

Tomi Liimatainen

ETELÄ-SAVON
SAIRAANHOITOPIIRIN
KIINTEISTÖVALVONTA-
JÄRJESTELMÄN KARTOITUS

Opinnäytetyö
Tietotekniikka


Joulukuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	Opinnäytetyön päivämäärä 3.12.2010		
Tekijä(t) Tomi Liimatainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Tietotekniikan koulutusohjelma		
Nimeke Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistövalvontajärjestelmä			
Tiivistelmä Etelä-Savon sairaanhoitopiiriin kuuluu kaksi sairaalaa: Mikkelin keskussairaala ja Moision sairaala. Näiden kahden sairaalan olosuhteita ja ympäristöä valvotaan ja säädellään myös rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Kyseisessä sairaanhoitopiirissä tämä järjestelmä on nimetty kiinteistövalvontajärjestelmäksi. Tämän työn aiheena oli tehdä selvitys Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistövalvontaverkosta. Tehtäväni oli selvittää ja luoda kattavat dokumentaatiot aiheesta. Keskeisin dokumentti työssäni oli tekemäni järjestelmäkaavio kiinteistövalvontaverkosta, joka sisältää kattavat tiedot valvonta-alakeskuksista ja niiden sijainneista sekä järjestelmässä käytettävistä yhteyksistä. Loin järjestelmäkaavion tutkimustyöni ja vanhojen dokumenttien perusteella. Selvitystyön lisäksi käsittelin myös joidenkin järjestelmässä olevien epäkohtien mahdollisia korjaustoimenpiteitä. Työ jaoteltiin eri osiin, joista ensimmäisessä käytiin läpi kiinteistöautomaation teoriaa, kiinteistöautomaation sovelluksia tarjoavan Honeywell Oy:n Excel 5000 -järjestelmän toimintaa sekä kiinteistöautomaation vaatiman yleisen verkkotekniikan teoriaa. Seuraavaksi käytiin läpi Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöautomaatiojärjestelmää ja viimeisenä työssä oli yhteenveto ja kehitysideat. Työn oli määrä olla apuna kaikille, jotka työskentelevät sairaanhoitopiirin kiinteistövalvontaverkon parissa. Valmis dokumentointi nopeuttaa vianselvitystä ja muutosten tekemistä järjestelmässä.			
Asiasanat (avainsanat) Automaatio, tietoliikennejärjestelmät, järjestelmänhallinta			
Sivumäärä 62 sivua, 1 liite	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli Suomi</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> </table>	Kieli Suomi	URN
Kieli Suomi	URN		
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Matti Koivisto	Opinnäytetyön toimeksiantaja Etelä-Savon sairaanhoitopiiri		

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 3 December 2010	
Author(s) Tomi Liimatainen		Degree programme and option Information Technology	
Name of the bachelor's thesis Building automation system of Etelä-Savo health care district			
Abstract <p> Etelä-Savo health care district consists of two hospitals: Mikkeli central hospital and Moisio hospital. The conditions of these two hospitals are monitored and regulated by a building management system (BMS). </p> <p> This bachelor's thesis was a document covering the description and results of an investigation of Etelä-Savo health care district's BMS, i.e. Honeywell's Excel 5000 system with Enterprise Buildings Integrator (EBI). My assignment was to report and create an inclusive documentation on this subject. My bachelor's thesis was divided in three different sections in which the first part dealt with the theory of building automation, Excel 5000 system, EBI and also the theory of networking technologies required by building management systems. The next part included a survey of Etelä-Savo health care district's BMS. The last part included analysis and improvement ideas. </p> <p> Most essential document of this study was the system diagram which I created. The diagram includes comprehensive information about controllers, their locations and connections used in the system. I also dealt with some defects in the system and possible corrective actions. This study resulted in a guide for everyone working with the health care district's BMS. Complete documentation will help technicians with troubleshooting and speed up modifications in the system. </p>			
Subject headings, (keywords) Automation, telecommunication systems, system management			
Pages 62 pages, 1 appendice	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Matti Koivisto		Bachelor's thesis assigned by Etelä-Savo health care district	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	3
2	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	4
2.1	Yleistä rakennusautomaatiojärjestelmistä	4
2.2	Järjestelmien hierarkia	6
2.2.1	Valvomot.....	7
2.2.2	Valvonta-alakeskukset	9
2.2.3	Kenttälaitteisto	10
2.2.4	Väylät.....	11
3	HONEYWELL RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	15
3.1	Excel 5000 -säädinperhe.....	16
3.2	BNA.....	17
3.2.1	Toiminnot ja liitännät.....	17
3.2.2	Väyläpääteasetukset.....	20
3.3	EBI-valvontajärjestelmä	21
3.3.1	Yleistä EBI-valvontajärjestelmästä.....	21
3.3.2	Käyttöliittymä	22
3.3.3	Hälytykset	26
3.4	Hälytysten välittäminen	27
3.4.1	Robottipuhelimet.....	28
3.4.2	GSM-modeemi.....	28
4	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN VAATIMAT TIETOLIIKENNEYHTEYDET	29
4.1	Lähiverkot.....	30
4.1.1	Langattomat lähiverkot.....	32
4.1.2	Virtuaaliset lähiverkot.....	34
4.2	Alueverkot	34
4.2.1	Yleistietoa alueverkoista.....	34
4.2.2	MPLS	35
4.3	Etähallinta	36
5	ESSHP:SSA KÄYTETTÄVÄ JÄRJESTELMÄ.....	38
5.1	Väylät.....	41

5.1.1	1-väylä.....	42
5.1.2	2-väylä.....	46
5.1.3	3-väylä.....	46
5.2	Robottipuhelimet	51
5.3	GSM-modeemi	53
5.4	Lähiverkko.....	53
5.5	Sairaaloiden välinen yhteys	54
5.6	Etähallinta	55
6	PÄÄTÄNTÖ	56
	LÄHTEET	59

LIITTEET

Liite 1. Järjestelmäkaavio

LYHENTEET JA KÄSITTEET

AK	Alakeskus tai valvonta-alakeskus (VAK). Rakennusautomaatiossa käytetty ohjelmoitava säädin, joka ohjaa rakennuksen kenttälaitteistoa, kuten antureita ja moottoreita.
BNA	Building Network Adapter eli verkkosovitin. Automaatiojärjestelmiin erikoistuneen Honeywellin laite, joka muuttaa rakennusautomaatiojärjestelmien käyttämän väyläliikenteen Ethernet-yhteensopivaksi.
DDC	Direct Digital Control eli suora numeerinen säätö. Suosittu säätömenetelmä nykyajan rakennusautomaatiosovelluksissa, jossa erilliset säätimet korvataan tietokoneyksiköllä. Tietokoneyksikön ohjelmisto toteuttaa säädön ja valvonnan.
EBI	Enterprise Buildings Integrator. Honeywellin kiinteistövalvonta- ja rakennusautomaatio-ohjelmisto.
ESSHP	Etelä-Savon sairaanhoitopiiri, johon kuuluu kaksi sairaalaa; Mikkelin keskussairaala ja Moision sairaala.
C-Bus	C-Bus on rakennusautomaatiojärjestelmissä käytetty väylämalli, joka pohjautuu RS-485-standardiin. C-Bus-väyliä käytetään valvonta-alakeskusten linkittämiseen.
CPU	Central Processing Unit eli keskusyksikkö. Tätä nimitystä käytetään joskus valvonta-alakeskuksista.
Ethernet	Ethernet on yleisimmin maailmalla käytetty lähiverkkotekniikka.
Hotspot	Julkinen alue, jossa on internetyhteys. Yhteys on useimmiten langaton. Hotspotteja löytää yleensä ravintoloista, kahvioista, hotelleista, lentokentiltä jne. Hotspotteja voi olla avoimia tai käyttäjätunnuksen vaativia.

IP-osoite	Internet Protocol -osoite on numerosarja, jonka avulla tietokone voidaan tunnistaa verkossa.
LAN	Local Area Network eli lähiverkko.
MPLS	Multiprotocol Label Switching. Suosittu alueverkkotekniikka.
PDA	Personal digital assistant eli kämmentietokone on nimensä mukainen, pieni tietokone.
PIN-koodi	Personal Identification Number eli tunnusluku, jota käytetään käyttäjän tunnistamiseen.
QoS	Quality of Service eli palvelun laatu tarkoittaa eri luokkien priorisointia verkossa. Priorisoinnilla voidaan antaa enemmän kaistaa sitä tarvitseville palveluille kuten esim. videoneuvottelut.
VLAN	Virtual Local Area Network eli virtuaalilähiverkko. Tavallinen lähiverkko (LAN) voidaan jakaa useisiin virtuaalisesti toisistaan erotettuihin verkkoihin ilman erillisten verkkolaitteiden tarvetta.
WLAN	Wireless Local Area Network eli langaton lähiverkko.
VPN	Virtual Private Network. VPN on tapa muodostaa suojattu yhteys julkisen verkon yli. VPN-yhteyksissä suositaan vahvaa salausta, jonka vain yhteyden osapuolet osaavat purkaa.

