsitellä oikean mittaisia sanomia, vaan kadotti viimeisen tavunsa. Paketissa olevasta A0-alkuisesta rivistä kuitenkin pääteltiin, että laite yrittää käsitellä ainoastaan itselleen osoitettuja paketteja. Laite sai viestejä noin viiden sekunnin välein, joka ilmeni laitteen RX-valon

vilkahteluna. Laite ei osannut vastata viesteihin. Todettiin myös, että M616-erotinaseman liikennöinti on samanlaista, sinnekään ei mene koko sanoma viimeisen tavun puuttuessa. Kaikki em. liikennöintiraportin rivit ovat saapuvaa liikennöintiä.

Näistä huomioista todettiin, että ledien vilkkuessa silloin tällöin ala-asema saa kyselysanoman, muttei vastaa. Liikennöinnin toimiessa sekä lähetys- että vastaanottoledit vilkkuvat yhtenäisesti.

Kaikki liikennöintiparametrit toimitettiin Kuumicin asiantuntijoille, jotka analysoivat saamaansa dataa. Laitteisiin koodattiin uudet ohjelmat reilussa vuorokaudessa, jonka jälkeen ohjelmat toimitettiin asiakkaalle sähköpostilla. Kuumicin toimittamat uudet ohjelmat ja päivityspaketit ladattiin LAN114-laitteisiin kaukokäyttöverkon yli. Latausohjelmat olivat käytännössä DOS-pohjaisia ohjelmia, jotka asensivat uudet sovellusohjelmat laitteiden muistiin. Latausohjelmat suoritettiin Windows-käyttöjärjestelmän DOS-komentokehoteessa antamalla ohjelmalle parametrina kohdelaitteen IP-osoite. Päivitys vei laitteen uudelleenkäynnistykseen noin minuutin.

Uusilla ohjelmilla liikennöinti alkoi toimia. Haapaniemen liikennöintiparametrit näyttivät seuraavilta:

```

10 00.04.00.825
7B 00.04.00.826
A0 00.04.00.827
00 00.04.00.828
1B 00.04.00.829
16 00.04.00.831
10 00.04.00.920
09 00.04.00.920
A0 00.04.00.920
00 00.04.00.920
A9 00.04.00.920
16 00.04.00.920
10 00.04.00.987
49 00.04.00.987
A1 00.04.00.988
00 00.04.00.989
EA 00.04.00.991
16 00.04.00.993.

```

Liikennöinnistä voitiin todeta, että kyselyä ja vastaanottoa tapahtui jatkuvasti. Tämä voitiin todeta myös RX- ja TX-ledien vilkkumisena. Kaksisuuntaista liikennöintiä tapahtui vain M305:n kanssa (A0-alkuiset rivit). M616 ei vastannut vaikka sille lähetettiin kyselyjä (A1-alkuinen rivi). M305-erotinaseman liikennöintidata näytti seuraavalta:

```

10 00.02.49.694
5B 00.02.49.694
A0 00.02.49.694

```


00 00.02.49.694
FB 00.02.49.694
16 00.02.49.694
10 00.02.49.745
09 00.02.49.746
A0 00.02.49.747
00 00.02.49.748
A9 00.02.49.749
16 00.02.49.751.

Liikennöintipaketin kuusi ensimmäistä riviä ovat isännän lähettämä kysely ja kuusi seuraavaa on orjalaitteen lähettämä vastaus. Datapaketissa näkyvä aika on laitteen käynnistymisestä kulunut aika, ei tarkka kellonaika. Koska isännän ja orjalaitteen datapakettien sisällöt kellonaikoja lukuun ottamatta olivat samanlaiset, liikennöinnin todettiin toimivan MicroSCADAn ja M305:n välillä.

4.5 RTU 211 –ala-aseman parametrit

Seuraavaksi selvitettiin, miksei M616:n ala-asema liikennöi. RTU211- ala-aseman sisäiset parametrit määrittää yleensä laitetoimittaja ABB. Parametreissa pyritään huomioimaan loppukäyttäjän toiveet. KE:llä ei ollut mahdollisuutta tarkastaa RTU211-laitteen parametreja, joten laite toimitettiin ABB:n huoltoon Vaasaan tarkistettavaksi.

Huollossa laitteen liikennöintikortin todettiin olevan rikki. Tästä johtuen ala-asemaliikennöintiä ei voitu saada toimimaan. Huollossa kyseinen kortti vaihdettiin. Koska haluttiin varmistua, että laitteella on identtiset parametrit (lukuun ottamatta väyläosoitetta) M305:n ala-aseman kanssa, huollon yhteydessä laitteeseen pyydettiin ohjelmoimaan liitteiden 2 ja 3 mukaiset määrittelyt. Kyseiset määrittelyt tiedettiin olevan M305:n ala-asemalla ja M616:n kytkennät todettiin samanlaisiksi M305:n kytkentöjen kanssa. Liitteissä 2 ja 3 esitetään laitteen parametrit sekä ala-aseman sähköiset kytkennät kaapeleineen ja välireleineen.

ABB RTU211-ala-asemalle määritettiin 16 binääritulokanavaa tilatietoja varten. Binääritulo on kosketintyyppinen tulo, joka voi saada vain kaksi arvoa: päällä tai pois. ABB RTU211-ala-asemalle määritettiin 6 binäärilähtökanavaa annettavia ohjauksia varten. Binäärilähtö (DO) on reletyyppinen lähtö, jolle voidaan antaa vain kaksi arvoa: päällä tai pois.

Samalla tarkastettiin MicroSCADA-kaukokäyttöjärjestelmään määritelty osoiteavaruus sekä kaukokäyttöjärjestelmästä että RTU-yksikön parametreista. Huomioitiin erottimen ohjausten ja tilatietojen sekä kauko-paikalliskytkinten esitystavan vaativan

kaksinapaisen asennonosoituksen, kaukokäyttäjärjestelmässä tätä kutsutaan *double indication*-termillä (DI). Yksinapaisesta asennonosoituksesta käytetään termiä *single indication* (SI). Todettiin sekä kaukokäyttäjärjestelmästä että RTU-asemalta löytyvän oikeat parametrit. Oleellimmat parametrit (kanavan toiminto ja tyyppi sekä käytetyt kanavat ja liikennöintiosoitteet) esitetään taulukossa 4.

