

Taneli Mäkitalo

TIETOLIIKENNEVERKON LAAJENTAMINEN

Kokkolan Energian tietoliikenneverkon laajentaminen maastoon

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2013

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Helmikuu 2013	Tekijä/tekijät Taneli Mäkitalo
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi TIETOLIIKENNEVERKON LAAJENTAMINEN. Kokkolan Energian tietoliikenneverkon laajentamien maastoon		
Työn ohjaaja Mikko Mäki-Petäjä	Sivumäärä 31 + 1	
Työelämäohjaaja Veli-Pekka Kinnunen		
<p>Opinnäytetyö tehtiin KENET OY:lle, joka on Kokkolan Energian sähkönsiirtoyhtiö. Tavoitteena oli kartoittaa ja toteuttaa eri menetelmillä tiedonsiirtoa Kokkolan kaupungin maastossa. Kokkolan Energialla maastossa on sähkömittarien lukuun keskittimiä, erotinasemia, muuntamoiden valvontayksiköitä ja suojareleitä. Nämä laitteet kommunikoivat ennen opinnäytetyötä GPRS-tiedonsiirrolla, joka ei pitkän sähkökatkon vallitessa ole luotettava eikä nopea tapa. Opinnäytetyö rajattiin Isokylän alueelle, jonne täytyi saada yhteys Kokkolan Energian toimitalolta. Tiedonsiirtovaihtoehtoina on monia eri tekniikoita ja protokollia, mutta alusta asti oli selvää, että käytettäisiin TCP/IP-protokollaa, johon saa liitettyä lähes kaikki laitteet.</p> <p>Isokylään on asennettu maahan valokaapelia keskijännitekaapelien asennusten yhteydessä muuntamoiden välille. Isokylässä Kokkolan Energian oma valokaapeliverkko on laaja, mutta sieltä ei ole valokaapeliyhteyttä Kokkolan Energian toimitalolle. Tämän puutteen korvaamiseksi mietittiin eri vaihtoehtoja. WiMAX osoittautui sopivaksi vaihtoehdoksi, koska sitä on käytetty lähinnä harvaanasutuilla alueilla laajakaistayhteyksissä. WiMAX on nopeaa langatonta tiedonsiirtotekniikkaa, joka perustuu WLAN-tekniikkaan. WiMAX-laitteille varattiin oma taajuusalue, tukiasema asennettiin Kokkolan Energian toimitalon katolle ja päätelaite asennettiin Isokylään katuvalopylvääseen. Lisäksi valittiin muut tarvittavat aktiivilaitteet valokaapeliverkkoon.</p>		
Asiasanat lähiverkko, valokaapeli, WiMAX		

ABSTRACT

UNIT Kokkola-Pietarsaari	Date February 2013	Author Taneli Mäkitalo
Degree programme Information technology		
Name of thesis THE EXPANSION OF THE DATA NETWORK, The expansion of the data network of Kokkolan Energia into the terrain		
Instructor Mikko Mäki-Petäjä		Pages 31+1
Supervisor Veli-Pekka Kinnunen		
<p>The commissioner of this thesis was KENET OY which is the power distribution company of Kokkolan Energia power company. The aim of the thesis was to survey and implement data transfer with different kinds of systems in the terrain of the city of Kokkola. Kokkolan Energia has several concentrators for reading the electricity meters, disconnector stations, control units of transformers and protection relays. Before this thesis these devices communicated via GPRS data transfer system, which is not reliable nor fast system in case of power failures. This thesis focused on the Isokylä area which was connected to the office building of Kokkolan Energia. There were several techniques and protocols as data transfer options but from the beginning it was clear that TCP/IP-protocol would be used. TCP/IP-protocol is suitable since almost all devices can be connected to it.</p> <p>During the medium voltage cable installations, a fibre optic cable was installed to the ground between the transformers in the Isokylä area. In Isokylä area the fiber optic cable network is wide but it is not connected to the Kokkolan Energia office building. Different options were considered to create the connection and the WiMAX technology was selected. WiMAX is a quick wireless data transfer technique based on WLAN technique. WiMAX was a good option due to the fact that it is used mostly in sparsely populated areas. Band was reserved for WiMAX devices and the base station was positioned on the roof of the office building of Kokkolan Energia and the terminal was installed to a street-light pole in Isokylä. Also other required active devices were chosen for the fiber optic cable network.</p>		

<p>Key words local area network, optical fibre, WiMAX</p>

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	2
3 KOKKOLAN ENERGIAN LÄHIVERKKO	3
4 SÄHKÖVERKON KÄYTÖNVALVONTA	4
5 TIEDONSIIRRON LÄHTÖKOHDAT KOKKOLAN ENERGIALLA	5
5.1 Sähkömittaritietojen kerääminen	5
5.2 Erotinasemien etäohjaaminen	5
5.3 Muuntamoiden valvonta	6
6 WIMAX	7
6.1 WiMAX-päätelaitteet	7
6.2 Kanavanvaraus WiMAX-verkossa	8
7 LÄHIVERKKO MAASTOON	10
7.1 Kokkolan Energian WiMAX-laitteet	10
7.1.1 RuggedMAX™ WiN7000:n asennus	12
7.1.2 RuggedMAX™ WiN5200:n asennus	13
7.1.3 WiMAX-laitteiden virtalähteet	13
7.2 Kytkimet	13
7.2.1 RuggedSwitch® RS940G	14
7.2.2 RuggedSwitch® RS900G	15
7.3 Valokaapelit	18
7.4 Aktiivilaitekaappi	20
7.4.1 Mediamuuntimet	21
7.4.2 I/O-logiikka	23
7.5 Uuden verkon periaatekuva	24
8 LÄHIVERKON HALLINTA	26
9 TULOKSET JA POHDINTA	28
LÄHTEET	30
LIITTEET	
LIITE 1/1-1/2. Piirikaavio	
KUVIOT	
KUVIO 1. RuggedMAX™ WiN7000	11
KUVIO 2. RuggedMAX™ WiN5200	12
KUVIO 3. RuggedSwitch® RS940G	15

KUVIO 4. Aktiivilaitekaappi	16
KUVIO 5. Aktiivilaitekaappi ja päätelaite	17
KUVIO 6. Jakokaappi kuitujatkoksille	19
KUVIO 7. Ristikytkentäkaappi	21
KUVIO 8. Mediamuuntimet ja keskitin	22
KUVIO 9. Uuden verkon periaatekuva	25
KUVIO 10. RuggedNMS	27

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni suunnittelin ja rakensin projektiryhmän avustuksella Kokkolan Energian tietoliikenneverkon laajennusta maastoon. Kokkolan Energian erilaisia laitteita asennetaan maastoon, esimerkiksi sähkömittarien lukemiseen keskittimiä, erotinasemia ja muuntamoiden valvontayksiköitä. Nämä laitteet kommunikoivat Global System for Mobile Communications (GSM) -verkon kautta eli käyttävät General Packet Radio Service (GPRS) -tiedonsiirtoa.

GSM-verkko voi lakata toimimasta kriisitilanteessa, jolloin on tärkeää saada nopeampi ja luotettavampi yhteys maastossa oleville laitteille. Erilaisia vaihtoehtoja ovat Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), radiomodeemi ja valokaapeli. Kokkolan Energia on keskijännitekaapelien vedossa ja kaukolämpöputkien asennuksessa asentanut samalla valokaapeleita tai putkia maastoon, koska valokaapelit ovat edullisia ja niitä voidaan hyödyntää tietoliikenneverkon laajennuksessa. Valokaapeleita on vedetty maahan vasta muutaman vuoden ajan, joten oma valokaapeliverkko ei ole vielä tarpeeksi kattava.

WiMAXia ovat käyttäneet hyödyksi muutamat sähkölaitokset Suomessa. WiMAXin signaalin kantomatka maastossa on noin 10–30 km. Tätä langatonta tekniikkaa rajoittavat maastossa olevat esteet. WiMAX-laitteiden sijoitteluun täytyy panostaa tarpeeksi, koska maaston korkeuserot vaikuttavat signaalin kantomatkiaan. Radiomodeemit ovat nykyään vanhaa ja tiedonsiirrotaan hidasta tekniikkaa, joten niistä luovuttiin heti alussa. Täytyi miettiä, mitkä aktiivilaitteet ja mitä muita laitteita maastoon asennetaan. Maastoon tuli monta eri tietoliikenneverkkoa eli valvomoverkko erotinasemille ja muuntamoiden valvontaan ja toimistoverkko keskittimille.

Tein tämän opinnäytetyön Kokkolan Energian sähkönsiirtoyhtiön KENET OY:n palveluksessa. Työ tehtiin Kokkolan Energialle, koska Kokkolan Energia omistaa Kokkolan kaupungin alueen sähkönjakeluverkon. Opinnäytetyö tehtiin pilottityönä erilaisia laitteita kokeillen. Opinnäytetyön tuloksia voidaan käyttää hyödyksi tulevaisuudessa, kun tietoliikenneverkkoa laajennetaan lisää maastoon.

2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Opinnäytetyössäni tavoitteena oli ratkaista, miten saadaan laajennettua Kokkolan Energian tietoliikenneverkkoa ympäri kaupunkia, tietoturvasta ja toimintavarmuudesta tinkimättä. Opinnäytetyössä oli tarkoitus vain kartoittaa paras tiedonsiirtotekniikka tähän tarkoitukseen. Opinnäytetyön laajuus oli pakko rajata, koska Kokkolan Energian tietoliikenneverkkoa rakennetaan jatkuvasti maastoon, ja se kestää vielä vuosia tai vuosikymmeniä. Projektiryhmän kanssa olemme rajanneet opinnäytetyöprojektin.