1 JOHDANTO

Monet nykyajan sairaalat ovat suuria rakennuksia, joiden olosuhteet ovat tarkkaan kontrolloituja. Kontrolloiminen tapahtuu monimutkaisen rakennusautomaatiojärjestelmän avulla, joka säätelee ja valvoo mm. rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää, jäähdytyskoneita, lämmitystä ja jopa valaistusta. Tällaista järjestelmää kutsutaan myös monessa yhteydessä kiinteistövalvontajärjestelmäksi, vaikka kiinteistövalvonta tarkoittaa enemmän työaikaseurantaa, kameravalvontaa yms. sisältävää järjestelmää. Tällainen järjestelmä mahdollistaa sen, että kaikkea voidaan ohjata ja valvoa tietokoneen avulla.

Myös Etelä-Savon sairaanhoitopiirin (ESSHP) sairaaloiden, eli Mikkelin keskussairaalan ja Moision sairaalan olosuhteita valvotaan ja ohjataan kiinteistövalvontajärjestelmän avulla. Tästä järjestelmästä ei kuitenkaan ole olemassa kunnollista dokumentaatiota. Niinpä LVI-päällikkö Teppo Yli-Karro pyysi minua tekemään selvityksen heidän kiinteistövalvontajärjestelmänsä rungosta. Hän kuvaili, että reitti järjestelmän valvonta-alakeskuksilta teknisen päivystäjän tietokoneeseen ja matkapuhelimeen tulisi kirjata paperille. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki järjestelmän pääosat tulisi dokumentoida, jotta tulevaisuudessa olisi helpompaa tehdä muutoksia järjestelmään ja korjata mahdollisia vikoja. Selvityksen tulisi sisältää mm. tietoa kaapeleista ja niiden yhteensopivuudesta uudempiin ja nopeampiin standardeihin.

Opinnäytetyöni aloittamisen yhteydessä Keskussairaalan ilmastointikonehuoneisiin haluttiin saada langaton lähiverkkoyhteys. Tämä helpottaa kiinteistövalvonnan henkilökunnan työtä, koska näin he saavat etäyhteyden valvomoon kannettavalla tietokoneella ilmastointikonehuoneesta käsin. Vaikka langattomat tukiasemat ovat konfiguroitu kuten kaikki muutkin sairaalan tukiasemat, päätin kuitenkin sisällyttää tämän tiedon työhöni.

ESSHP:n kiinteistövalvontajärjestelmä koostuu teollisuusautomaatioon erikoistuneen yrityksen Honeywellin rakentamasta verkosta. Verkon runko koostuu sarjaliikenteisestä väylästä. Keskussairaalan verkko on liitetty Moision verkkoon, joten keskussairaalan valvomosta voi tarkkailla myös Moision sairaalan järjestelmää.

Työ on haasteellinen, koska selvitys on aloitettava hyvin puutteellisen dokumentoinnin pohjalta. Teimme työnantajan kanssa sopimuksen, jonka mukaan voin tehdä opinnäytetyötä kesän ja syksyn ajan työn ohessa. Työskentelin toukokuun alusta elokuun loppuun kokopäiväisesti ja syyskuun alusta koulun ohessa teknisen yksikön lääkintälaitehuollossa.

Opinnäytetyöni koostuu kolmesta eri osa-alueesta. Ensimmäinen on teoriaosuus, jossa on käsitelty selvittämässäni verkossa käytettyjä standardeja ja tekniikoita. Teoriaosuuden jälkeen kerron itse selvitystyön toteuttamisesta ja kolmantena osa-alueena on yhteenveto työstä sekä kehitysideoita. Tästä työstä on jätetty pois tilatiedot, IP-osoitteet ja puhelinnumerot.

2 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

2.1 Yleistä rakennusautomaatiojärjestelmistä

Rakennusautomaation merkitys useampia tai suuria kiinteistöjä omistavalle organisaatiolle on kasvanut merkittävästi 1990-luvulta lähtien. Rakennusautomaatiojärjestelmistä saatavat tiedot ja kiinteistöjen ohjausmahdollisuudet ovat helpottaneet olennaisesti kiinteistöjen hallintaa. Kiinteistöalalla huomattiin vasta 1990-luvun lopulla rakennusautomaation todellinen merkitys kiinteistönpidossa. /1, s. 29./

Rakennusautomaatiojärjestelmällä säädetään, ohjataan ja valvotaan kiinteistön olosuhteita kontrolloimalla mm. rakennuksen LVI- ja sähköjärjestelmien toimintaa. Järjestelmän toiminnalla saavutetaan valtava vaikutus rakennuksen olosuhteisiin, rutiinityön vähenemiseen ja energiankulutukseen, mikä on suurin vuotuinen menoerä kiinteistön ylläpidossa. /1, s. 33; 2, s. 27./

Yksinkertaisia automaatiojärjestelmiä on ollut jo vuosikymmeniä, mutta digitaalisiin Direct Digital Control (DDC) -järjestelmiin siirryttiin vasta 1980-luvun alkupuolella. DDC tarkoittaa suoraa numeerista säätöä. Tämä tarkoittaa sitä, että erilliset säätimet korvataan tietokoneyksiköllä, jonka ohjelmiston avulla toteutetaan säätö- ja valvontatoiminnot. /2, s. 27; 3./

Valvomojärjestelmien lukuisilla ominaisuuksilla voidaan tehostaa rakennusautomaatiojärjestelmän toimivuutta, energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Esimerkiksi valaistuksen sekä ilmastointi- ja jäähdytyskoneiden toiminnan ajastaminen säästää huomattavasti sähköä, jos niiden ei tarvitse olla päällä vuorokauden ympäri. Automaatiojärjestelmät mahdollistavat mm. seuraavanlaisia energiaa säästäviä toimintoja /4, s. 9; 3/:

- **Optimoitu käynnistys ja pysäytys**

LVI-koneistolle voidaan määrittää optimaaliset käynnistys- ja pysäytysajat olosuhteista riippuen ohjelman avulla. Rakennuksen ja LVI-laitteiden ominaisuuksista ja käyttöajoista kerätään tietoja. Näiden tietojen perusteella automaatio-ohjelma määrittelee energian käytön kannalta kulloinkin optimaaliset käynnistys- ja pysäytysajat.

- **Lämpötilan yöpudotus**

Rakennuksen energiankulutusta voidaan laskea sallimalla sisäilman lämpötilan laskea kuormitusajan asetusarvosta. Lämpötila ei saa kuitenkaan laskea alle turvallisten rajojen rakennuksen ja kaluston kannalta.

- **Yöaikainen jäähdytys**

Lämpimillä ilmoilla, jolloin tarvitaan jäähdytystä, käytetään yöaikana ulkoilman jäähdytysenergiaa hyväksi. Rakennusta jäähdytetään viileällä ulkoilmalla jolloin koneellisen jäähdytyksen kokonaistarve pienenee.

- **Nollaenergiasäätö**

Nollaenergiasäätö tarkoittaa huoneilman pitämistä ennalta määritettyjen ylä- ja alarajojen välillä kuluttamatta tällä välillä lämmitys- tai jäähdytysenergiaa.

- **Sähkön huipputehon rajoitusohjelma**

Valvontaohjelma seuraa annettua huipputehoarvoa ja pudottaa järjestelmään liitettyjä kuormia pois ennalta määrätyn ohjelman mukaisesti.

- **Entalpia-säätö**

Ulkoilman ja kiertoilman kokonaislämpösisältöä mitataan ja verrataan toisiinsa. Tietojen perusteella ohjataan ilmastointikojeita niin, että jäähdytys tapahtuu mahdollisimman taloudellisesti.