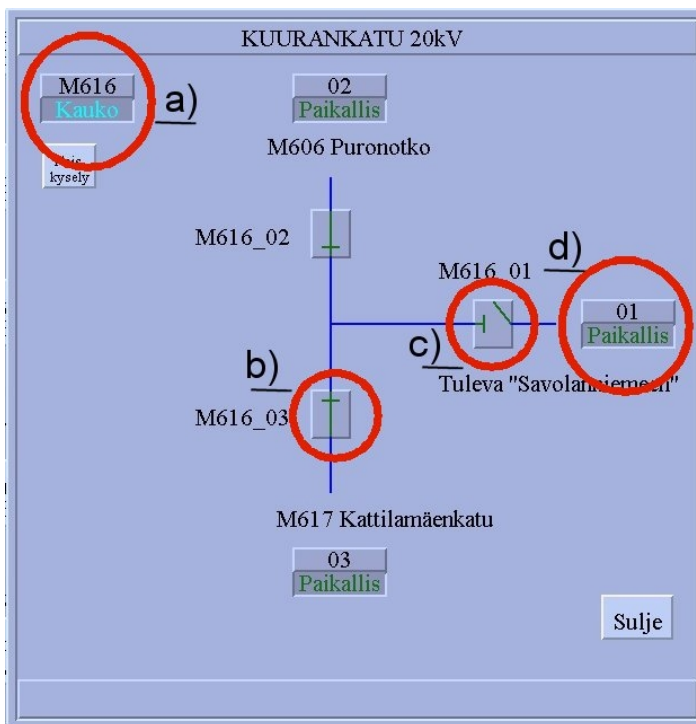
TAULUKKO 4. MicroSCADAn ja RTU211 –ala-aseman välisen liikennöinnin parametrit ja osoiteavaruus

<i>tyyppi</i>	<i>toiminto</i>	<i>kortti / kanava</i>	<i>rele</i>	<i>IEC- osoite</i>
DO	M616_01 kiinniohjaus	03 / 1	R1	1
DO	M616_01 aukiohjaus	03 / 2	R2	1
DO	M616_02 kiinniohjaus	03 / 3	R3	2
DO	M616_02 aukiohjaus	03 / 4	R4	2
DO	M616_03 kiinniohjaus	03 / 5	R5	3
DO	M616_03 aukiohjaus	03 / 6	R6	3
DI	M616_Q1 kiinni	01 / 1		101
DI	M616_Q1 auki	01 / 2		101
DI	M616_Q2 kiinni	01 / 3		102
DI	M616_Q2 auki	01 / 4		102
DI	M616_Q3 auki	01 / 5		103
DI	M616_Q3 kiinni	01 / 6		103
DI	M616_Q1 kauko-ohjauksessa	01 / 7		104
DI	M616_Q1 paikallisohjauksessa	01 / 8		104
DI	M616_Q2 kauko-ohjauksessa	01 / 9		105
DI	M616_Q2 paikallisohjauksessa	01 / 10		105
DI	M616_Q3 kauko-ohjauksessa	01 / 11		106
DI	M616_Q3 paikallisohjauksessa	01 / 12		106
SI	SF ₆ -hälytys	01 / 13		201
SI	Vapaa hälytyspaikka	01 / 14		202
SI	Erotinaseman paikalliskäyttö	01 / 15		203
SI	230 V –käyttöjännite puuttuu	01 / 16		204

4.6 Ala-aseman ja kaukokäyttöjärjestelmän välisen liikennöinnin näkyminen operaattorille

Erotinaseman M616 ja kaukokäyttöjärjestelmän välillä siirtyvät tiedot tapahtuvat taulukon 4 osoittamissa raameissa. Liikennöintirajapinnasta ja kaukokäyttöjärjestelmän ohjauskuvan välisestä yhteydestä nähdään esimerkkejä kuvassa 27. Operaattori avaa kuvan mukaisen ohjausnäytön kaukokäyttöjärjestelmän kuvissa 2 ja 9 esitettyjen operointinäyttöjen mukaan kohdasta ”Kaukokäytettävät erotinasemat”.

DO-lähtöjen arvoja muutetaan yleensä kaukokäyttöjärjestelmän laitekohtaisesta, ns. popup-tyyppisestä, avautuvasta ikkunasta. DI-tyyppisiä tuloja käytetään yleensä, kuten taulukosta 4 voi päätellä, tärkeiden tilatietojen esittämiseen. Hälytykset, joita taulukossa 4 ovat kaikki SI-tyyppiset muuttujat, generoituvat yleensä hälytys- ja tapahtumalistoihin.



Kuva 27. Esimerkkejä kaukokäyttöjärjestelmässä näytettävistä ala-asemalta saaduista tilatiedoista. A) erotinaseman paikalliskäyttö, b) M616_Q3 kiinni, c) M616_Q1 auki ja d) M616_Q1 paikallisohjauksessa.

Kuvasta 27 voidaan todeta, että M616-erotinasema on kaukokäyttötilassa (a). Tämän tiedon indikoi taulukossa 4 esitetty ”Erotinaseman paikalliskäyttö” –muuttuja, joka on *single indication* -tyyppinen.

Kuvassa 27 M616_03-erotin on kiinni (b). Tämä tieto generoituu, kun taulukossa 4 esitetty ”M616_Q3 kiinni”-muuttuja on 1-tilassa ja ” M616_Q3 auki”-muuttuja on 0-tilassa. Kaukokäyttöjärjestelmän näytöllä esitettävä symboli on *double indication* – tyyppinen.