Tavoitteena oli saada rakennettua muutama toimiva yhteys maastossa oleville laitteille, joita ovat esimerkiksi erotinasemat, suojareleet, muuntamoiden mittauslaitteet ja sähkömittareiden lukemiseen tarkoitettut keskittimet. Jos nämä yhteydet toimivat moitteettomasti ja laitteet havaitaan hyviksi, samaa tiedonsiirtotekniikkaa tai -tekniikoita käyttäen voidaan tulevaisuudessa laajentaa tietoliikenneverkkoa. Kokkolan Energian valokaapeliverkko on kattava Isokylässä, joten aloimme rakentaa toimivaa tietoliikenneverkkoa sinne.

3 KOKKOLAN ENERGIAN LÄHIVERKKO

IEEE 802.3 eli Ethernet-verkko on yleisin lähiverkko. Verkon fyysinen topologia on yleensä väylä tai tähti, mutta se voi myös olla rengas, jolloin sen luotettavuus kasvaa. Kanavanvarausmenettelyn kannalta on siis kyseessä väyläverkko, jossa on käytössä kilpavaraus. Tähtimuotoisessa verkossa kytkimen ja päätelaitteen välillä on kaksipisteyhteys, mutta kanavanvarauksena säilyy kilpavaraus. (Granlund 2007, 262.)

Kokkolan Energian lähiverkko on käytössä Kokkolan Energian toimitalolla, Kokkolan Voimalla ja Oy Kokkolan Power Ab:lla. Lähiverkko jakautuu moniin verkkoalueisiin. Tässä opinnäytetyössä käytimme vain toimisto- ja valvomoverkkoa, koska kaikki Kokkolan Energian etälaitteet käyttävät vain näitä verkkoja.

Toimistoverkossa ovat lähes kaikki Kokkolan Energian toimitalon tietokoneet. Tämän verkon kautta ollaan palomuurin välityksellä yhteydessä Internetiin. Mittariverkko on reititetty toimistoverkkoon. Kaikki sähkömittarilukemat tulevat siis toimistoverkkoon. Valvomoverkko on hyvin suojattu ulkopuolisilta, ja siinä on käytössä palomuri, joka päästää sinne ulkopuolelta vain sellaiset laitteet/tietokoneet, jotka ovat saaneet luvan palomuurilta. Eli valvomoverkko ei ole käytännössä yhteydessä ulkomaailmaan. Kaikki sähköasemilla olevat ohjattavat laitteet ja mittaukset ovat valvomoverkossa. Myös erotinasemat, muuntamoiden valvonta ja suojareleet ovat valvomoverkossa.

4 SÄHKÖVERKON KÄYTÖNVALVONTA

Valvomo-ohjelma Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) ABB:n MicroSCADA on suunniteltu toimimaan reaaliaikaisena valvontaohjelmana ja ohjaamaan sähköverkon ensiö- ja toisiopuolta muuntamoissa ja sähköasemilla. Sillä saa helposti luotua turvallisen yhteyden älykkäisiin laitteisiin valvomon käyttöpäätteen kautta. MicroSCADA tarjoaa hyvän suojauksen tietoturvan kannalta. Etäyhteydet microSCADAan tehdään turvallisesti palomuurin läpi Virtual Private Networkilla (VPN). (ABB Oy, 2010.) KENET OY käyttää valvomo-ohjelmistonaan ABB:n microSCADAA.

KENET OY:llä on kaksi microSCADA-palvelinta, joista toinen on aina käytössä ja toinen valmiustilassa. Nämä palvelimet on kahdennettu, eli ne ovat identtiset. Tarkoituksena on, että jos käytössä oleva palvelin jumiutuu tai tehdään päivityksiä, valmiudessa oleva palvelin voidaan ottaa käyttöön nopeasti. Valvomosta avataan valvontaohjelmalla käyttöikkuna, joka ottaa etäyhteyden palvelimelle. Valvomon tietokoneelta tehdään ohjaukset, seurataan mittauksia, tapahtumalistaa ja hälytyslistaa.

MicroSCADA-palvelimet ovat Kokkolan Energian toimitalon vieressä olevalla sähköasemalla. Sieltä on oma valokaapeliyhteys Kokkolan Voimalle, jonka vieressä on kaksi sähköasemaa, jonne on myös valokaapeliyhteys Kokkolan Voimalta. Kokkolan Voimalta on myös valokaapeliyhteys kolmannelle sähköasemalle, joka on vasta rakennettu tehdasalueen läheisyyteen. Viides sähköasema on toisella puolella kaupunkia, jonne ei ole omaa valokaapeliyhteyttä vielä. Tällä hetkellä se on yhteydessä microSCADA-palvelimelle vuokratun kuituparin välityksellä.

5 TIEDONSIIRRON LÄHTÖKOHDAT KOKKOLAN ENERGIALLA

Kokkolan Energialla käytetään etäluettavien sähkömittareiden mittaustietojen siirtämiseen toimistoverkkoon GPRS-tiedonsiirtoa. Erotinasemia ja muuntamoiden valvontayksikköjä ohjataan myös GPRS-tiedonsiirrolla. Erotinasemilla, muuntajanvalvontayksiköillä ja sähkömittarikeskittimillä on mahdollisuus siirtää dataa myös Ethernet-verkon kautta, koska ne tukevat Internet Protocol version 4:ää (IPv4).

5.1 Sähkömittaritietojen kerääminen

Jokaisella muuntopiirillä on pienjänniteverkossa keskitin, joka kerää sähkömittarien lukemat ja lähettää ne GPRS-verkon kautta Kokkolan Energian toimistoverkkoon. Sähkömittari lähettää mittarilukemat Distribution Line Communication (DLC) -tekniikkaa käyttäen sähköverkon kautta keskittimelle. DLC-tieto jää aina muuntopiirin sisälle eikä jatku keski-jänniteverkkoon. Tämän takia jokaisella muuntopiirillä täytyy olla oma keskitin. Syrjäseuduilla ei käytetä keskittimiä, joten jokaisessa sähkömittarissa on GPRS-modeemi, joka lähettää mittaritiedot Kokkolan Energian toimistoverkkoon. Näillä kaikilla keskittimillä ja sähkömittareilla, jotka käyttävät GPRS-tiedonsiirtoa, on omat GSM-liittymät ja kiinteät Internet Protocol (IP) -osoitteet toimistoverkossa.

5.2 Erotinasemien etäohjaaminen

Vanhat erotinasemat olivat Kuumicin valmistamia, ja ne kommunikoivat microSCADAan Very High Frequency (VHF) -radion välityksellä. Kokkolan Energialle erotinasemia on alettu rakentaa 90-luvun alussa, ja lähes kaikki nykyiset erotinasemat on silloin tehty. Päätimme kesällä 2011, että saneeraamme erotinasemat. Tarkoituksena oli uusia erotinasemien keskusten kaikki komponentit. Keskuksissa on pohjalevyt, joissa vanhat Kuumicin laitteet oli kiinni. Pohjalevy irrotetaan ja uusi vaihdetaan tilalle. Uuteen pohjalevyyn kiinnitettiin uusi ohjausyksikkö, riviliittimet, sulakkeet ja muu tarpeellinen.

Viola Arctic Control erotinala-asemat kommunikoivat microSCADAan IEC104-protokollalla. Tämän vuoksi ne on helppo konfiguroida microSCADAan. Viola Arctic Control on edelläkävijä erotinasemien ohjausyksiköissä monipuolisuuden ja helppokäyttöisyyden takia. Sillä mm. mitataan jokaisen erotinmoottorin virrat, testataan akuston kapasiteetti testivastuksen avulla ja ladataan akkuja keskuksen lämpötilan perusteella. Näissä erotinala-asemissa on myös paljon muita hyviä ominaisuuksia. Arctic Controlien ja microSCADA:n välisen datan siirtotienä voidaan käyttää GPRS-tiedonsiirtoa tai Ethernet-tekniikkaa. (Viola Systems 2012a.) Viola Arctic Control on täysin sama kuin ABB REC603. Käytimme REC603:a uusissa erotinala-asemissa.

5.3 Muuntamoiden valvonta

Arctic IEC-104 Gateway voi kommunikoida GPRS- tai Ethernet-tekniikkaa käyttäen SCADAan. Arctic IEC-104 Gateway muuntaa IEC 60870-5-101 -protokollan IEC 60870-5-104 -protokollaksi. (Viola Systems 2012b.) VAMP WIMO 6CP10:llä voidaan tehdä pienjännitepuolella esimerkiksi seuraavia mittauksia: vaiheiden virrat ja jännitteet, virtojen ja jännitteiden tehollisarvot, tehot, loistehot, näennäistehot, $\cos\phi$ ja muuntajan lämpötila. WIMO kommunikoi IEC 60870-5-101 -protokollalla (VAMP Ltd 2012.) Muuntamoiden valvomiseen käytetään VAMP WIMO 6CP10:tä. Näitä on toistaiseksi asennettu vain yksi testimielessä. WIMO on kytketty Violan Arctic IEC-104 Gatewayhin.