- **Asetusarvon siirto kuormituksen mukaan**

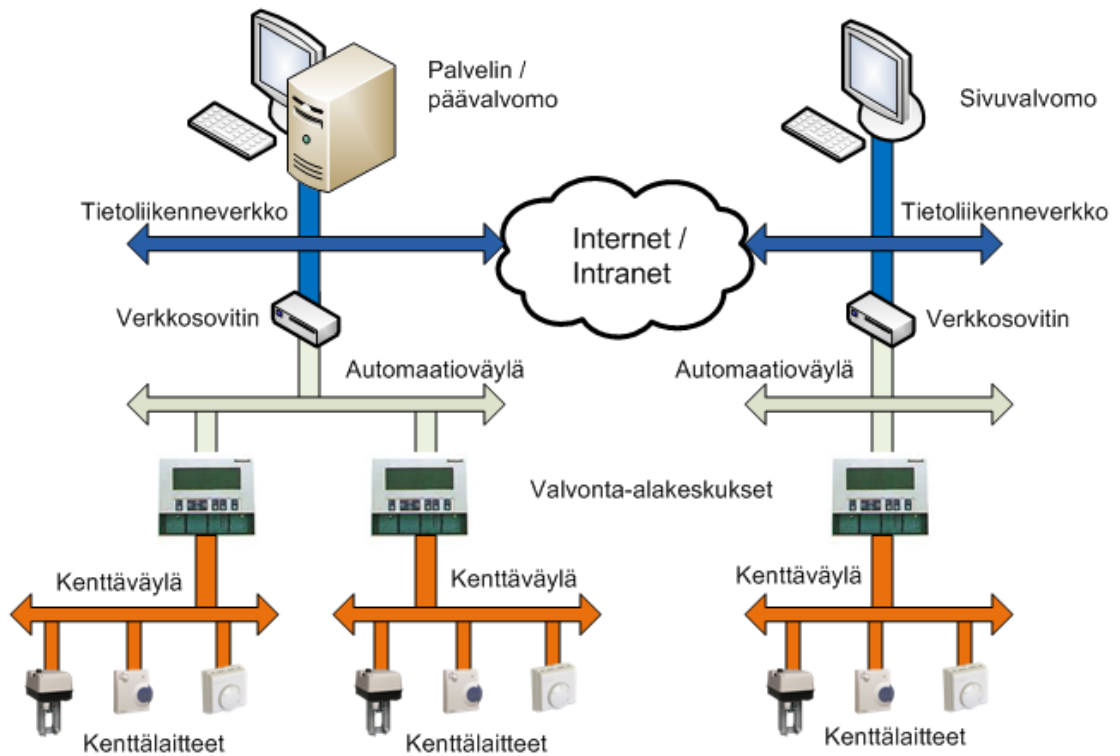
Laitoksissa, joissa on jälkikäsitteily-yksiköitä, ohjelma siirtää keskuskoneiston asetusarvoa niiden vyöhykkeiden mukaan, joissa lämmitys- ja jäähdytyskuormitus on suurin.

2.2 Järjestelmien hierarkia

Rakennusautomaatiojärjestelmät koostuvat yleensä seuraavanlaisista hierarkkisista tasoista /2, s. 27; 1, s. 89/:

- valvomotaso järjestelmän operointia varten
- alakeskustaso prosessin säätö-, ohjaus-, ja valvontatoimintojen toteuttamiseen
- kenttälaitteisto mittausantureineen ja toimilaitteineen
- väyläratkaisut

Kahta eri tasoa yhdistää aina jonkinlainen tiedonsiirtoratkaisu. Kuvassa 1 on esitetty malli rakennusautomaation hierarkiasta. Valvonta-alakeskukset yhdistetään toisiinsa automaatiöväylässä. Valvomolaitteisto yhdistetään automaatiöväylään jollakin yleisellä tiedonsiirtoyhteydellä. Näissä väylissä siirtyvät erilaiset mittaus-, ohjaus-, hälytys-, ja säätöinformaatiot valvomon ja valvonta-alakeskusten välillä. /1, s. 89; 5, s. 10./



KUVA 1. Esimerkki rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkiasta /5, s. 10; 6/

2.2.1 Valvomot

Valvomon avulla järjestelmää ohjataan ja valvotaan yleensä PC-laitteistolla. Valvomo helpottaa järjestelmän ylläpidossa, koska kiinteistön kaikkia valvottavia ja säädettäviä asioita voidaan tarkkailla yhdeltä tietokoneelta. Käyttöliittymät toteutetaan graafisina liittyminä käytön selkeyttämiseksi. Graafisissa käyttöliittymissä käytetään hyväksi kuvia, piirustuksia ja kaavionäyttöjä. Kaavionäytöt ovat perustyökaluja graafisessa käyttöliittymässä. Kaavionäytöt muodostavat yhden tai useamman puumaisen, hierarkkisen tai loogisen rakenteen. Tämä helpottaa käyttäjää hahmottamaan eri osat, tilat ja järjestelmät. /4, s. 32 – 34; 5, s. 11./

Hälytysvalvonta on monissa järjestelmissä erittäin oleellinen toiminto. Etenkin murto- ja henkilöturvallisuusvalvonta ovat tärkeitä. Myös muunlainen hälytysvalvonta on todella hyödyllistä kuten esimerkiksi kalliiden laitteiden jäähdytyksen lämpötilan valvonta. Mikäli järjestelmässä tapahtuu vikaantumisen, on ensisijaisen tärkeää saada tieto siitä heti. Hälytys voidaan lähettää vaikka haluttuun matkapuhelinnumeroon tekstiviestillä tai puheena. Valvomoissa hälytykset ilmaistaan yleisimmin joko valo- tai äänimerkeillä, erilaisilla kuvakkeilla tai muilla hälytyssymboleilla /1, s. 119; 4, s. 39/.

Kaikki hälytystapahtumat sisältävät yksilöllisen tiedon hälyttävästä kohteesta, selväkielisen kuvauksen tapahtumasta, tapahtuman ilmenemisajankohdan ja tiedon tapahtuman kiireellisyysluokituksesta. Hälytystapahtuma kirjautuu automaattisesti lokiin. Järjestelmä tallentaa myös hälytyksen kuittauksen. /4, s. 39 – 40./

Kiireellisyysluokitus ilmoittaa hälytyksen tärkeyden ja kiireellisyyden. Jokainen hälytys liitetään ohjelmointivaiheessa tiettyyn luokkaan. Käytännössä hälytykset luokitellaan kahdesta neljään luokkaan. Esimerkkiluokitus voi olla seuraavanlainen /1, s. 120/:

- **A (4), turvallisuushälytykset mm:**
 - hissihälytykset
 - paloilmoitukset
 - rikosilmoitukset

- **A (3), kiireelliset hälytykset mm:**
 - pumput
 - jäähtymissuojat
 - verkostopaineet
 - kylmälaitehälytykset

- **B (2), vikailmoitukset mm:**
 - ilmastointikoneet
 - lämpötilojen ylä- tai alarajahälytykset

- **C (1), huoltoilmoitukset:**
 - suodatinvahdit
 - käyttötuntiylitykset.

Seurannan ja siitä syntyvän raportoinnin tarkkaileminen on tehokas tapa tarkkailla järjestelmien toimintaa. Tähän on olemassa erilaisia työkaluja kuten /4, s. 41/:

- dynaamiset trendit
- historiatrendit

- olosuhderaportit
- käyntiaikaraportit
- hälytysraportit
- järjestelmäraportit
- muut tapahtuma- ja tilanneraportit.

Dynaamisen trendin avulla seurataan reaaliaikaisesti mittaus-, ohjaus- ja säätötoimintoja. Dynaamiset trendit on tarkoitettu vain reaaliaikaiseen seurantaan, joten niitä ei välttämättä tallenneta massamuistiin. Tiedonkeruun aikaväli dynaamisessa tallennuksessa on normaalisti tiheimmillään sekuntiluokkaa. Historiatrendiä käytettäessä voidaan katsoa vanhoja massamuistiin tallennettuja tietoja. /4, s. 41; 1, s. 121./

Olosuhderaportteja voidaan tuottaa joko kerätystä historiadatasta tai vain tietyistä ajankohdasta. Käyntiaikaraporttien tehtävänä on seurata järjestelmien käyntiaikoja ja käyttää niitä järjestelmien huoltotoiminnan suunnitteluun ja ohjaamiseen. Hälytysraporttien tarkoituksena on tarkkailla järjestelmää ja analysoida ja paikantaa mahdollisia häiriön aiheuttajia. Järjestelmäraportit ovat listauksia järjestelmän pisteistä. Listauksia voidaan käyttää dokumentoinnin tukena ja ylläpidon apuna esimerkiksi tarkastuslistoina tai määräaikaistarkastusten yhteydessä. /4, s. 42./

2.2.2 Valvonta-alakeskukset

Valvonta-alakeskukset (VAK), toisilta nimiltään myös alakeskukset (AK) tai Central Processing Unit (CPU) ovat laitteita, joiden avulla hoidetaan säätö- ohjaus- ja valvontaoperaatioita. Valvonta-alakeskukset sisältävät prosessorin ja muistia, jossa sijaitsevat käyttöjärjestelmä ja säätöohjelmat. Kenttälaitteet (ks. luku 2.2.3) liitetään valvonta-alakeskuksiin liitännäispisteisiin. Yhdessä VAK:ssa voi olla satoja pisteitä. Jokaiselle eri tiedolle on oma pisteensä. /2, s. 29./

Valvonta-alakeskuslaitteet asennetaan tavallisesti erilliseen laitekaappiin, johon voidaan sijoittaa myös muita prosessin ohjauksessa tarvittavia laitteita. Kenttäkaapelointi tuodaan yleensä riviliittimille, mistä heikko- ja vahvasähköjohtimet vedetään kaapelikouruissa valvonta-alakeskusten I/O-liittimille. Kenttälaitteille ja valvonta-

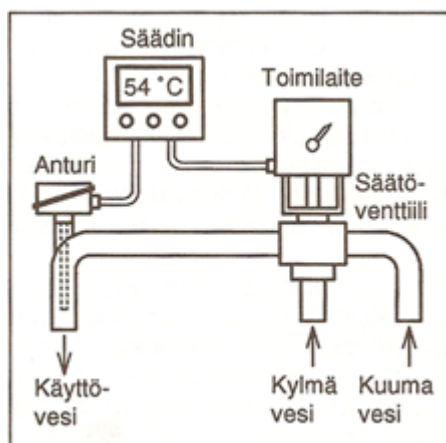
alakeskusten jännitesyöttöä varten on usein erillinen 24 VAC -muuntaja. /1, s. 100 - 101./

Valvonta-alakeskukset koostuvat usein moduuleista, jotka keskustelevat suoraan väylässä toistensa kanssa. Näin säädöt voivat olla omassa yksikössään ja ohjaukset omaan. Moduuleissa on I/O-moduulit sisältävät liitännät kentälaitteille. Valvonta-alakeskusten muistiin voidaan ohjelmoida säätöjä, rajoja ja ohjauksia, joten ne voivat toimia myös itsenäisesti.