Kuvassa 27 M616_01-erotin on auki (c). Tämä tieto generoituu, kun taulukossa 4 esitetty ”M616_Q1 kiinni”-muuttuja on 0-tilassa ja ” M616_Q1 auki”-muuttuja on 1-tilassa. Kaukokäyttöjärjestelmän näytöllä esitettävä symboli on *double indication* – tyyppinen.

Kuvasta 27 todetaan M616_01-erottimen olevan paikalliskäytössä (d). Tämä tieto generoituu, kun ”M616_Q1 kauko-ohjauksessa”-muuttuja on 0-tilassa ja ”M616_Q1 paikallisohjauksessa”-muuttuja on 1-tilassa.

4.7 Käyttöönotto

Käytössä olevan, kuormitetun, erotinaseman käyttöönotto on suunniteltava etukäteen. Erotinta ei voida ohjata summittaisesti ilman etukäteissuunnitelmaa. Sähkön loppukäyttäjä ei saa kokea tarpeettomasti ja etukäteen ilmoittamatta jakeluhäiriöitä. Erotinaseman M616 kaukokäyttötestin kytkentäohjelman suunnitteli KE:n sähköverkko-osaston käyttötekniikko. Kytkentäohjelma esitetään liitteessä 4.

4.7.1 Erotinten testaus kytkentäohjelman mukaisesti

Testin aluksi estetään tarpeeton kuormien vaihtuminen liitäntäpisteiden välillä asettamalla jännitteiden tasaussäätimet käsikäytölle. Tämän jälkeen 20 kV:n kytkentäraja ”siirretään” M305-erotinasemalta M616-erotinasemalle ohjaamalla M305_01-erotin kiinni. Kun kytkentäraja on siirretty, M616:n erottimet 01 ja 02 asetetaan paikallisohjaukselle sekä 03-erotin kauko-ohjaukselle kojeiston etulevyssä olevilla kytkimillä (jotka ovat vastaavia kuin kuvan 16 c)-kohta). Näin estetään väärin erotinten ohjaukset mahdollisissa kytkentä- ja ohjelmointivirhetilanteissa.

Seuraavaksi ohjataan M616_03-erotin auki. Kun erotin on auki, se ohjataan kiinni. Tämän jälkeen testataan M616_02-erotinta. M616_02-erotin asetetaan kaukokäytettäväksi ja M616_03-erotin paikalliskäytölle. M616_02-erotin ohjataan auki. Kun erotin

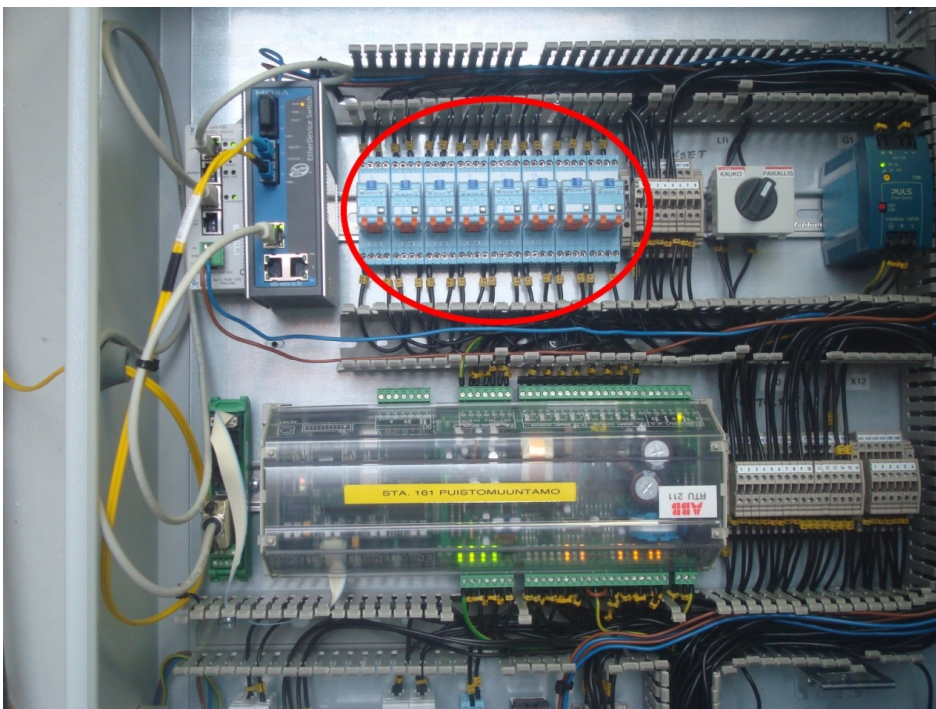
on auki, niin se ohjataan kiinni. Tämän jälkeen M616_03-erotin asetetaan kaukokäytettäväksi.

M616_01-erotinta ei testata ollenkaan, koska kyseiseen lähtöön ei ole kytketty mitään. Avoimia lähtöjä ei testata, koska niihin ei haluta syöttää jännitettä tarpeettomasti. Kytchentäohjelmasta on huomioitava, että erotinasema saa sähköä koko ajan jommastakummasta suunnasta. Erotinta M616_02-testattaessa M616_03-erotin on kiinni ja M616_03-erotinta testattaessa M616_02 on kiinni.

4.7.2 Lopullisessa käyttöönotossa todetut asiat

Käyttöönottovaiheessa todettiin tietoliikenteen toimivan käyttökeskuksen ja M616-erotinaseman välillä. Kaikki ohjaukset ja tilatiedot siirtyivät kaukokäyttöverkossa. Ohjaukset siirtyivät MicroSCADAsta RTU-ala-asemalle. Tämä todettiin ala-aseman ledvaloista sekä Rku4Win-ohjelmalla. Kojeistolta lähtevien tilatietojen sekä järjestelmäkaapin kauko-paikalliskytkimen tilatiedon todettiin näkyvän ja vaihtavan tarvittaessa tilaansa kaukokäyttöjärjestelmän ohjauskaaviokuvissa.