6 WiMAX

WiMAX on langaton verkkoratkaisu, ja sen ominaisuudet on määritelty IEEE 802.16 -suosituksissa. Wimax Forum tukee kyseistä standardia, joka WiFin tavoin huolehtii, että WiMAX-laitteet ovat keskenään yhteensopivia ja täyttävät tietyt minimivaatimukset. WiMAX on teknisesti tarkoitettu kiinteitä yhteyksiä varten, mutta liikkuvuuden WiMAX-verkossa mahdollistaa IEEE 802.16e suositus. Alun perin suositus perustuu toimintaan 10–66 GHz:n taajuuksilla. Lisäys IEEE 802.11A mahdollistaa myös 2–11 GHz:n taajuuksilla tapahtuvan liikennöinnin. Liikkuvia laitteita tukee suositus IEEE 802.16e, joka määrittelee yhteydet 2–6 GHz:n taajuuksille. Suomessa käytetään yleensä 3,5 GHz:n taajuutta. Suositus tukee dynaamista modulaatiota, joka antaa paremman kattavuuden, ja se sallii käytettävän Binary Phase-Shift Keying (BPSK)-, Quadrature Phase-Shift Keying (QPSK)-, 16-Quadrature Amplitude Modulation(QAM)- ja 64-QAM -modulointimenetelmiä. Myös yhteyden symbolinopeutta voidaan pudottaa nopeuden kustannuksella paremman kattavuuden saamiseksi. (Granlund 2007, 437.)

Yleensä tukiaseman kuuluvuus on enintään 40–50 kilometriä. Näin kattavan kuuluvuuden saa vain näköyhteydellä päätepisteiden välillä. Näköyhteyden puuttuttua yhteyden pituus rajoittuu noin 8 kilometriin. Siirtonopeus riippuu yhteyden pituudesta, ja alle 8 kilometrin etäisyydellä voidaan saavuttaa 75 Mbit/s. Nopeus maksimietäisyydellä voi olla vain 17 Mbit/s. Yksi tukiasema tarjoaa enimmillään 75 Mbit/s kapasiteetin, ja tämä jaetaan päätelaitteille. WiMAX-verkolla on kaksi erilaista toimintatapaa. Perinteinen Point to Point (P2P) -kaksipisteyhteys soveltuu runkoyhteyksille. Point to MultiPoint (P2MP) on yhteys, jossa tukiasema palvelee useita päätelaitteita. (Granlund 2007, 437–438.)

6.1 WiMAX-päätelaitteet

Päätelaitteina eli Subscriber Stationina (SS), voi olla liikkuva asema tai verkkopääte. Päätelaite tunnistetaan verkosta 48-bittisen IEEE 802 Media Access Control (MAC) -osoitteen perusteella. MAC-osoitetta käytetään luodessa uutta yhteyttä sekä päätelaitteen ja verkon todennuksessa. Tukiaseman ja päätelaitteen yhteys tunnistetaan 16-bittisen Channel Identifierin (CID) avulla. Päätelaitteen liittyessä tukiasemaan muodostetaan kaksi ohjaus- ja

merkinantokanavaa ala- ja ylävirtaan. Tarvittaessa voidaan muodostaa kolmas kaksisuuntainen kanava ohjaustietojen siirtoa varten. (Granlund 2007, 438.)

Kanavat liittyvät ohjaustiedon palvelutasoon seuraavasti: Basic connect -kanava käytössä yhteyksien hallintaan. Primary management connection on alemmalla prioriteetilla toimiva ohjauskanava. Sitä käytetään osapuolten autentikoinnissa ja toiminnoissa, jotka ovat vähemmän aikakriittisiä. Secondary management connection on valinnainen kanava. Sitä käytetään ylempien tasojen toimintoja varten. Tällaisia ovat esimirkiksi IP-osoitteiden hallinta Dynamic Host Configuration Protocol- (DHCP) ja Simple Network Management Protocol (SNMP) -pohjaiseen verkonhallintaan. Transport Connection -kanava perustetaan datan siirtoa varten, data muodostuu ala- ja ylävirtaan kulkevasta kanavaparista. (Granlund 2007, 438-439.)

6.2 Kanavanvaraus WiMAX-verkossa

WiMAX-verkon solussa on kaksi osapuolta, tukiasema ja päätelaite. Tukiasema saatetaan varustaa useammalla antennilla, joista jokainen toimii omalla taajuudellaan ja sektorillaan. Tukiasema on ainoa osapuoli, joka lähettää tietoa päätelaitteille, myös se hallitsee radiokanavan käytön. Kaikki kuuluvuusalueella olevat päätelaitteet vastaanottavat alavirtaan siirtyvän lähetteen. Se päätelaite, jota lähetteen osoitekentällä osoitetaan, käsittelee lähetteen sisällön. Päätelaitteet saavat ylävirtaan siirtokapasiteettia joko ennalta suunnitellun Time-Division Duplexing (TDD) -kaavan mukaan tai pyydettyä. (Granlund 2007, 439.)

IEEE 802.16 -verkossa jokaiseen yhteyteen/kanavaan liittyy palvelulaji, ja niihin liittyy laatuparametreja, jotka määrittelevät yhteyden/kanavan toiminnan. Palvelulajeja käytössä on neljä. Unsolicited Grant Service (UGS) tukee kiinteänmittaisia datasanomia ja vakionopeutta vaativaa tiedonsiirtoa. Best Effort (BE) käyttää jäljelle jääneen siirtoajan sellaisia sovelluksia varten, joille ei ole minkäänlaista määriteltyä palvelutasoa. Real-Time Polling Service (RTPS) tukee kiinteällä palvelunopeudella siirrettäviä vaihtelevanmittaisia sanomia. Non Real-Time Polling Service (NRTPS) tukee aikakriittitöntä datan siirtoa. (Granlund 2007, 439.)

Kanavan käyttö perustuu kiertokyselyyn tai Time Division Multiple Access (TDMA) -kanavanjakoon. Vakionopeutta vaativilla kanavilla (UGS) käytetään TDMA-tekniikkaa ja muilla palvelulajeilla kiertokyselyä. Yksittäinen päätelaite tai päätelaitteiden ryhmä voidaan osoittaa kiertokyselyllä. Kyselyn voi myös lähettää levitysviestin muodossa. Selektiiviseen eli valikoituun kyselyyn vastaa vain osoitettu päätelaite. Ryhmäosoituksessa vastaa yksi tai useampi ryhmään kuuluva laite. Kaikille tarkoitettuun kyselyyn voivat kaikki päätelaitteet vastata. (Granlund 2007, 439.)

Kun päätelaite, joka ei ole kiertokyselyn piirissä, haluaa yhteyden tukiasemaan, se lähettää kilpavarauksen aikavälissä sanoman. Alavirtaan siirtyvissä kanavakuvaajissa kerrotaan aikavälin sijainti ja kesto. Kun useampi päätelaite lähettää samaan aikaan, lähetteet tuhoutuvat ja siirto on uusittava. Kun tukiasema ei vastaa annetun ajan sisällä, päätelaite olettaa törmäyksen tapahtuneen. Uusi pyyntö lähetetään satunnaisesti valitun ajan kuluttua, ja lähetysteho on suurempi. Kilpavarauksella toimiva päätelaite lähettää ensimmäiseksi tukiasemalle resurssien varauspyynnön, ja tukiasema ilmoittaa päätelaitteelle varauksesta. Mikäli päätelaite on mukana kiertokyselyssä, sille varataan palvelulajin edellyttämällä tavalla siirtoaikaa. (Granlund 2007, 440.)

7 LÄHIVERKKO MAASTOON

Kokkolan Energian on asentanut sähköverkon ja kaukolämpöverkon rakennustöiden ohessa valokaapelia ja putkea maahan. Käytössä ovat myös kaukolämmön ja liikennevalojen VMOHBU-puhelinkaapelit. Näitä valokaapeleita ja puhelinkaapeleita ei ole ympäri Kokkola, joten päätimme projektiryhmän kanssa, että korvaamme puutteelliset yhteysvälit WiMAX-verkolla. Tarkoitus on kuitenkin ensisijaisesti käyttää valokaapelia tiedonsiirto-reittinä.

7.1 Kokkolan Energian WiMAX-laitteet

Kokkolan Energialle hankittiin RuggedComin WiMAX-tukiasema ja kaksi päätelaitetta. Tukiasemaksi tuli RuggedMAX™ WiN7000 ja päätelaitteiksi RuggedMAX™ WiN5200. Hankimme radioluvan 1511,5 MHz:n taajuudelle, ja kaistanleveys on 7 MHz. Tukiasema ja päätelaitteet on konfiguroitu kyseiselle taajuudelle, ja tämä on varattu vain Kokkolan Energian käyttöön Kokkolan alueella. Tukiasema sijoitettiin Kokkolan Energian toimiston katolle (KUVIO 1) ja ristiin polarisoitu 90°:n antenni kuuden metrin antennimastoon. Päätelaite asennettiin katuvalopylvääseen Kruunupyöntien ja Isonkyläntien risteykseen Isokylään (KUVIO 2).



KUVIO 1. RuggedMAX™ WiN7000



KUVIO 2. RuggedMAX™ WiN5200

7.1.1 RuggedMAX™ WiN7000:n asennus

Tukiasema RuggedMAX™ WiN7000 asennettiin Kokkolan Energian katolle IV konehuoneen ulkoseinään. Seinämateriaali on polyuretaanielementtiä, joten jouduimme asentamaan läpipultit ja tuimme kuuden metrin antennimaston poikkiraudoilla. Antenni on ristiin polarisoitu 90° -antenni, jotta tukiaseman kaksi antennipaikkaa saatiin hyödynnettyä. Antennin toimintasäde on 90°. Antenni suunnattiin Isonkylän ja Hepoventusnevan väliin, jotta yhteys molempiin päätelaitepaikkoihin oli taattu. Antennimasto ja tukiasema maadoitettiin asianmukaisesti.