2.2.3 Kentälaitteisto

Kentälaitteisiin kuuluvat anturit, toimilaitteet ja säätimet. Anturit mittaavat haluttuja suureita (lämpötila, kosteus, valoisuus, liike, jne.) ja toimilaitteet toteuttavat toimintoja esim. päälle/pois tai säätöfunktiot. Säätimet hallitsevat tätä kokonaisuutta. /2, s. 53./

Tällaisia säätökokonaisuuksia kutsutaan säätöprosessiksi. Esimerkki veden lämpösäätötoiminnosta on kuvassa 2, jossa havainnollistetaan säätöprosessia käytännössä.



KUVA 2. Esimerkki säätöprosessista /7, s. 35/

Kuvassa vesiputkistoon asennettu lämpötila-anturi mittaa käyttöveden lämpötilaa ja välittää sen säätimelle. Säädin pyrkii pitämään käyttöveden lämpötilan asetusarvon (54 °C) suuruisena ohjaamalla toimilaitetta ja sen kautta säätöventtiiliä. Säätöventtiili on kolmitieventtiili, joka sekoittaa kylmää ja kuumaa vettä oikeassa suhteessa pitääkseen käyttöveden lämpötilan halutussa arvossa. Monissa nykyjärjestelmissä erillinen

säädin on korvattu valvonta-alakeskuksessa suoritettavalla ohjelmalla, joka suorittaa lukuisia vastaavanlaisia säätöjä samanaikaisesti. /7, s. 35./

2.2.4 Väylät

Edellisissä luvuissa todettiin jo, että valvonta-alakeskukset pystyvät toimimaan itsenäisesti tai järjestelmäkokonaisuutena väylässä. Väyläratkaisuja voidaan käyttää valvonta-alakeskusten liittämiseksi valvomoihin ja toisiinsa. Valvonta-alakeskusten moduulit liitetään toisiinsa väylillä. Väyläratkaisuja on olemassa useammanlaisia, mutta monessa järjestelmässä on käytetty yleisimpiä malleja.

Valvonta-alakeskukset liitetään toisiinsa väylään, joka on toteutettu sarjaliikennemenetelmällä. Vanhin sarjaliikennestandardi on RS-232, joka soveltuu vain lyhyille välimatkoille. Pidempiä etäisyyksiä varten käytetään RS-422-, RS-423- ja RS-485-standardien ratkaisuja. Näistä kolmesta RS-485 on nykyään kaikkein käytetyin automaatiojärjestelmissä. Näiden standardien maksimiväyläpituus on 1200 metriä. Standardi RS-485 suunniteltiin teollisuuden ohjausjärjestelmien datansiirtoa varten. RS-485 esiteltiin jo vuonna 1983. Taulukossa 1 on vertailtu RS-232-, RS-422- ja RS-485-standardien eroja. /7, s. 122 – 123; 5, s. 64./

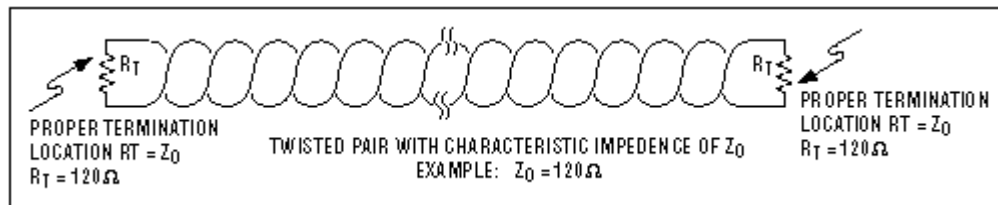
TAULUKKO 1. RS-232:n, RS-422:n ja RS-485:n eroja /5, s. 66 - 67/

	RS-232	RS-422	RS-485
Laitteiden lukumäärä	1 lähetin, 1 vastaanotin	1 lähetin, 10 vastaanotinta	32 lähetintä, 32 vastaanotinta
Tiedonsiirtotapa	Full duplex	Full duplex, Half duplex	Half duplex
Maksimietäisyys	15 m nopeudella 19,2 kbit/s	1200 m nopeudella 100 kbit/s	1200 m nopeudella 100 kbit/s
Maksimi tiedonsiirtonopeus (etäisyys 15 m)	19,2 kbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s (käytännössä jopa 30 Mbit/s)

RS-485-väylä on kierretty johdinpari, johon voidaan liittää 32 laitetta. Kierrettyä paria käytetään sähköisten häiriöiden minimoimiseksi. Väyläsignaalin potentiaalin pitää vaihdella ± 300 millivolttia. Jos signaali on alle ± 200 mV, vastaanottimet eivät tulkitse tietoja. Johdinparin potentiaalin suunta ilmaisee senhetkisen bitin tilan. 1-tilassa oleva johdin on positiivinen ja 0-tilassa oleva on negatiivinen. /7, s. 123; 8./

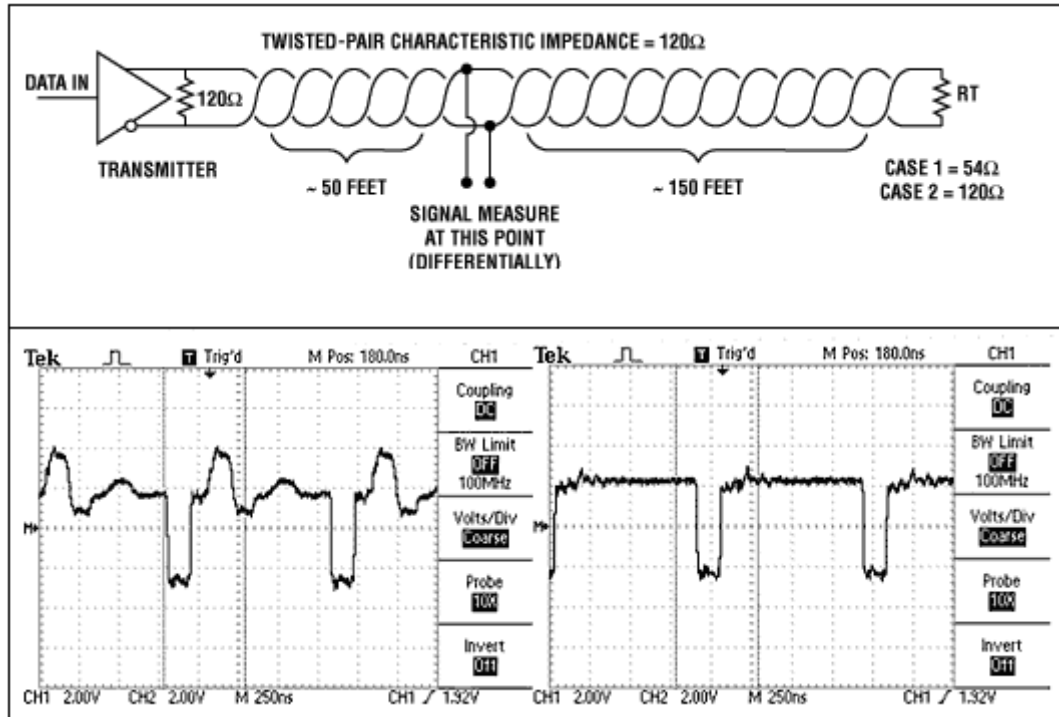
RS-485 on toteutettu half duplex -menetelmällä, joka tarkoittaa liikenteen olevan vuoro- ja suuntaista. Väylässä käytetään vain yhtä paria. Näin ollen vain yksi laite voi lähettää tietoa kerrallaan. Kukin laite lähettää vuorotellen tai tarpeen mukaan. RS-485 voidaan toteuttaa myös kahta paria käyttäen, jolloin orjalaitteet lähettävät toista johdinparia pitkin ja isäntälaitteet lähettävät jaksoittain kyselyjä orjalaitteille /5, s. 65/.