Opinnäytetyön puitteissa erotinasemaa ei saatu kaukokäyttöjärjestelmästä ohjattavaksi. Ongelmakohtia löytyi kaksi, ala-aseman apureleille antama ohjauspulssi on liian lyhyt eikä kojeiston ohjauspiirissä ole pitopiiriä. Apureleiden sijainti järjestelmäkaapissa esitetään kuvassa 28.



Kuva 28. Apureleet järjestelmäkaapissa.

RTU-yksikkö antaa toimittajan (ABB) mukaan apureille standardimittaisen 200 ms:n pulssin. Tuo pulssi ei kuitenkaan riitä aktivoimaan relettä. Releiden toiminta testattiin syöttämällä niille ohjausjännitettä ulkoisesta jännitelähteestä. Releiden todettiin toimivan, kun ne saavat ohjausjännitteen tarpeeksi pitkään.

Releiden testauksen yhteydessä huomattiin, ettei pelkästään pidempi ohjauspulssi riitä ohjaamaan erottimia. Erotinten sähköisessä ohjauspiirissä on oltava pitopiiri. Pitopiiri toimii siten, että ohjaus on päällä haluttuun suuntaan kunnes pyydetään päinvastainen ohjaus. Näin ohjaukset säilyttävät tilansa esimerkiksi ohjauslogiikan tai kaukokäyttöjärjestelmän sähkökatkotilanteessa. Pitopiirin puuttuminen huomattiin, kun ohjauspiirin riviliittimille syötettiin ohjausjännitettä ulkoisesta jännitelähteestä. Kun erotin oli ohjattu kiinni ja ohjausjännite katkaistiin, ohjauspiiri ei pysynyt kiinni vaan avautui.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn todettiin olevan laajuudeltaan sopiva insinööriopintojen opinnäytetyöksi. Tätä opinnäytetyötä tehdessä jouduttiin soveltamaan useita tekniikan aloja, joilla järjestetään ammattikorkeakoulutasoista koulutusta. Suoria rajapintoja laitteiston käyttöön otossa oli esimerkiksi elektroniikkaan, automaatiotekniikkaan, tietotekniikkaan, sähkövoimatekniikkaan, ohjelmistotekniikkaan ja tietenkin energiatekniikkaan. Työskentely-ympäristössä todettiin tarvittavan osaamista ja hahmottamiskykyä monelta eri tekniikan osa-alueelta.

Opinnäytetyötä tehdessä todettiin KE:lle hankittujen laitteiden toimitusketjun selvittämisen olevan haasteellista. Hankintoja, kuten tilauksia tai tarjouksiakaan, ei arkistoida sähköiseen tietokantaan. KE käyttää useita tavarantoimittajia. Samoja komponentteja, kuten tässä työssä käytettyä RTU211 –ala-asemaa, saattaa tulla KE:lle useilta toimittajilta. Tavarantilauksia ovat hoitaneet ja voivat hoitaa useat henkilöt organisaation eri tasoilla. Vajavaisesta ja osin puutteellisesta arkistoinnista johtuen käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön on vaikeaa ja joskus jopa mahdotonta selvittää yksittäisten laitteiden tarkkoja tyyppisiä sekä toimituspäivämääriä.

Laitteiden tarkan tyyppin ja toimituspäivämäärän tietäminen auttaa usein vikatilanteen selvittämisessä. Laitetoimittaja pystyy neuvomaan käyttöönottilanteessa tyypillisimmät virheet sekä ”täytyy tietää”-kohteet. Erityisesti ohjelmoitavien laitteiden käyttöönotossa on huomioitava jokaisen parametrin oikeellisuus. Tietoliikenne ei toimi, jos jokaisella tietoliikenneverkon laitteella ei ole oikeat parametrit. Tietoliikenneparametrimäärittelyissä on huomioitava, että tietyissä tilanteissa kaikille verkon laitteille on asetettava samat parametrit, näistä ovat esimerkkeinä sarjaliikennöinnin nopeus ja pariteetti. Tietyissä tilanteissa laitteille on taas asetettava yksilöllisiä parametreja, joista esimerkkinä mainittakoon TCP/IP-verkossa laitteen erittelevä IP-osoite.

Työtä tehdessä todettiin KE:n sähköisen arkistoinnin olevan puutteellista myös suunnitteludokumenttien osalta. Osa dokumenteista löytyy tiedostopalvelimelta mutta palvelimen hakemistorakenne ei ole tiedonhaun kannalta looginen. *Sähköverkko*-osastolle on oma päähakemisto, jonka alta löytyy *Kaukokäyttö*-hakemisto. Lähes kaikilla nykyisillä ja entisillä sähköverkko-osaston työntekijällä on oma hakemisto *Sähköverkko*-hakemistossa. Kuten yleensä tällaisissa tilanteissa, tieto sirpaloituu monimutkaisen ja epäloogisen hakemistorakenteen syövereihin. Oleellista tietoa ei välttämättä löydetä laitteen tai toimittajan nimellä etsimällä, vaan haku on keskitettävä laitteen hankkineen henkilön hakemistoon, jossa on arvattava kuinka hakemistot ja

tiedostot on nimetty. Usein tiedostojen nimet eivät liity suoraan laitteeseen. Esimerkiksi tässä työssä liitteinä 2 ja 3 olevat RTU211–ala-aseman määrittelyt ovat tiedostoissa *Bl.xls* ja *BO.xls*. Tiedostonimistä niiden voidaan päätellä liittyvän binäärituloihin ja –lähtöihin. Laitteiden tilauksia, tilausvahvistuksia tai lähetysluetteloita ei yleensä löydetä.