7.1.2 RuggedMAX™ WiN5200:n asennus

Päätelaite RuggedMAX™ WiN5200 asennettiin puiseen katuvalopylvääseen. Päätelaite on normaali asiakaspäätelaitetyyppinen, ja se voisi esimerkiksi olla jonkin operaattorin kauppaama sekä sitä voisi käyttää Internet-yhteyden tuomiseen. Päätelaitteeseen on integroitu antenni ja jonkinlainen sulautettu järjestelmä. Antennin oikea suuntaus etsittiin koriauton avulla, ja päätelaitteen alla on LEDit, joista näkee signaalin voimakkuuden. Päätelaitteeseen menee vain yksi Category6-kaapeli, jonka kautta tiedonsiirto kulkee, ja päätelaite saa kaapelin kautta myös käyttösähkösä.

7.1.3 WiMAX-laitteiden virtalähteet

Power over Ethernet (PoE) -teholähteet eli Power Source Equipmentit (PSE) mahdollistavat 48 VDC:n ja 400 mA:n virran syöttämisen parikaapelien yli. (Granlund 2007, 292.) IV konehuoneen sisälle ja aktiivilaitekaappiin asensimme PSE:t. PSE:t asennettiin siis kytkimien ja WiMAX-laitteiden väliin, niin että parikaapeli kytkimeltä menee PSE:hen ja PSE:ltä parikaapeli WiMAX-laitteelle. Parikaapelina on Category6-kaapeli. Tukiaseman PSE:hen syötettiin 230 VAC ja päätelaitteen PSE:hen syötettiin 24 VDC. Molemmissa paikoissa sähkösyöttö on varmennettu, toimistolla Uninterruptible Power Supply (UPS)- ja aktiivilaitekaapilla kaksi 12 V:n akkua sarjassa.

Päätelaitteesta lähtevä parikaapeliin on kytketty ukkossuoja, joka on jakokaapissa aktiivilaitekaapin alapuolella. Ukkossuoja on maadoitettu asiallisesti, ja tällä pyritään estämään ukkosen pääsy aktiivilaitekaappiin ja suojaamaan aktiivilaitteita. Tukiasemasta lähtee erikoiskaapeli PSE:n, joten ukkossuoja asennettiin serverihuoneeseen menevään parikaapeliin. Ukkossuoja maadoitettiin maadoitusklippiin.

7.2 Kytkimet

Kytkin on pelkistetysti kehysten välittämiseen rakennettu tietokone, joka välittää mahdollisimman nopeasti kehyksiä lähdeportista kohdeporttiin. Kytkimen voi suoraan kytkeä tietokoneiden tai muiden laitteiden verkkokortteihin. Kytkin tarjoaa jokaiselle portille kytketyl-

le yksittäiselle laitteelle tai osaverkolle täyden nimellisa nopeuden, joka Ethernetissä on 10, 100, 1000 tai 10 000 Mbps. Kytkimen nopea sisäinen taustaväylä mahdollistaa erittäin nopean kehysten reitityksen. (Jaakohuhta 2005, 135–139.) Kytkintekniikan myötä mahdolliseksi on tullut määrittellä lähiverkkoon toisistaan riippumattomia ryhmiä, jotka käyttävät liikennöintiin samaa fyysistä verkkoa. Nämä ryhmät muodostavat virtuaalisia lähiverkkoja eli Virtual Local Area Network (VLAN). Ne noudattavat standardia IEEE 802.1Q/p/ad, mutta on olemassa valmistajakohtaisiakin ratkaisuja. VLANien muodostaminen useimmissa verkkotekniikoissa on mahdollista, kuten ATM:ssä ja Ethernetissä. (Jaakohuhta 2005, 157.)

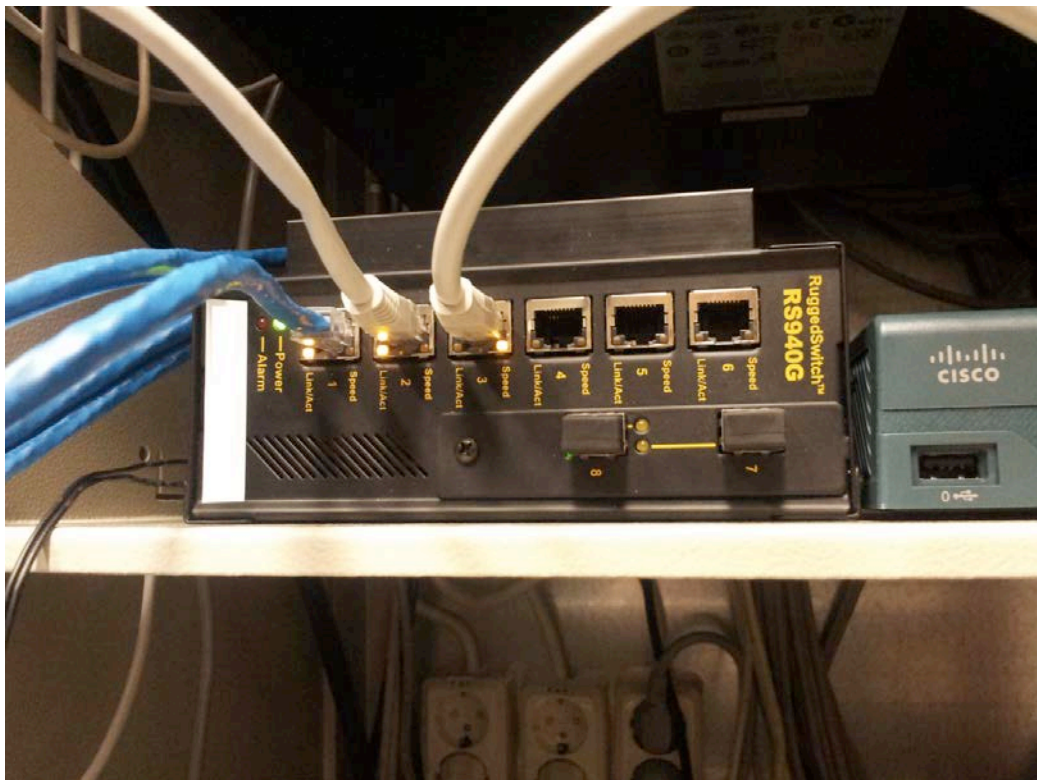
Tämän opinnäytetyön kytkimissä käytin porttimäärittelyihin perustuvaa VLAN-määrittelyä. Porttimäärittelyssä kytkimen kukin portti merkitään kuuluvaksi tiettyyn VLANiin. Jos johonkin porttiin liitetään tietokone, silloin tietokone liittyy siihen VLANiin, joka kytkimessä on sille portille määritelty. Kaikki kytkimeen määritellyt VLANit voidaan siirtää kytkimen yhden portin kautta, jolloin kyseinen portti toimii Trunk-porttina. Opinnäytetyössäni WiMAX-laitteet siirtävät kytkimiltä kaikki VLANit, jolloin WiMAX-laitteiden PSE:ltä menee parikaapelit kytkimien Trunk-portteihin.

7.2.1 RuggedSwitch® RS940G

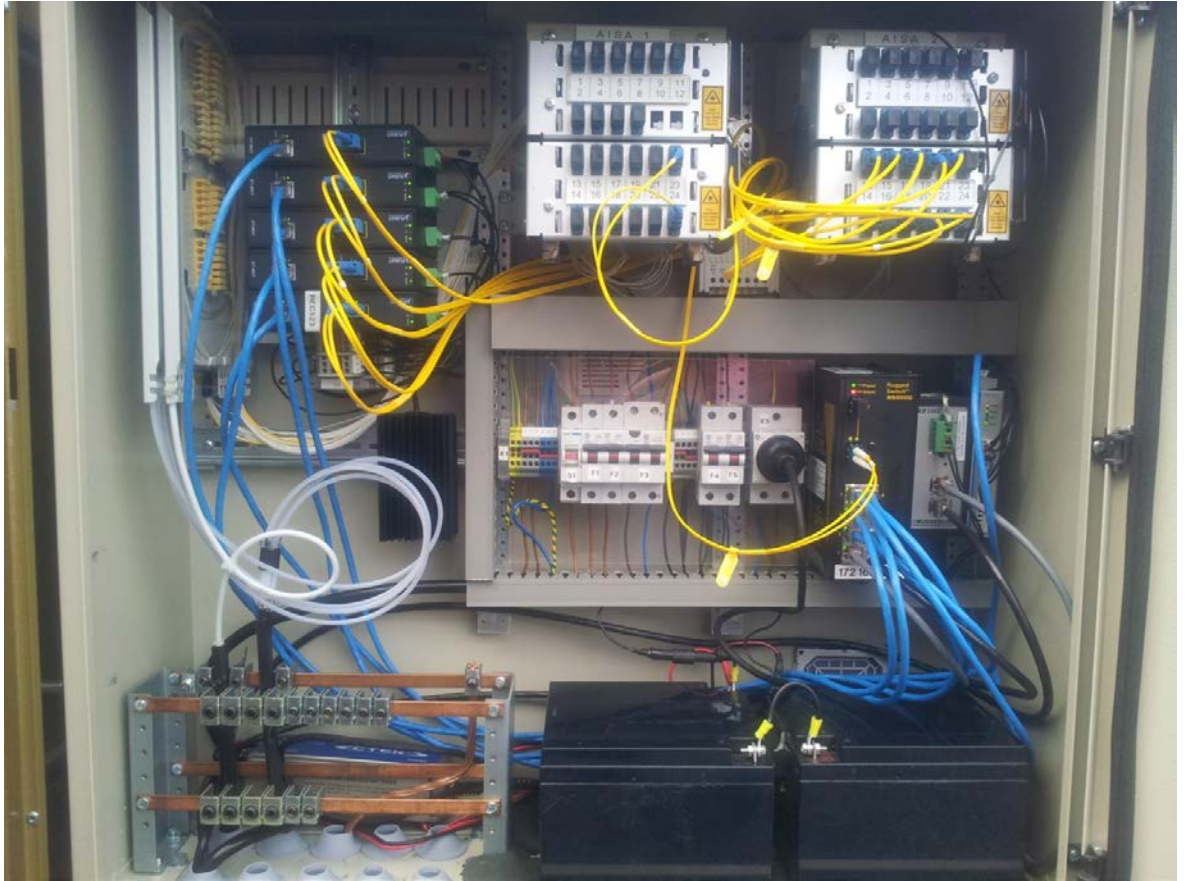
RuggedComin RuggedSwitch® RS940G (KUVIO 3) on teollisuuteen ja äärimmäisiin olosuhteisiin tarkoitettu kytkin Tässä kytkimessä RJ45- ja kuituporttien maksimi tiedonsiirtonopeus on 1000 Mbps. Kytkimessä on kuusi RJ45-porttia ja kaksi kuitupariporttia. Sen laaja toimintalämpötila-alue on –40–+85 C. Kytkimessä on sulautettu Rugged Operating System (ROS®), joka tarjoaa kehittyneen konfiguroinnin Internet-selaimella, telnetilla tai sarjaportin kautta. ROS® tarjoaa myös kehittyneen tason 2 ja tason 3 reitityksen sekä kyberturvallisuuden ominaisuudet. (RuggedCom Inc 2010b.) Asensin RuggedSwitch® RS940G kytkimen serverihuoneeseen (KUVIO 3). Tämän kytkimen portit kytkin WiMAX-tukiasemaan, toimistoverkkoon ja valvomoverkkoon. Loin kaksi VLANia tälle kytkimelle, valvomoverkolle ja toimistoverkolle.