Kaapelin päissä käytetään päätevastuksia. Päätevastusten resistanssin tulisi optimaalisessa tilanteessa olla kaapelin impedanssin itseisarvoa vastaavia. Esimerkkinä kuvassa 3 on asetettu 120 ohmin päätevastukset kaapelille, jonka impedanssin itseisarvo on 120 ohmia. /8./



KUVA 3. Oikein mitoitettut päätevastukset väylässä /8/

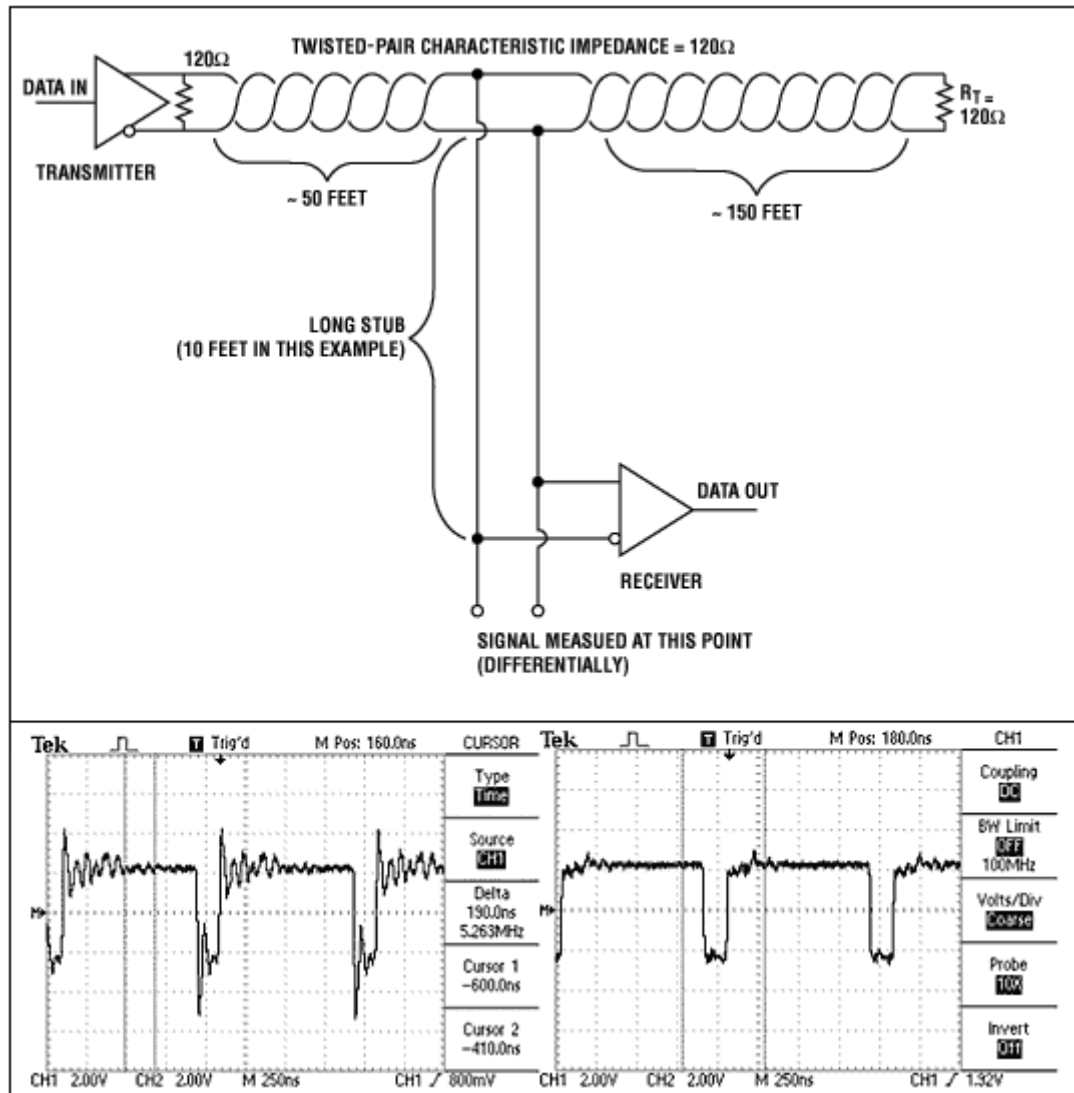
Päätevastusten mitoituksella on tärkeä osa väylän signaalien laadussa. Väärä vastusarvo päätevastuksessa aiheuttaa signaalin heijastumisia. Kuvassa 4 verrataan kahta signaalia. Kuvan vasemmanpuoleinen signaali on kaapelista, jonka päätevastuksena on 54 ohmin vastus. Kuvan oikeanpuoleinen signaali taas on päätetty kaapelin impedanssin itseisarvoa vastaavalla 120 ohmin päätevastuksella. Vasemmanpuoleisessa signaalissa on selvästi havaittavissa voimakkaita heijastuksia. Heijastusten merkitys korostuu tiedonsiirtonopeuksien kasvaessa.



KUVA 4. Päätevastuksen mitoituksen vaikutus signaaliin /8/

Väylässä olevien vastaanottimien tuloimpedanssien on oltava vähintään $12\ \text{k}\Omega$. Lähettimien minimikuorma on $60\ \Omega$. /9, s. 7./

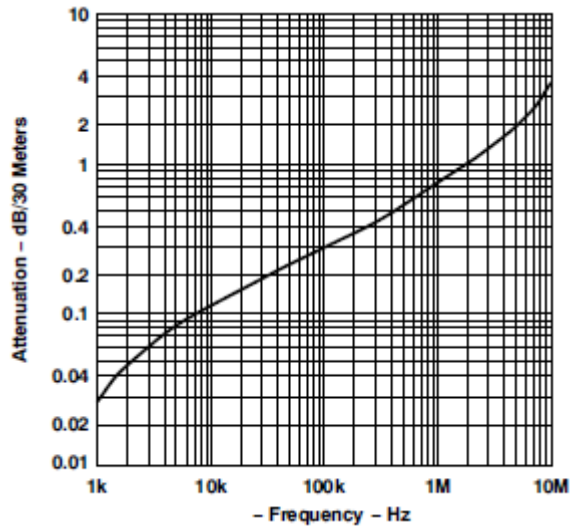
Väylän laitteet liitetään rinnakkain johdinpareihin. Liittäminen tapahtuu tekemällä väylään pieni haara, johon laite liitetään. Näillä haaroilla on kuitenkin oma vaikutuksensa väylän signaaliin. Jos haara on kovin pitkä, aiheuttaa se heijastuksia kaapelissa. Kuvassa 5 on esitetty kolmen metrin haaroituksen vaikutus kaapelin signaaliin.



KUVA 5. Pitkän haaroituksen vaikutus signaaliin /8/

Kuvan mukainen ongelma kasvaa huomattavasti tiedonsiirtonopeuksien kasvaessa. Pienillä tiedonsiirtonopeuksilla väylä saattaa toimia kymmenien metrien haaroituksista huolimatta. Ongelmien välttämiseksi on suositeltavaa, että haaroitukset väylässä pidettäisiin mahdollisimman lyhyinä /8/.

Uutta väylää rakennettaessa on otettava huomioon signaalin vaimeneminen kaapelissa. Vaimenemiseen vaikuttaa kaapelin pituus sekä signaalin taajuus eli tiedonsiirron lähetysnopeus. Kuvassa 6 on esitetty signaalin vaimeneminen taajuuden funktiona kierretyssä parikaapelissa.



KUVA 6. Taajuuden vaikutus vaimennukseen kaapelissa /9/

Kuvasta käy selkeästi ilmi, että taajuuden eli tiedonsiirtonopeuden kasvaminen kaapelissa aiheuttaa voimakkaamman vaimenemisen. Mikäli halutaan tehdä satoja metrejä pitkä väylä, on otettava huomioon mahdolliset tiedonsiirto-ongelmat suurilla nopeuksilla. Ratkaisu ongelmaan on tiedonsiirtonopeuden alentaminen.

Sarjaliikenneväylässä vain yksi laite saa lähettää tietoa kerralla ja muiden pitää kuunnella ja vastaanottaa liikennettä. Jokaisella asemalla on oma osoitteensa, jonka avulla muut laitteet voivat kommunikoida sen kanssa. RS-485-standardissa jokaisella laitteella on vuorollaan tilaisuus lähettää sanomia toisille laitteilla, sillä lähetysoikeus siirtyy hallitusti laitteelta toiselle. Tämä eroaa monista muista väyläjärjestelmistä, koska niissä laitteet pyrkivät lähettämään tietoa heti kun väylä vapautuu. Näissä järjestelmissä voi syntyä enemmän signaalien törmäyksiä. Väylän kaikkien laitteiden pitää toimia samalla nopeudella. Nykyään yleisesti käytetty väylänopeus on 76800 baudia suurilla etäisyyksillä. /7, s. 123./

3 HONEYWELL RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Tässä luvussa käsittelen Etelä-Savon sairaanhoitopiirissä käytettävän järjestelmän teoriaa. Järjestelmä koostuu Honeywellin Excel 5000-säädinperheen laitteista ja EBI-valvontajärjestelmästä. Honeywell tuottaa Suomessa teollisuus- ja rakennusautomaation ratkaisuja.