Kenttä- ja sähkösuunnittelun tuottamia suunnitteludokumentteja, kuten piiri- ja kytkentäkaavioita, ei ole kaikista laitteista tai tietoliikenneyhteyksistä sähköisessä muodossa. Paperille kynällä piirrettyjä suunnitteluversioita sekä ns. punakynäversioita saatetaan löytyä asentajien omista arkistoista, joihin ulkopuolisilla ei välttämättä ole mahdollisuutta päästä. Punakynäversioiksi kutsutaan alkuperäistä suunnitteludokumenttia, johon on merkitty kynällä käyttöönotettaessa muutokset, joilla laite on saatu toimimaan oikein ja luotettavasti.

Kaikki suunnitteludokumentit olisi syytä saada sähköiseen muotoon ja luotettavaan, helppokäyttöiseen arkistointijärjestelmään. Käytännössä suunnitteludokumenttien puhtaaksi piirtäminen, sähköiseen muotoon siirtäminen ja arkistointijärjestelmän perustaminen on niin suuri projekti, ettei sitä nykyisillä työvoimaresursseilla voida tehdä, vaan em. työtä varten on palkattava työntekijä.

KE on hankkinut käyttöönsä Teklan X-opto –ohjelmiston tehostaakseen viestiverkkonsa ylläpitoa. Kyseisellä tietokantapohjaisella ohjelmistolla KE tulee dokumentoimaan viestiverkkonsa. Tietokantaan tallennetaan mm. viestiverkon kaapelit, laitteet, tehdyt kytkennät sekä laitteisiin ja kytkentöihin liittyvä dokumentaatio. Ohjelmisto otetaan käyttöön vuoden 2012 aikana, kunhan karttojen koordinaatistokonversiot on tehty. X-opto tulee käyttämään samaa EUREF-koordinaatistoa kuin KE:llä jo nykyisin käytössä oleva, Teklan toimittama sähköverkon suunnittelu- ja hallintaohjelmisto XPower.

Tulevaisuudessa KE tulee liittämään lisää erotinasemia kaukokäyttöjärjestelmänsä. Tässä työssä saatuja ohjeita ja kokemuksia voidaan käyttää hyödyksi niissä projekteissa. Kaukokäyttöjärjestelmä toimii tällä hetkellä luotettavasti, joten sen vaihtaminen ei ole ajankohtaista. Kaukokäyttöjärjestelmää ylläpidetään huoltamalla ja päivittämällä sitä säännöllisesti. Kaukokäyttöjärjestelmässä on laajennusvaraa riittävästi, joten siihen voidaan lisätä uusia erotinasemia. Asiakkaiden kokemat sähkönjakeluhäiriöt halutaan pitää minimissä, joten niidenkään takia kaukokäyttöjärjestelmää ei ole syytä vaihtaa.

MicroSCADA on ABB:n toimittama kaukokäyttöjärjestelmä. Järjestelmän ylläpitoon liittyvät perustoiminnot, kuten kuvien, raporttien ja muuttujien lisäämiset/muuttamiset/poistamiset tekevät tyypillisesti KE:n omat asiantuntijat. Vaativimmat työt, kuten laitteiden lisäykset ja poistot, tekevät ABB:n asiantuntijat. Yhteistyön ABB:n kanssa voidaan todeta toimivan nopeasti ja luotettavasti. Apua saatiin nopeasti, puheluihin ja sähköposteihin vastattiin käytännössä välittömästi ja ongelmat saatiin ratkaistua.

Kesätyöjakson alkuvaiheessa toukokuussa 2011 tämän opinnäytetyön aiheena oli kaukokäyttösovelluksen päivittäminen yhdelle sähköasemalle. Käytössä ollut MicroSCADAn versio 9.2 olisi päivitetty MicroSCADA PRO-versioon. Uusi ohjelmisto on edeltäjänsä visuaalisempi ja työssä olisi muutettu yhden sähköaseman valvomonäytöt uusiin pohjiin. Työ olisi vaatinut koulutusjakson ABB:n koulutuskeskuksessa Vaasassa ja lisäksi tarvittavat ohjelmistot olisi täytynyt hankkia. Koulutus olisi järjestynyt vasta syksyllä 2011 ja päivitystyö olisi tehty sen jälkeen.

Opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen työn aihe vaihdettiin. Näin työ saatiin tehtyä kesätyöjakson aikana ja työllä oli konkreettinen kohde. Kaukokäyttösovelluksen päivittäminen olisi antanut oikeastaan vain esteettisen parannuksen, erotinaseman kauko-ohjaus parantaa sähkönjakelun luotettavuutta. Opinnäytetyön valvoja hyväksyi aihe muutoksen. Uusi työ todettiin käytännössä tarpeelliseksi.

LÄHTEET

ABB Ag 2010. *RTU560/RTU211 Solutions overview* [esite]. Mannheim: ABB Ag [viitattu 30.9.2011]. Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/5af3008767a05dfffc12577ae00548d66/\\$file/RTU560_RTU211_Solutions_Overview_en.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/5af3008767a05dfffc12577ae00548d66/$file/RTU560_RTU211_Solutions_Overview_en.pdf).

ABB Oy 1998. *MicroSCADA Kuvankäsittely* [verkkajulkaisu]. ABB Oy [viitattu 14.9.2011]. Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/5a59b5df57d51741c2256af70031b66d/\\$File/ms_fi_pied.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/5a59b5df57d51741c2256af70031b66d/$File/ms_fi_pied.pdf)

ABB Oy 1999. *MicroSCADA Sovelluskohteet* [verkkajulkaisu]. ABB Oy [viitattu 14.9.2011]. Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/403f139b43b39bcb2256af7003122f5/\\$File/ms_appo_fiA.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/403f139b43b39bcb2256af7003122f5/$File/ms_appo_fiA.pdf)

ABB Oy 2000. *ABB:n TTT-käsikirja 2000-07*, ABB Oy.

Alibaba.com. products. Vga cable. RJ45 Plug to DB 9 Pin Female Cable [viitattu 13.10.2011]. Saatavissa: <http://www.aliexpress.com/store/200516/209694966-395154150/RJ45-Plug-to-DB-9-Pin-Female-Cable.html>.