7.2.2 RuggedSwitch® RS900G

RuggedComin RuggedSwitch® RS900G (KUVIO 4) on teollisuuteen ja äärimmäisiin olosuhteisiin tarkoitettu kytkin. Tässä kytkimessä RJ45-porttien maksimi tiedonsiirtonopeus on 100 Mbps ja kuituporttien maksimi tiedonsiirtonopeus on 1000 Mbps. RJ45-portteja on kahdeksan ja kuitupariportteja kaksi. RS900G:n laaja toimintalämpötila-alue on -40 – $+85$ C. Kytkimessä on sulautettu Rugged Operating System (ROS®), joka tarjoaa kehittyneen konfiguroinnin Internet-selaimella, telnetilla tai sarjaportin kautta. ROS® tarjoaa myös kehittyneen tason 2 reitityksen sekä kyberturvallisuuden ominaisuudet. (RuggedCom Inc 2010a.) RuggedSwitch® RS900G kytkimen asensin Isokylän aktiivilaitekaappiin (KUVIO 4), joka on WiMAX-päätelaitteen vieressä (KUVIO 5). Kytkimeen tulee parikaapeli WiMAX-päätelaitteen PSE:ltä. Kytkin ottaa vastaan molemmat VLANit PSE:ltä ja jakaa ne valitsemilleen porteille.



KUVIO 3. RuggedSwitch® RS940G



KUVIO 4. Aktiivilaitekaappi



KUVIO 5. Aktiivilaitekaappi ja päätelaitte

7.3 Valokaapelit

Kokkolan Energia on asentanut valokaapelia maastoon jo useamman vuoden. Valokaapelit on vedetty pääasiassa muuntamoiden väleille keskijännitekaapelien kanssa samaan aikaan. Valokaapeleiden päät ovat muuntamoiden pienjännitepuolella. Valokaapelin tyyppinä on käytetty yksimuotokuitua, koska niillä voidaan siirtää suuria matkoja dataa ilman, että yhteys hidastuu. Valokuitujen hitsaukseen Kokkolan Energia on hankkinut hitsauskoneen. KENET OY:stä yksi sähköasentaja on perehtynyt valokuitujen hitsaukseen, ja hän suoritti kaikki opinnäytetyössäni tarvitut hitsaukset.

Drakan FYOVD2PMU kaapelilla on erinomainen puristuslujuus, ja se on tarpeellista, kun sitä vedetään suuren keskijännitekaapelin kanssa samaan putkeen. Kaapelin ulkovaipan sisällä on kaksi teräslankaa, joita voidaan käyttää kaapelinvedossa ja jotka myös jäykistävät kaapelia. Kuidut ovat muovisydämen sisällä erikoismassan seassa, jolloin niillä on liikumavaraa eivätkä herkätkä kuidut joudu ahtaalle. (Draka Comteq Cable Solutions B.V. 2008.) Runkovalokaapelina on käytetty Drakan FYOVD2PMU:ta, tyyppinä 4x6xSML. Joissakin pitkissä kaapelinvedoissa on käytetty 2x4x6xSML-tyyppiä, koska siinä on kaksi kertaa enemmän kuituja.

Valokaapelijatkoskotelo Draka XOK10 on kestävä jatkos, valmistusmateriaali on haponkestäväteräs AISI 316, ja tiiviste on erikoiskumia. Näitä jatkoksia voi asentaa maahan, kaappiin, kanavaan ja ilmaan. (Draka Holding N.V. 2012.) Valokaapelijatkoskoteloina käytimme Drakan XOK10 -yleisjatkoksia. Asensimme kolmelle muuntamolle ne pienjännitepuolelle maahan. Huomasimme kuitenkin vaaratekijän: pienjännitepuolella virtakiskot, joihin lähtöjen jonovarokkeet asennetaan on kosketussuojattu, mutta Draka XOK10 -yleisjatkosten ”huuli” sopii menemään virtakiskon kosketussuojan välistä jännitteelliseen virtakiskoon. Pienjännitepuolen virtakiskoon tulee jännite suoraan muuntajalta, eikä välissä ole sulakkeita, ainoastaan pääkytkin.

Kaapelijatkot pienjännitetilassa ovat muutenkin häiriötekijä, koska uuden sähkökaapelin asennuksen aikana valokaapelijatkos täytyy ottaa ulos pienjännitetilasta. Tämän vuoksi valokaapelin pituus pienjännitetilassa on suuri ja myös siksi, että jatkoksen saa tarvittaessa autoon, jossa kuituhitsaukset tehdään. Kyseinen maavalokaapeli on jäykkää, joten kieppi on suuri ja pienjännitetilassa se saattaa häiritä jonovarokkeiden aukaisua. Huonona puolena

on myös se, että IT-tukihenkilöt eivät saa mennä pienjännitetilään, jolloin mukana täytyy olla aina sähkömies. Niinpä päätimme asentaa muuntamoiden kylkeen kaapit, joihin valo-kaapelijatkos tulee (KUVIO 6).

Nestor Cables NC-300:n runkomateriaali on polykarbonaattia ja tiiviys on IP65. Sinne mahtuu neljä NC-48 -jatkoslevyä. NC-300 -sisäjatkoskaapin totesimme hyväksi, koska sitä on helppo käsitellä, se on kevyt ja nopeasti avattavissa. (Nestor Cables Oy 2012.) Isokylään on asennettu Finnkumun muuntamoita, joten hankin Finnkumulta jakokaapit kuitujatkoksille. Valitsin kaappeihin muuntamoiden värisävyt, jotta ne ovat mahdollisimman huomaamattomia. Näihin kaappeihin asensimme Nestor Cablesin NC-300 sisäjatkoskaapit.



KUVIO 6. Jakokaappi kuitujatkoksille

7.4 Aktiivilaitekaappi

Isokylään tarvittiin aktiivilaitekaappi, johon sijoitettiin kytkin, kuitupäätepaneelit, PSE, mediamuuntimet, I/O-logiikka, akut, lämmitin, laitetuuletin, termostaatit, johdonsuojakatkaisijat, laturi, pistorasia, jatkoslevyt ja ukkossuoja. Hankin Laukamolta jakokaapin ja Elektrometin UK192 -ristikytkentäkaapin (KUVIO 7). Muokkasin ristikytkentäkaappia, jotta sain sinne mahtumaan kaikki tarvittavat laitteet (KUVIO 4, s. 16) ja että se soveltuisi paremmin aktiivilaitekaapiksi. Lyhensin päätepaneeliasoja, koska aktiivilaitekaapille tulee vain kaksi Drakan FYOVD2PMU 4X6XSML -kaapelia, jolloin neljä päätepaneelia riitti. Kuviossa 7 on yksi päätepaneeli paikoillaan.

Myös DIN-kiskoja täytyi asentaa. Asensin yhden kaapin levyisen keskelle, jossa ovat kiinni lämmitin, 230 VAC:n pääkytkin, riviliittimet, johdonsuojakatkaisijat, 24 VDC:n riviliittimet ja johdonsuojakatkaisijat, DIN-kiskopistorasia, kytkin, PSE ja I/O-logiikka. Vasemmalle ylös jatkoslevyjen oikealle puolelle asensin DIN-kiskon mediamuuntimille, ja näiden alapuolella samassa DIN-kiskossa on muutama riviliitin mediamuuntimien 24 VDC:n sähkönsyöttöä varten. Päätepaneelien takana on lämmityksen ja tuulettimien termostaatti. Oikealle alas asensin ilmanottoaukon suodattimella, josta korvausilma kaapille otetaan. Päätepaneelien takana on kaksi reikää, joissa on kaksi poistoilmatuuletinta.