3.1 Excel 5000 -säädinperhe

Excel 5000 on vapaasti ohjelmoitava säätö- ja valvontajärjestelmä kiinteistöjä varten. Järjestelmä on suunniteltu käytettäväksi erityisesti kouluissa, konttoreissa, hotelleissa ja sairaaloissa. Lämmitys-, ilmanvaihto ja ilmastointi-sovellutusten lisäksi Excel 5000:ssa on myös energianhallintatoimintoja kuten optimoitu lämmityksen päälle/päätä kytkeä, yöjäähdytys, suurin tehontarpeen vaade sekä monia muita vastaavia ominaisuuksia. /10, s. 2./

Järjestelmää on helppo laajentaa tarpeen mukaan moduulirakenteen ansiosta. Esimerkiksi XC5010C CPU -moduuliin voi liittää 16 I/O-moduulia. Analogisissa I/O-moduuleissa on kahdeksan lähtöä tai tuloa ja digitaalisissa vastaavasti 12. Näin moduuleita lisäämällä saadaan helposti lisättyä ohjattavien pisteiden määrää. XL 100 -valvonta-alakeskusta ei voi laajentaa moduuleilla, vaan siinä on kiinteä määrä I/O-liitäntöjä. /10, s. 2; 11, s. 18./

Excel 5000 – säädinperheeseen kuuluvat mm. XL 100-, XL 500- ja XL 800 -valvonta-alakeskukset. Nämä ovat vapaasti ohjelmoitavia laitteita, jotka voivat toimia itsenäisesti tai verkkoon liitettynä osana suurempaa järjestelmää.

Valvonta-alakeskukset voi liittää toisiinsa ja valvomoon C-Bus-väylän välityksellä. C-Bus-väylän standardi on RS-485, joka on väylämuotoisiin sovelluksiin tarkoitettu sarjaliikennestandardi. Yhden väylän maksimipituus on 1200 metriä ilman vahvistimia ja siihen voi liittää korkeintaan 30 laitetta. Koska yksi laite väylässä on Building Network Adapter (BNA) (ks. luku 3.2), voi väylään liittää vain 29 valvonta-alakeskusta. Väylät voidaan asettaa toimimaan eri nopeuksilla. Yhden väylän maksimitiedonsiirt nopeus on 76800 baudia eli tässä tapauksessa 76,8 kbit/s. /12, s. 6; 13, s. 34./

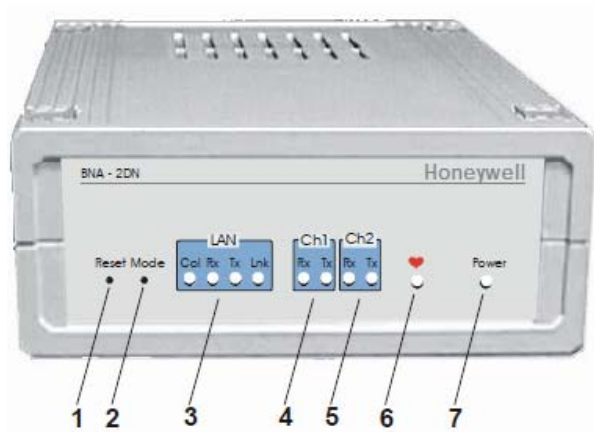
Väylän päätelaitteiden pitää olla ohjelmoituja päätelaitteiksi eli ns. ”väylän päätevastuksiksi”. Tämä tapahtuu laitteesta riippuen päätevastuskytkimien asentoja muuttamalla. Kytkimellä valitaan tietty vastusarvo.

3.2 BNA

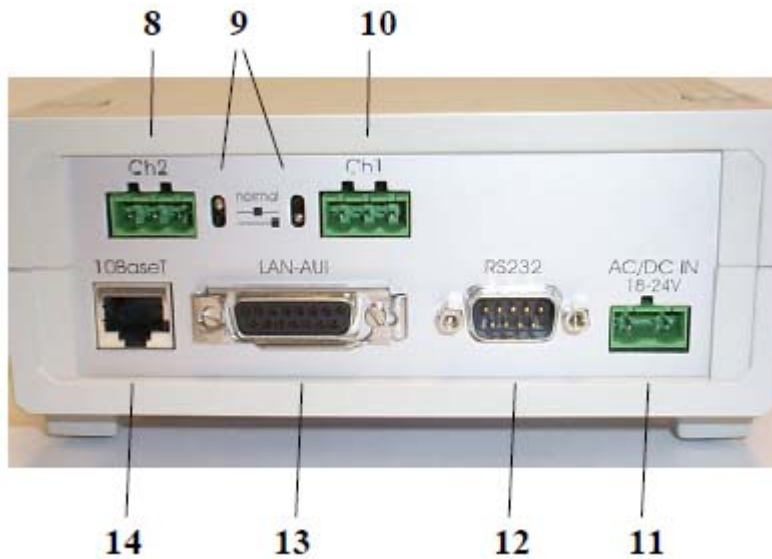
Valvonta-alakeskukset ovat liitettyinä C-Bus-väyliin, joiden päässä tai välillä on BNA (Building Network Adapter). BNA on verkkosovitin, joka lukee väylästä tulevan liikenteen ja muuttaa sen Ethernet-standardin mukaiseksi ja lähettää sen valvomoon 10BaseT-yhteyden välityksellä. Honeywell tarjoaa erimallisia laitteita, jotka poikkeavat ominaisuuksiltaan hieman toisistaan, mutta kaikkien laitteiden perustoiminnot ja tarkoitukset ovat samanlaiset.

3.2.1 Toiminnot ja liitännät

Tämän alaluvun tiedot perustuvat lähteeseen 12. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty laitteen etu- ja takapaneelit, sekä niiden ilmaisimien, kytkimien ja liitännöjen merkitykset.



KUVA 7. BNA:n etupaneeli /12, s. 2/



KUVA 8. BNA:n takapaneeli /12, s. 2/

Kuten kuvista 1 ja 2 ilmenee, laitteessa on useita liitäntöjä ja erilaisia toiminnan indikaattoreita. Kuvien numerointien selitys:

- **1 Resetointi**

Tätä nappia painamalla laite resetoituu välittömästi.

- **2 Tila**

Tästä napista laitteen tilaa voidaan vaihtaa ”normaali”-tilaan tai ”pysy alkulatausohjelmassa”-tilaan. Normaalisessa tilassa laite lataa sulautetun ohjelman flash-muistista.

”Pysy alkulatausohjelmassa” -tilassa laite ei lataa sulautettua ohjelmaa flash-muistista vaan päätyy komentokehoitteeseen. Näin laitteen asetuksia voidaan muuttaa.

- **3 LAN**

Lähiverkon aktiivisuuden ilmaisimien. Aktiivisuutta ilmaistaan neljällä LEDillä:

- Col

Törmäyksen ilmaisen. LED palaa punaisena, jos verkossa ilmenee törmäys.

- Rx

Datan vastaanoton ilmaisin. LED palaa vihreänä kun laite vastaanottaa dataa lähiverkosta.

- Tx

Datan lähetyksen ilmaisin. LED palaa vihreänä kun laite lähettää dataa lähiverkkoon. Kun laite lähettää dataa lähiverkkoon, Rx-ilmaisin palaa jatkuvasti vihreänä.

- Lnk

Yhteyden ilmaisin. LED palaa vihreänä kun laite on yhdistetty lähiverkkoon RJ45-liitännän kautta.

- 4 Ch1

Kaksi vihreää LEDiä ilmaisevat väyläliikennettä 1-väylässä. Rx ilmaisee vastaanotettavan liikenteen ja Tx lähetettävän liikenteen.

- 5 Ch2

Kaksi vihreää LEDiä ilmaisevat väyläliikennettä 2-väylässä. Rx ilmaisee vastaanotettavan liikenteen ja Tx lähetettävän liikenteen.

- 6 Heartbeat

Ilmaisee laitteen järjestelmän tilan. LED vilkkuu punaisena kun alkulatausohjelma on käynnissä. Vilkkuva vihreä LED tarkoittaa laiteohjelman olevan käynnissä.

- 7 Power

Virtailmaisin. Punainen LED palaa kun laite on käynnissä.

- **8 ch2**
3-pinninen liitin 2-väylään.

- **9 Ch1/Ch2 väyläpäätekytkimet**
Näillä kytkimillä voi muuttaa väyliä päätelaiteasetuksia. Näistä asetuksista on lisää tietoa luvussa 3.2.2.

- **10 Ch1**
3-pinninen liitin 1-väylään.

- **11 AC/DC-virtaliitäntä 18-24V**
Virtaliitäntä 18-24V vaihto- tai tasasähkövirtalähteelle.

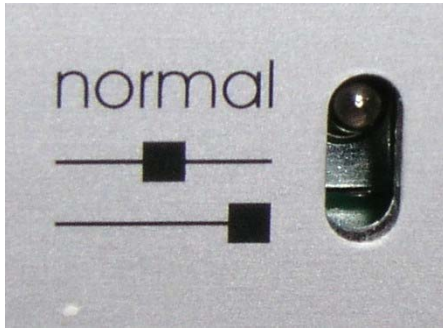
- **12 RS232**
9-pinninen SUB-D-urosliitin. Voidaan yhdistää nollamodeemikaapelilla PC-koneeseen laitteen asetusten muuttamista varten.

- **13 LAN-AUI**
15-pinninen naarasliitin AUI-lähetin-vastaanottimen liitäntää varten. AUI-lähetin-vastaanottimella laite voidaan yhdistää lähiverkkoon koaksiaali- tai kuitukaapelilla.