Aura, L. & Tonteri, A. 1993. *Sähkölaitostekniikka*, Helsinki: WSOY.

Elovaara, J. & Laiho, Y. 1988. *Sähkölaitostekniikan perusteet*, Vantaa: Otakustantamo

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011a. *Sähköverkot I – Järjestelmätekniikka ja sähköverkon laskenta*, Helsinki: Otatieto

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011b. *Sähköverkot II – Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet*, Helsinki: Otatieto

Forsten, J. & Lehtonen, M. 2002. *Sähkön toimitusvarmuuden parantaminen - Selvitysmiehen raportti* [verkkajulkaisu]. Espoo: Kauppa- ja teollisuusministeriö tietoaarkisto [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa:

<http://www2.energia.fi/myrsky/pdf/toimitusvarmuus.pdf>

Industrial Networking Solutionsin www-sivu [viitattu 30.9.2011]. Saatavissa: <http://www.industrialnetworking.com>

IPCOMM GmbH 2011. *IEC 60870-5-101* [verkkajulkaisu]. IPCOMM GmbH [viitattu 2.10.2011]. Saatavissa:

<http://www.ipcomm.de/protocol/IEC101/en/sheet.html>.

IPCOMM GmbH 2011. *IEC 60870-5-104* [verkkajulkaisu]. IPCOMM GmbH [viitattu 2.10.2011]. Saatavissa:

<http://www.ipcomm.de/protocol/IEC104/en/sheet.html>.

Kauppalehden www-sivu [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/>

Kumpulainen, L., Laaksonen, H., Komulainen, R., Martikainen, A., Lehtonen, M., Heine, P., Silvast, A., Imris, P., Partanen, J., Lassila, J., Kaipia, T., Viljainen, S., Verho, P., Järventausta, P., Kivikko, K., Kauhaniemi, K., Lågland, H. & Saaristo, H. 2006. *Verkkovisio 2030 - Jakelu- ja alueverkkojen teknologiavisio*, Espoo: VTT Tiedotteita -

Research Notes 2361. [viitattu 24.9.2011] Saatavissa: www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2361.pdf.

Kuumic Oy:n www-sivu [viitattu 16.9.2011]. Saatavissa: <http://www.kuumic.fi>

Kuumic Oy 2011. *KU114 IEC104/101 käyttöönotto* [käyttöohje]. Kuumic Oy.

Kuopion Energian www-sivu [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.kuopionenergia.fi>.

Lehtonen, O. FW: Kuvapyyntö 8DJ20 -kojeistosta [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sauli Vänskä. Lähetetty 4.10.2011 [viitattu 4.10.2011].

Lillbroända, P. Kuvia 8DJ20 kojeistosta [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sauli Vänskä. Lähetetty 3.10.2011 [viitattu 3.10.2011].

Miettinen, Jami 2012. Tietojärjestelmäpäällikkö. Kuopion Energia liikelaitos. Kuopio 18.1.2012. Henkilökohtainen tiedonanto.

Moxa. Products. Serial Device Servers. NPort Device Servers. NPort 5210 [viitattu 6.10.2011]. Saatavissa: http://www.moxa.com/product/NPort_5210.htm.

Nyysönen, V. 2011. *Kuopion Energian viestiverkon kartoitus ja kehittäminen*. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, Elektroniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2.10.2011]. Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/19350/Tamsi_Toni.pdf?sequence=1.

OmniSecu.com. *Differences between TCP and UDP*. [viitattu 19.1.2012]. Saatavissa: <http://www.omnisecu.com/tcpip/differences-between-tcp-and-udp.htm>.

Oulun seudun ammattikorkeakoulu 2008. *RTA316 Lähiverkot* [verkkojulkaisu]. Raahen seudun ammattikorkeakoulu [viitattu 2.10.2011]. Saatavissa: <http://www.ratol.fi/opensource/lahiverkot/>.

Repo, S., Laaksonen, H., Järventausta, P. & Mäkinen, A. 2003. *Keskijänniteverkon siirtokyky jännitteennousun perusteella — Högsåran tuulivoimalan tapaustutkimus* [raportti]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto [viitattu 26.9.2011]. Saatavissa: <http://webhotel2.tut.fi/units/set/raportteja/dg/westwind/raportti2-2003.pdf>.

Siemens AG 2007. *Switchgear Types 8DJ and 8DH for Secondary Distribution Systems up to 24 kV (General Part), Gas-Insulated* [esite]. Erlangen: Siemens AG [viitattu 3.10.2011]. Saatavissa: http://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/power-distribution/medium-voltage-switchgear/gis-general/HA_40_1_en.pdf.

Siemens Oy 2001. *Kuvaus 8DJ10/8DJ20* [käyttöohje]. Siemens Oy.

Siemens Oy 2008. *8DJ-esitelmä* [esittelymateriaali]. Siemens Oy.

Sähkömarkkinalaki 17.3.1995/386. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/>.

Sähköturvallisuusmääräykset A1-89. Sähkötarkastuskeskus. Lainsäädäntö [viitattu 27.9.2011]. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/ohjeet/sahkoturvamaaraykset%20A1_89.pdf.

Tamsi, T. 2010. *Verkkokatkaisija-aseman liittäminen MicroSCADA-käytönvalvontajärjestelmään*. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2.10.2011]. Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/19350/Tamsi_Toni.pdf?sequence=1.