CTEK MXT 4.0 -laturi edustaa edistyksellistä teknologiaa edullisten älylaturien saralla. Kun etsin sopivaa laturia, huomasin, että kyseinen laturi päihittää muut samanhintaiset laturit, koska siinä on latauksessa 8 vaihetta, joilla se ylläpitää akkuja ja takaa pitkän käyttöiän. Siinä on 4 A:n enimmäislatausvirta, joten sen teho on riittävä. Sillä voi myös kunnostaa syväpurkautuneita akkuja, ja siinä on myös automaattinen lämpötilasta riippuva lataustehon säätö. (CTEK SWEDEN AB. 2012.) Kaapin pohjalle sijoitin kaksi 12 V:n 30 Ah akkua sarjaan, jolloin jännitteeksi saatiin 24 VDC. Laitoin akustolta +-navasta riviliittimille lähtevään johtimeen 10 A:n etusulakkeen, jolla vältetään akkujen tahaton tuhoaminen. Kaapin pohjalle hankin myös CTEK:n MXT 4.0 -laturin. Aktiivilaitekaapin piirikaavio on liitteenä (LIITE 1).



KUVIO 7. Ristikytkentäkaappi

7.4.1 Mediamuuntimet

Mediamuuntimella tarkoitetaan laitetta, joka muuntaa esimerkiksi valokuituyhteyden pari-kaapeliyhteydeksi. Monesti kytkin voi toimia mediamuuntimena, mutta myös erilliset mediamuuntimet ovat yleisiä. (Jaakohuhta 2005, 112.) Aktiivilaitekaappiin asensin viisi mediamuunninta. Viidelle muuntajalle asennettiin mediamuuntimet, jotta keskittimet saatiin toimistoverkkoon valokaapelin välityksellä. Yhdelle muuntajalle asennettiin toinenkin mediamuunnin, jotta siellä oleva suojarele saatiin valvomoverkkoon (KUVIO 8). Kuviossa 8

vasemmalla on keskitin, oikealla ylhäällä kuitupäätepaneeli ja oikealla keskellä kaksi mediamuunninta, joista toinen on keskittimen ja toinen suojarleen.



KUVIO 8. Mediamuuntimet ja keskitin

PLANET IFT-802TS15 toimii laajalla lämpötila-alueella, -40 :stä aina $+70$:een asteeseen. PLANET IFT-802TS15:en suuren toimintalämpötila-alueen takia niiden tiedonsiirtokyky on vain 100 Mbps. DIN-kiskokiinnityksen takia PLANET IFT-802TS15 on helppo ja nopea asentaa siististi kaappiin. (PLANET Technology Corporation 2012.) Mediamuuntimen laajan toimintalämpötila-alueen takia erillistä lämmitintä ei tarvita muuntamoille. 100

Mbps tiedonsiirtonopeus on riittävä sähkölaitoksen tiedonsiirtotarpeisiin. Näiden mediaamuuntimien käyttöjännite on 24 VDC, ja muuntamoilla, joissa on vain keskitin, ei ole 24 VDC:n syöttöä, joten hankin niille pienet hakkuriteholähteet.

7.4.2 I/O-logiikka

Moxan ioLogik E1242:ssa on 4 analogiatuloa, 4 digitaalituloa ja 4 digitaalituloa tai -lähtöä, jotka voi itse määrittää. Moxa käyttää kommunikoimiseen Modbus/TCP:tä, joten se voidaan helposti ohjelmoida microSCADAan. Moxalla on oma Active OPC Server, joka kerää mittaukset ja tilatiedot logiikalta. (Moxa Inc 2012.) Asensin aktiivilaitekaappiin Moxa ioLogic E1242:n. Tämä logiikka on liitetty valvomoverkkoon, jolloin sitä voidaan valvoa microSCADAn kautta. Logiikka valvoo kaapin oven tilatietoa, lämpötilaa ja akun jännitettä.

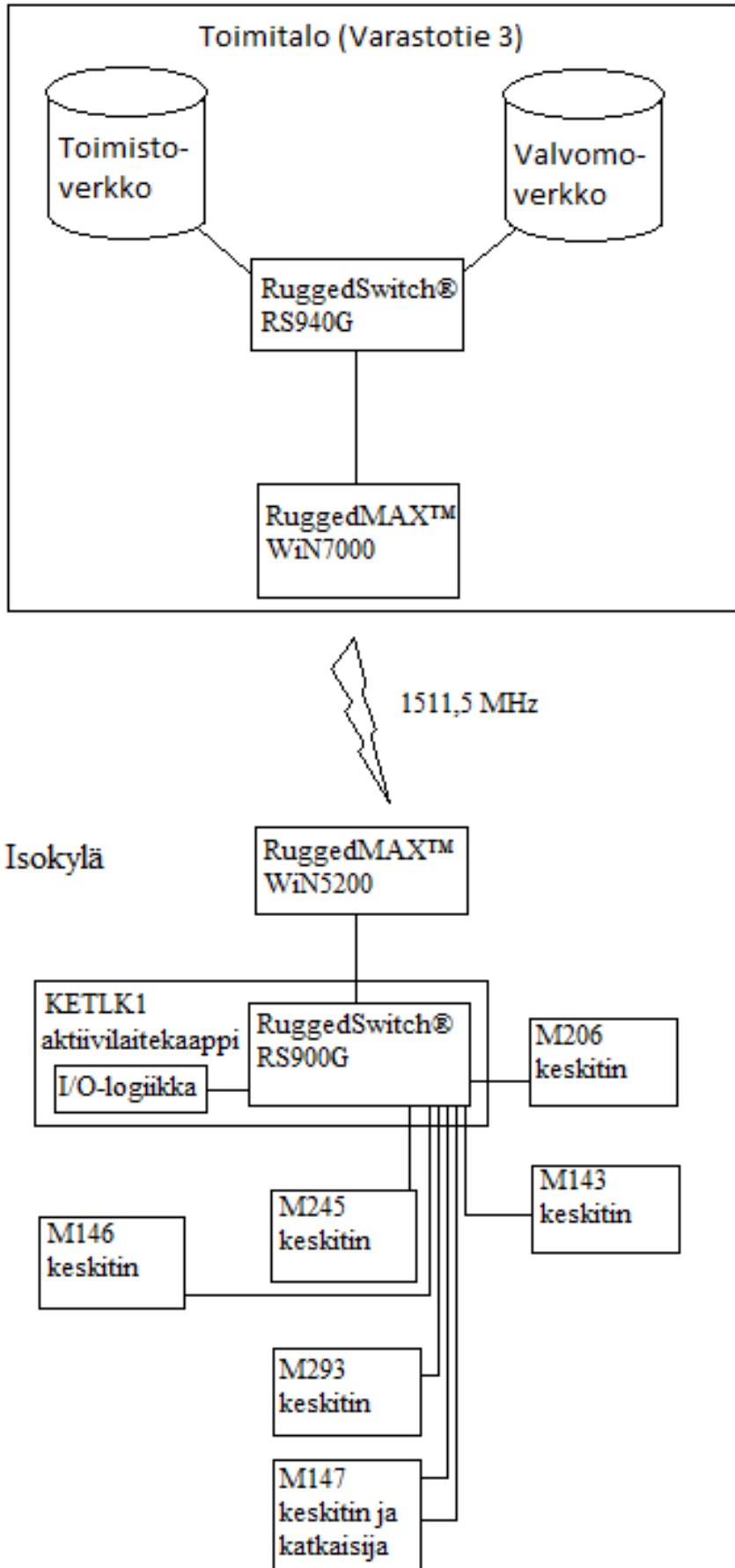
Tarvitsin kahta analogiatuloa ja yhtä digitaalituloa. Ensimmäisellä analogiatulolla mitataan lämpötilaa ja toisella analogiatulolla mitataan akkujen jännitettä. Digitaalitulolla tarkkailaan oven tilatietoa. Laitoin oven rajakytkimen avautuvan koskettimen kanssa sarjaan reed-koskettimen. Tämä reed-kosketin toimii ovelasti: se kiinnitettiin piiloon, ja reed-kosketin sulkeutuu, kun magneetti laitetaan sen lähelle. MicroSCADAn ohjelmoin niin, että kun ovi aukeaa on viisi sekuntia aikaa ottaa magneetti reed-koskettimen vierestä pois tai tulee hälytys. Tämä tehtiin, koska hälytys tulee vain silloin, kun asiasta tietämätön avaa aktiivilaitekaapin oven.

Lämpötilaa mitataan virtaviestillä 0–20mA. Laitoin kaksi 2,2 k Ω :n NTC-vastusta ja yhden tavallisen 1 k Ω :n hiilikalvovastuksen sarjaan. Näiden vastusten yli vaikuttaa 24 VDC:tä. Skaalasin virtaviestistä riippuvan lämpötila-arvon ioLogik E1242:een. Akkujen jännitettä mitataan jänniteviestillä 0-10 V. Laitoin kolme 1 k Ω :n hiilikalvovastusta sarjaan akun napojen välille, ja viimeisen vastuksen yli mitataan jännitettä logiikassa, jolloin sen yli vaikuttaa kolmasosa akun jännitteestä, ja skaalasin sen ioLogik E1242:een.