- **14 10BaseT**
10BaseT-standardin liitäntä RJ-45-liittimellä. Yhteysnopeus lähiverkkoon tästä liitännästä on 10 Mbit/s.

3.2.2 Väyläpääteasetukset

BNA voidaan sijoittaa joko väylän päähän tai keskelle. Muiden tietoliikenneväylien tapaan C-Bus väylän laitteilla on oltava tietyt vastusarvot väyläliitännöissä. Väylän keskellä ja päissä olevilla laitteilla on eri vastusarvot, joten sitä pitää voida muuttaa. Vastusarvoa muutetaan kuvan 9 mallisella väyläpäätekytkimellä.



KUVA 9. BNA:n väyläpäätekytkin

Kytkimellä on kolme eri asentoa /12, s. 21 - 22/:

- normal** Tässä asennossa laite on päätelaite C-/S-/FS90-Bus-väylissä. Kytkimen on oltava tässä asennossa, mikäli laite on liitettyä S-Bus tai FS90-Bus väylään. Tätä asentoa käytetään myös, jos laite on liitettyä C-Bus-väylään, jossa on XL IRC- tai XL MC -laitteita.
- Tässä asennossa laite toimii C-Bus-väylän keskellä Excel 5000 -tuoteperheen laitteiden kanssa. Tätä asetusta käytetään vain, jos laite on asennettu väylän välille.
- Tässä asennossa laite toimii C-Bus-väylän päätelaitteena. Tämä asetus toimii vain Excel 5000 -tuoteperheen laitteiden kanssa.

3.3 EBI-valvontajärjestelmä

3.3.1 Yleistä EBI-valvontajärjestelmästä

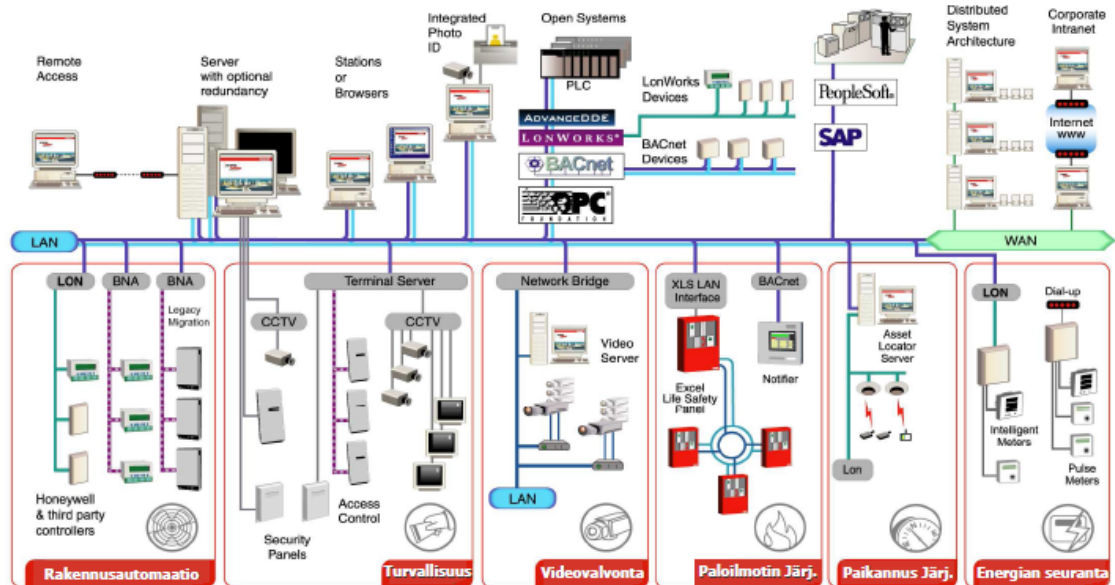
Enterprise Buildings Integrator (EBI) on Honeywellin kehittämä rakennusautomaation ja kiinteistövalvonnan hallinta- ja ohjaussovellus, joka /14, s. 4/:

- näyttää järjestelmätiedot helposti ymmärrettävässä muodossa
- mahdollistaa järjestelmän ohjauksen asianmukaisia komentoja lähettämällä
- suorittaa automaattisesti aikataulun mukaiset tehtävät
- ilmoittaa järjestelmän aktiviteeteista, kuten hälytyksistä ja järjestelmä-tapahtumista
- tuottaa monipuolisia raportteja

EBI:llä voidaan hallita useita eri järjestelmiä yhtä aikaa. Näitä ovat /15, s. 5/:

- rakennusautomaatio
- turvallisuus
- videovalvonta
- paloilmotinjärjestelmä
- paikannusjärjestelmä
- energian seuranta

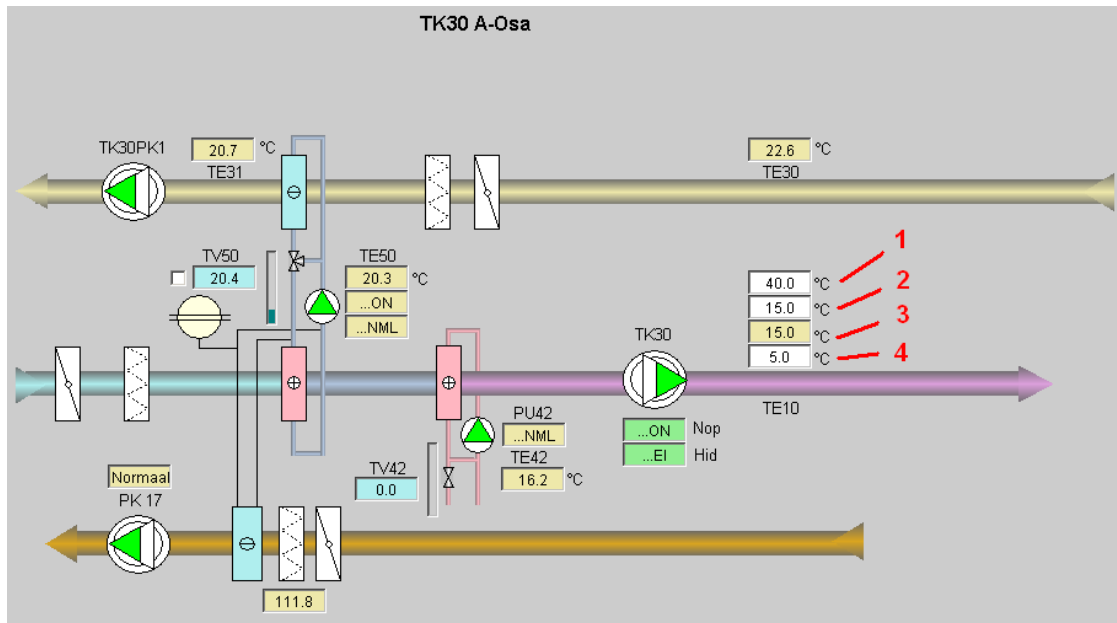
Ohjelma tukee myös useiden eri automaatiovalmistajien tekniikoita. Näin ei tarvita eri valvomoita, jos kiinteistössä on useampien valmistajien tuottamia järjestelmiä. Kuvassa 10 on esitetty mitä kaikkea EBI:llä voidaan hallita.



KUVA 10. EBI:n järjestelmäkaavio /15, s. 4/

3.3.2 Käyttöliittymä

EBI:ä hallitaan selkeän graafisen käyttöliittymän välityksellä. Käyttäjä pystyy tarkastelemaan helposti vaikka yksittäisen ilmastointikoneen toimintaa reaaliaikaisen järjestelmäkaavion perusteella. Tästä nähdään, jos esimerkiksi lämpötilat ovat kohonneet liian korkeiksi. Kuvassa 11 on esimerkki ilmastointikoneen valvontanäkymästä. Kuvan ylin nuoli kuvaa poistoilmaa, sininen/violetti nuoli kuvaa tuloilmaa ja alin nuoli kuvaa likaista poistoilmaa.