KUOPION ENERGIAN SÄHKÖVERKON KAUKOKÄYTTÖJÄRJESTELMÄ

Liite 1

Käyttökeskus

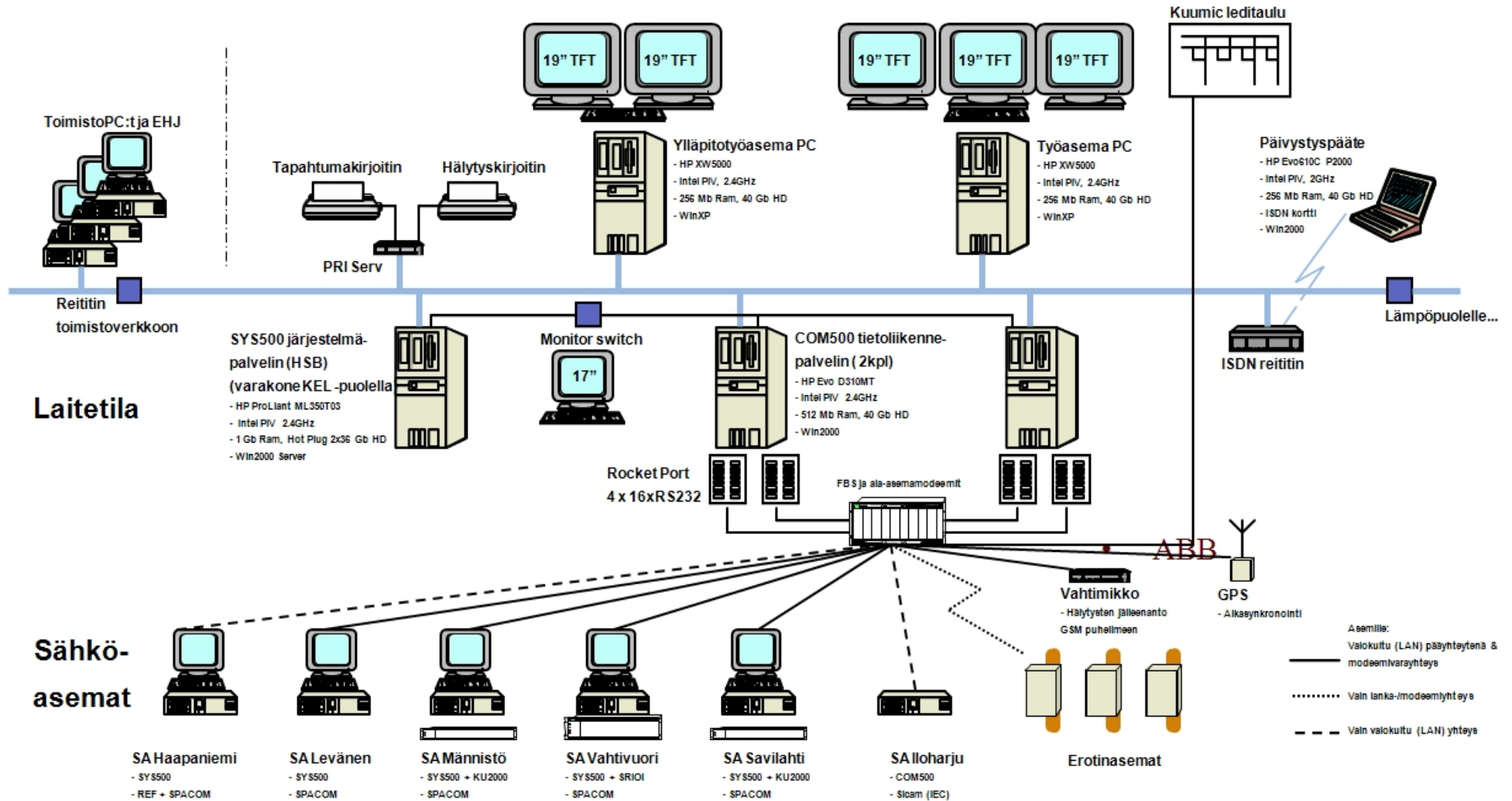


ABB RTU-211 –ALA-ASEMAN BINÄÄRITULOJEN MÄÄRITTELY


Liite 2

STA NR:	Muutos	B	D	F	K	M										
161		C	E	G	L	N										
MicroSCADA tietokanta				ALA-ASEMA RTU211				ALA-ASEMA LIITYNTÄ ABB				ALA-ASEMA LIITYNTÄ				
TUNNUS	TEKSTI	Norm. asento	IEC 60870-5-101		KEHIKKO A0						KAAPELI		OSOITE		HUOM	
			TYPE DI/SI	IEC ADDRESS	PAIKKA 231096	TULO	LIITIN	KETJ.	X10	JOHDIN	TUNNUS	LIITIN	PAIKKA			
M616_E01:P10	M616_Q1	Kiinni	DI	101	CH 1	X7:9	X10:101	1				Q1	3	X80	820	} Kenno1
		Auki			CH 2	X7:8	(X10:102)	2				Q1	4	X80	821	
M616_E02:P10	M616_Q2	Kiinni	DI	102	CH 3	X7:7	(X10:103)	3				Q1	5	X80	823	} Kenno2
		Auki			CH 4	X7:6	(X10:104)	4				Q2	3	X80	820	
M616_E03:P10	M616_Q3	Kiinni	DI	103	CH 5	X7:5	(X10:105)	5				Q2	4	X80	821	} Kenno3
		Auki			CH 6	X7:4	(X10:106)	6				Q3	5	X80	823	
M616_E01LR:P10	M616_Q1KP	Kiinni	DI	104	CH 7	X7:3	X10:7	7				Q3	3	X80	820	} Kenno1
		Auki			CH 8	X7:2	X10:8	8				Q3	4	X80	821	
M616_E02LR:P10	M616_Q2KP	Kiinni	DI	105	CH 9	X6:8	X10:9	9				Q3	5	X80	823	} Kenno2
		Auki			CH 10	X6:7	X10:10	10				Q2	10	X80	806	
M616_E03LR:P10	M616_Q3KP	Kiinni	DI	106	CH 11	X6:6	X10:11	11				Q1	10		808	} Kenno3
		Auki			CH 12	X6:5	X10:12	12				Q2	12	X80	806	
	SF6-hälytys	J1	SI	201	CH 13	X6:4	X10:113	13				Q2	11	X80	860	} Kenno1
	Vapaa hälytyspaikka	J3	SI	202	CH 14	X6:3		14				Q1	12	X80	861	
	PAIKALLISKÄYTTÖ	J3	SI	203	CH 15	X6:2		15								
	230V PUUTTUU	J1	SI	204	CH 16	X6:1		16								
					24VDC+	X1:3-5						Q1,Q2,Q3	1	X80	800	>803
					24VDC-	X1:103-	X1:103-105					Q1,Q2,Q3	2	X80	801	
					C1	X7:1										
					C2	X6:9										
					0V											
			Korvaa	11-B0466	Suunnitteli		E.N 27.3.2007	Vastaava osasto		PTUA	Piiustus:		Lehtil.			
			Korvattu	Kuopion Energia	Hyväksyi			Soveltava osasto		HBA	PISTELUETTELO		1			
			Recalc Automatic		Excel		Windows (32-bit) NT 5.01	Revisio:			BINÄÄRI TULOT 231096		Lehti			
Rev	Kommentti	Muutti:SVä	Piirustustunnus		ABB Oy Energiayhtiöiden automaatio		ABB		Piirustusnumero				1			