7.5 Uuden verkon periaatekuva

Uusi verkko on tähtiverkko, jossa kytkimen ja päätelaitteen välillä on kaksipisteyhteys. Päätelaitteella tarkoitetaan keskitintä, erotinasemaa, muuntamoiden valvontayksikköä tai suojaletettä. Toisaalta on tarkoitus saada kytkimet renkaaseen, joten kytkimiä katsottaessa verkon topologia on rengasverkko. Renkaaseen kytketään kytkimet, koska sillä saadaan varmennettu yhteys, jos yhteys katkeaa jostakin kohtaa verkkoa. Esimerkiksi jos valokaapeli katkeaa tai WiMAX-laite vikaantuu, RuggedCom:n kytkimet osaa reitittää verkon uudestaan muutamassa millisekunnissa.

Tulevaisuudessa, kun valokaapelia on kaivettu enemmän ja valokaapelit on kytketty, saadaan monta rengasta maastoon ja toimitalolle. Jos valokaapeli päättyy johonkin pisteeseen maastossa, se saadaan renkaaksi asentamalla WiMAX-päätelaite valokaapelin päähän. Uuden verkon periaatekuva on kuviossa 9. Siinä on ylhäällä kuvattu Kokkolan Energian toimitalo, jossa on RuggedComin kytkin ja WiMAX-tukiasema. Kuvassa alhaalla on Isokylän laitteet, jotka on tällä hetkellä valokaapeliin kytketty ja WiMAXin kautta yhteydessä toimitalon kytkimiin.



KUVIO 9. Uuden verkon periaatekuva

8 LÄHIVERKON HALLINTA

RuggedNMS etsii valitut IP-osoitteet ja valvoo niitä kiertokyselyillä (polling) tai käyttämällä SNMP:tä. Laitteita voi RuggedNMS:n kautta konfiguroida käyttämällä telnettiä tai Internet-selainta. RuggedNMS sisältää graafisen kartan, johon voi lisätä kaikki laitteet ja ladata taustakartan. Kartasta näkee, jos jokin yhteysväli on katkennut jostain syystä tai jokin laite ei toimi. Kyseisetä kartasta on helppo hahmottaa laajempi tietoliikenneverkko. (RuggedCom Inc 2011.)

Verkonhallintaohjelmaksi valitsin RuggedComin RuggedNMS:n (KUVIO 10), joka pohjautuu OpenNMS-alustaan. Asensin RuggedNMS:ää varten tehdyille virtuaalipalvelimelle Apache http Web Serverin, PostgreSQL Databasen, Sun Java SE Development Kitin ja RuggedNMS:n. Virtuaalipalvelimen käyttöjärjestelmänä on Windows Server 2008 R2 Standard. Palvelin on kytketty toimistoverkkoon, jolloin kuka tahansa, jolla on tunnukset RuggedNMS:ään, pääsee toimistoverkossa Internet-selaimella kirjautumaan verkonhallintaohjelmaan. Kaikissa Kokkolan Energian RuggedComin laitteissa on SNMP käytössä, joten laitteiden valvonta on vaivatonta ja luotettavaa.

RuggedNMS Web Console - Microsoft Internet Explorer provided by Kolkolan Energia
 http://rms.ruggednms.info:8080/ruggednms/index.jsp

RUGGEDNMS
 Network Management Software

Service Management Status (4/23)

Node List Search Outages Path Outages Dashboard Events Alarms Notifications Assets Reports Charts Map Network Monitor Geographical Map Admin Help

Nodes with Outages
 There are no current outages

Percentage change over past 24 hours

Categories	Outages	Availability
Network Interfaces	0 of 4	100,000%
Web Servers	0 of 6	100,000%
Email Servers	0 of 0	100,000%
DNS and DHCP Servers	0 of 0	100,000%
Database Servers	0 of 0	100,000%
JMX Servers	0 of 0	100,000%
Other Servers	0 of 2	100,000%
Total	Outages	Availability
Overall Service Availability	0 of 15	100,000%

Notification
 You: 4 outstanding notices (Check)
 All: 4 outstanding notices (Check)
 On-Call Schedule

Resource Graphs
 -- Choose a node --

KSC Reports
 No KSC reports defined



User: admin (Notices On) - Log out
 15.10.2012 14:28 EEST

KUVIO 10. RuggedNMS

9 TULOKSET JA POHDINTA

Keskittimien kytkeminen maastossa olevaan lähiverkkoon on onnistunut saumattomasti, ja mittarimestari on ollut tyytyväinen, koska mittarilukemien luku lähiverkkoon kytketyiltä keskittimiltä on paljon nopeampaa nyt kuin GPRS-tiedonsiirron kautta. Koska yhteys on nyt nopeampi, on mahdollista nähdä keskittimen kautta, missä mittareissa on sähkö, eli voidaan kartoittaa sähkökatko tarkemmin pienjännitepuolella.

Tässä opinnäytetyössä käytimme lähes kaikkia kuitupareja hyödyksi valokaapelista, jolloin täytyi asentaa aktiivilaitekaappi. Tässä on se hyvä puoli, että aktiivilaitteita on vähän ja jokaisella laitteella on oma kuitupari käytössä. Huonona puolena on mediamuuntimien paljous ja se, että kuitupareja ei jää tulevaisuuden varalle. Olemme pitäneet palavereja tästä asiasta, ja meillä on käynyt vierailmassa valokaapeliasiantuntijoita. Olemme tulleet siihen lopputulokseen, että tulevaisuudessa käytämme vain kahta kuituparia, jolloin jokaiselle muuntamolle tarvitaan kytkin. Tällöin muuntamoiden välillä olevat valokaapelit ovat aina tähtiverkossa ja toimintavarmuus paranee niin kuin esimerkiksi keskijänniteverkko.

Käyttämäni RuggedComin kytkimet ovat aika arvokkaita, mutta niiden osuus koko muuntamon hinnasta on pieni. Kahta kuituparia käytettäessä toinen on varmentamaton kuitupari ja toinen varmennettu. Varmentamatonta kuituparia käytetään muuntamoilla, joissa on pelkästään keskitin. Varmennettua kuituparia käytetään erotinasemilla tai muuntamoilla, joissa on erotinasema, muuntamoiden valvontayksikkö tai suojarile.

Varmennettu kuitupari jatketaan aina muuntamoilla, joissa käytetään varmentamatonta kuituparia, ja varmentamaton kuitupari jatketaan muuntamoilla, joissa käytetään varmennettua kuituparia. Varmentamattoman ja varmennetun kuituparin ero on, että varmennetun kuituparin kytkimien tehonsyöttö on varmennettu akuilla ja varmentamattoman kuituparin kytkimet ovat ilman akkuja. Jos jokaisella muuntamolla olisi akut, akkujen vaihto olisi mahdoton tehtävä, koska muuntamoita on todella paljon Kokkolan kaupungin alueella. Eikä keskittimistä ole hyötyä sähkökatkon aikana, koska ne ovat silloin pimeänä.

Molemmissa tapauksissa käytetään kuitenkin samanlaisia kytkimiä ja samoja konfiguraatioita, koska aina kytkimille viedään toimisto- sekä valvomoverkko. Tällöin varmennetun

kuituparin kytkimiin voidaan kytkeä myös sen muuntamon mittarikeskitin ja varmentamaton kytkin voidaan helposti muuttaa varmennetuksi vaihtamalla kuituparia ja lisäämällä akut.

Huomasin, että käyttämäni mediamuuntimet eivät kommunikoineet RuggedCom RS900G -kytkimen kanssa kuidun kautta. Tarkistin laitteiden tekniset tiedot, ja laitteiden olisi pitänyt olla yhteensopivia kaikin puolin. Olen kuullut tällaisista tapauksista ennenkin, mutta ihmettelen kuitenkin, koska valokuitutekniikka on standardisoitu ja teoriassa laitteiden pitäisi olla yhteensopivia.

LÄHTEET

ABB Oy. 2010. MicroSCADA Pro. Pdf-tiedosto.

sa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/a4b4060556f72a1cc1257799002cb4bc/\\$file/1MRS756064_C_en_MicroSCADA_Pro_for_Substation_Automation.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/a4b4060556f72a1cc1257799002cb4bc/$file/1MRS756064_C_en_MicroSCADA_Pro_for_Substation_Automation.pdf). Luettu 20.10.2012

CTEK SWEDEN AB. 2012. CTEK MXT 4.0. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.ctek.com/Archive/ProductPdf/MXT%204.0_FI.pdf. Luettu 23.10.2012.

Draka Comteq Cable Solutions B.V. 2008. Maavalokaapelit runkoverkkoihin. Pdf-tiedosto.

Saatavissa: http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Tietoliikenneverkot/Valokaapelit/Maavalokaapelit/FYOVD2PMU_2x2.12_FOC5141_0_08f.pdf. Luettu 23.10.2012.

Draka Holding N.V. 2012. Jatkoskotelot. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Tietoliikenneverkot/Valokaapelitarvikkeet/Jatkoskotelot/XOK%252010..%5b1%5d.pdf. Luettu 16.10.2012.

Granlund, K. 2007. Tietoliikenne. 1., painos. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo-tuotteet

Jaakohuhta, H. 2005. Lähiverkot – Ethernet. 4., uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy

Moxa Inc. 2012. ioLocig E1200 Series. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.moxa.com/doc/specs/ioLogik_E1200_Series.pdf. Luettu 4.8.2012.

Nestor Cables Oy. 2012. Sisäjatkoskaapit. Www-dokumentti.

sa: http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/valokaapelitarvikkeet/fi_FI/sisajatkoskaapit/. Luettu 16.10.2012.

PLANET Technology Corporation. PLANET IFT-802TS15. Www-dokumentti. Saatavissa:

sa: http://www.planet.com.tw/en/product/product_ov.php?id=31512. Luettu 22.7.2012.

RuggedCom Inc. 2010a. RuggedSwitch® RS900G kytkin. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.ruggedcom.com/pdfs/datasheets/rs900g_datasheet.pdf. Luettu: 22.7.2012.

RuggedCom Inc. 2010b. RuggedSwitch® RS940G kytkin. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.ruggedcom.com/pdfs/datasheets_new/rs940g_c_datasheet_rev1j.pdf. Luettu: 22.7.2012.

RuggedCom Inc. 2011. RuggedNMS™. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.ruggedcom.com/pdfs/ruggednms/ruggednms_datasheet.pdf. Luettu 22.7.2012.

VAMP Ltd. 2012. WIMO 6CP10 Mittaus- ja valvontayksikkö. Pdf-tiedosto. Saatavissa:

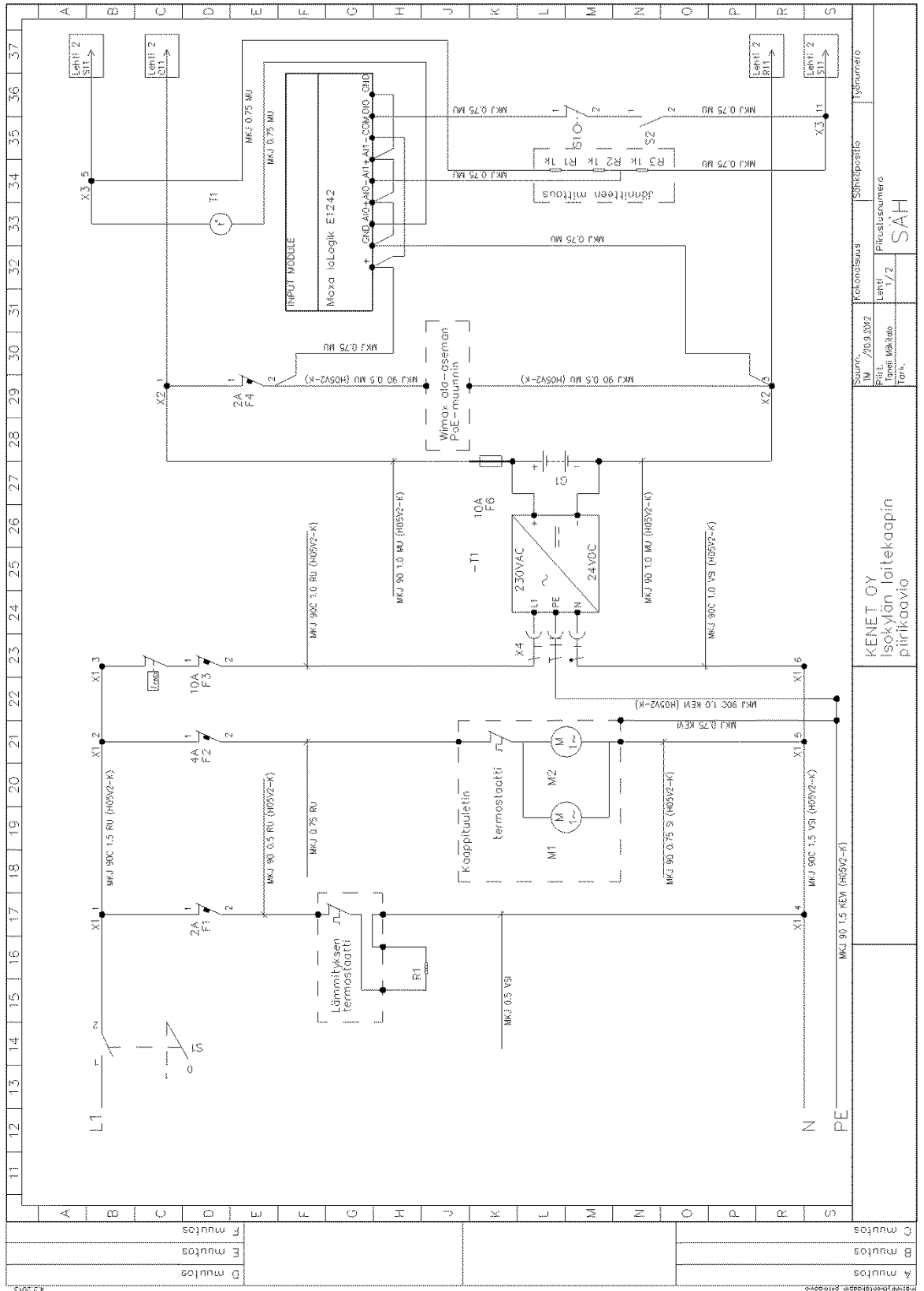
sa: <http://www.vamp.fi/Brochures/English/VB260.EN007.pdf>. Luettu 22.7.2012.

Viola Systems. 2012a. Arctic Control. Pdf-tiedosto.

sa: http://www.violasystems.com/sites/default/files/viola_assets/data_sheets/arctic_control_web.pdf. Luettu 22.7.2012.

Viola Systems. 2012b. Arctic IEC-104 Gateway. Pdf-tiedosto.

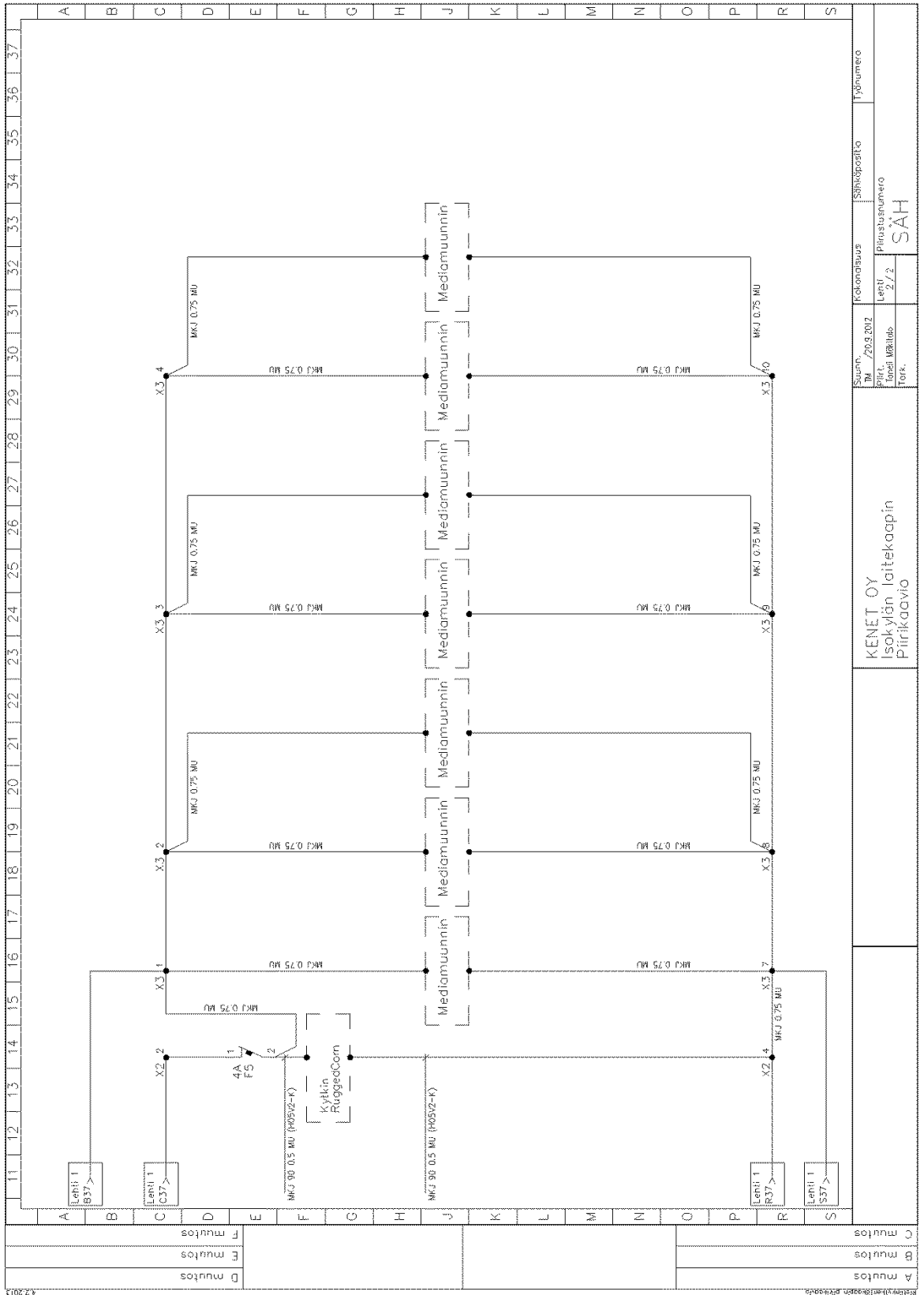
sa: http://www.violasystems.com/sites/default/files/viola_assets/data_sheets/arctic_iec-104_gateway_web.pdf. Luettu 22.7.2012.



KENET OY
Isokynnön laitekaapin
piirikaavio

Suunn. / 20.9.2007
Piir.L. /
Tarkk. /
Lentä / 1/2
Pituusnumero /
SAH

Kalotus
Sähköposti
Lytynumero



4.2.2012

Reijo Mänttäjärvi, Pääsuunn.