ABB RTU-211 –ALA-ASEMAN BINÄÄRILÄHTÖJEN MÄÄRITTELY

Liite 3

STA NR:	MUUTOS	B	D	F	H	K	M											
161		C	E	G	J	L	N											
MicroSCADA tietokanta		ALA-ASEMA RTU211				ALA-ASEMA LIITYNTÄ ABB				PROSESSI								
TUNNUS	Jännitetaso kV	TEKSTI	Kiinni Auki	ON OFF	IEC 60870-5-101		KEHIKKO A0			RELE			RIVILIITIN X11	KAAPELI		OSOITE		HUOM
					TYPE CMD	IEC ADDRESS	PAIKKA 03	TULO	LIITIN	KETJ	KETJ LIITIN	RELE		LIITIN	KETJ	JOHDIN	TUNNUS	
M616_E01:P11	20kV	Erotin M616_01	Kiinni	ON	1	CH 1	X2:1			A1	R1	24	1	Q1	6	X80	802	
						CH 1	X2:2			A2		14	101	Q1	7	X80	809	
	20kV	Erotin M616_01	Auki	OFF		CH 2	X2:3			A1	R2	24	2	Q1	8	X80	805	
M616_E02:P11	20kV	Erotin M616_02	Kiinni	ON	2	CH 2	X2:4			A2		14	102	Q1	9	X80	807	
						CH 3	X2:5			A1	R3	24	3	Q2	6	X80	802	
				CH 3		X2:6			A2		14	103	Q2	7	X80	809		
	20kV	Erotin M616_02	Auki	OFF		CH 4	X2:7			A1	R4	24	4	Q2	8	X80	805	
M616_E03:P11	20kV	Erotin M616_03	Kiinni	ON	3	CH 4	X2:8			A2		14	104	Q2	9	X80	807	
						CH 1	X3:1			A1	R5	24	5	Q3	6	X80	802	
				CH 1		X3:2			A2		14	105	Q3	7	X80	809		
	20kV	Erotin M616_03	Auki	OFF		CH 2	X3:3			A1	R6	24	6	Q3	8	X80	805	
						CH 2	X3:4			A2		14	106	Q3	9	X80	807	
			Kiinni	ON	4	CH 3	X3:5			A1	R7	24	7					
						CH 3	X3:6			A2		14						
			Auki	OFF		CH 4	X3:7			A1	R8	24						
						CH 4	X3:8			A2		14						
						24v												
						0V												

			Korvaa	Projekti: 11-B0466	Suunnitteli	E.N. 27.3.2007	Vastaava osasto	PTUA	Piirustus:	Lehtil.
			Korvattu	Kuopion Energia	Hyväksyi		Soveltava osasto	RBA	PISTELUETTELO OHJAUKSET 23IO96	1
			Recalc Automatic		Excel	12.0	Windows (32-bit) NT 5.01	Revisio:		
Rev	Kommentti	Muutt SVä	Piirustustunnus			ABB Oy Energiayhtiöiden automaatio				Piirustusnumero

M616-EROTINASEMAN KAUKOKÄYTTÖTESTAUKSEN KYTKENTÄOHJELMA



KUOPION ENERGIALAITOS

KYTKENTÄOHJELMA

No

Sivu

Asema

Laatija

Päivämäärä

Kytchentäpäivämäärä

EH

16.8.11

16.8.2011

Kytkenjän johtaa E Hartikainen	Tarkastaja	Työmääräysten numerot
Jakelu Kari Holmström		Keskeytymääräyksen numero

Kytkenjän tarkoitus
Kaukokäytön testaus M616 Kuurenkaty

	SUORITUSPAIKKA	LAITE	TUNNUS	TOIMENPIDE	KLO
1	SA III PM1 ja SA IV PM2 jännitteiden tasaus kysikäytölle				
2	M305	E	01	KIINNI	
3	M616 erottimet 01 ja 02 paikalliselle				
4	M616	E	03	AUKI	
5	M616	E	03	KIINNI	
6	M616 erotin 03 paikalliselle ja 02 kaukokäytölle				
7	M616	E	02	AUKI	
8	M616	E	02	KIINNI	
9	M616 erotin 03 kaukokäytölle				
10	M305	E	01	AUKI	
11	SA III PM1 ja SA IV PM2 jännitteensijat automaattille				
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

Tarkastaja täyttää

ONKO MERKITTY, ONKO OTETTU HUOMIOON?

- Suojausmuutokset tai laukaisun estot (ylivirta, 0-virta, diff, bucholz)
 Työmaadoitusten asettaminen ja poisto (paikat ja lukumäärä)
 Laitososan tarkastaminen ennen jännitteen kytkemistä tai maadoittamista
 Suojauksen palautus

Suorittaja

Toteutunut pvm

Klo

 Jatkuu kääntöpuolella

www.savonia.fi