KUVA 11. Ilmastointikoneen valvonta EBI:ssä

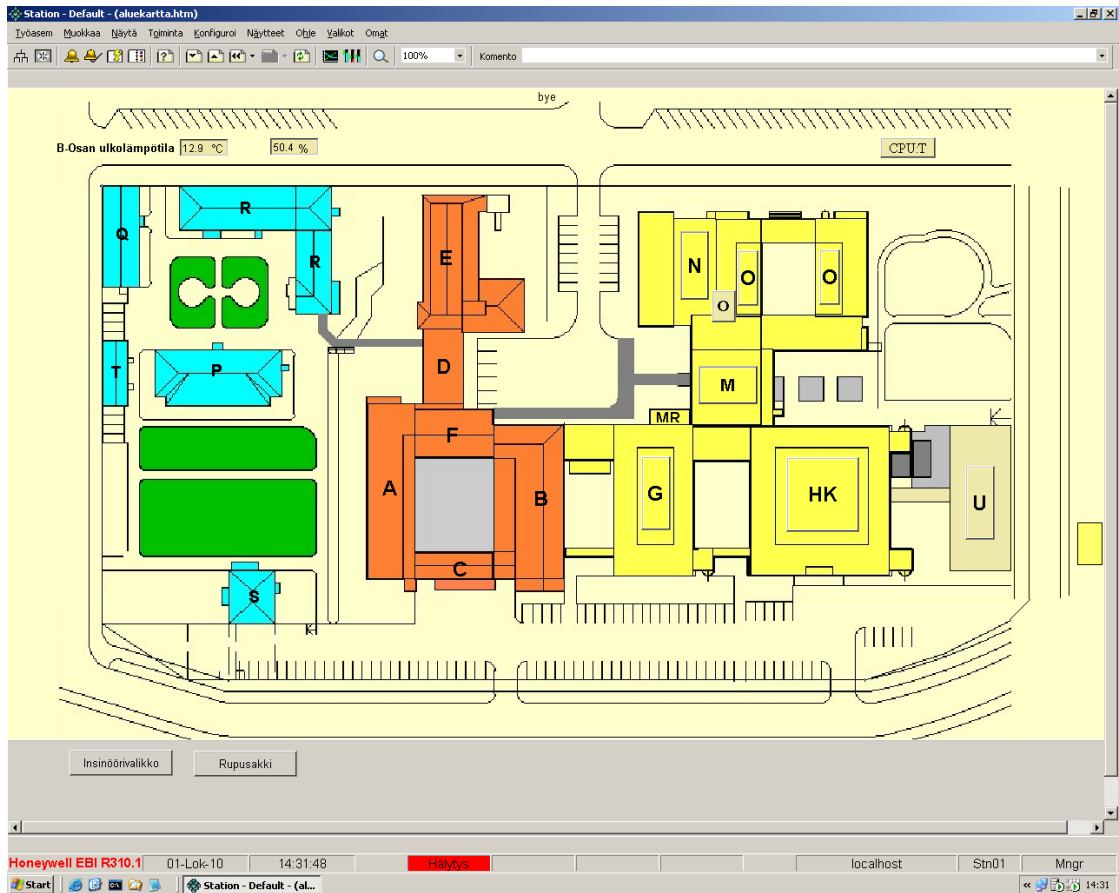
Kuvassa on erilaisia asetettuja ja antureilta saatuja arvoja. Valkoisissa laatikoissa olevat arvot ovat käyttäjän asettamia. Ruskeapohjaisten laatikoiden arvot ovat antureiden mittaamia. Siniset laatikot kuvaavat venttiilien tilaa. Arvo vastaa prosenttilukua venttiilin auki olemisesta. Esimerkiksi kuvassa oleva TV42 on täysin kiinni. Rakennukseen puhallettavan tuloilman numeroitujen arvojen selitys on seuraavanlainen /18/:

1. Maksimilämpötila. Mikäli arvo ylittyy, järjestelmä antaa hälytyksen ja tuloilmakone pysähtyy.
2. Asetettu lämpötila. Tuloilmalle asetettu haluttu lämpötila, jonka järjestelmä pyrkii pitämään säätöjen avulla.
3. Mitattu lämpötila. Ilmastointikanavasta mitattu tuloilman lämpötila.
4. Minimilämpötila. Kylmin sallittu lämpötila tuloilmalle. Kylmempi mitattu arvo antaa hälytyksen ja sulkee ilmastointikoneen jätymisvaaran vuoksi.

Järjestelmään kirjaututaan omilla käyttäjätunnuksilla. Järjestelmään voidaan luoda useita eri käyttäjätunnuksia eri käyttäjätasolle. Käyttäjätason mukaan käyttäjällä on tiettyjä muokkausoikeuksia järjestelmässä. Myös käyttäjämäärittelyissä voidaan antaa käyttäjälle pääsyoikeus halutuille alueille ohjelmassa.

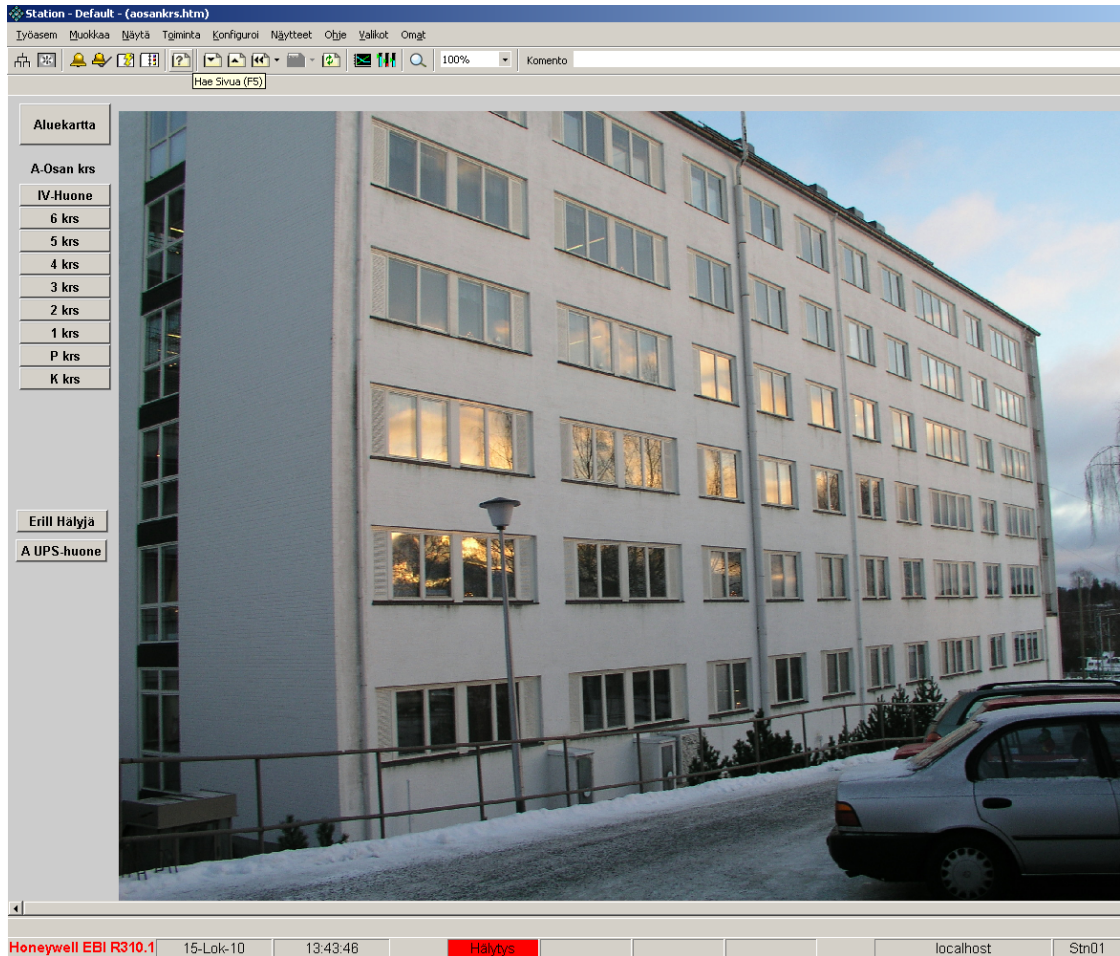
Ohjelmassa on työkalurivi, jossa on käyttäjän määrittämiä pikatoimintoja. Rivillä voi olla esimerkiksi navigointi edellisiin näkymiin, hälytyksiin, tilastoihin ym. Ohjelmas-

sa voidaan navigoida eri tavoilla. Mikäli käyttäjä muistaa esimerkiksi vain ilmastointikoneen jossakin tiettyssä konehuoneessa, jonka tilaa hänen pitäisi päästä katsomaan, voi hän lähteä liikkeelle aluekartasta (kuva 12). Aluekartasta käyttäjä voi valita haluamansa rakennusosan tarkempaan näkymään.



KUVA 12. Alueverkko EBI – käyttöliittymässä

Alueverkossa näkyy rakennusosien päällä kirjaimia. Kirjaimet ovat käyttäjän organisaation määrittämiä rakennusosatunnuksia. Kuvasta tiettyä rakennusosaa klikkaamalla käyttäjä pääsee kyseisen rakennusosan valikkoon. Käyttäjä voi kustomoida näitä valikkoja mieltymystensä mukaan esimerkiksi lisäämällä valokuvia tai CAD-piirustuksia. Kuvassa 13 on esitetty näkymä saman kiinteistön A-rakennusosasta.



KUVA 13. Esimerkki rakennusosakohtaisesta navigoinnista

Kuvassa on vasemmassa laidassa navigointipainikkeet, joista ylimmäisestä pääsee takaisin aluekarttaan. Esimerkkikuvassa A-osa on jaoteltu kerroksittain. Erilliset navigointipainikkeet on määritelty erillishälytyksille ja yhdelle UPS-huoneelle. Mikäli käyttäjä valitsee seuraavaksi halutun kerroksen esimerkiksi ”IV-huone”, pääsee hän kuvan 14 mukaiseen näkymään. Kuvassa on esitetty vain vasemmassa laidassa sijaitseva navigointipalkki. Muu osa näkymää on vain valokuva ilmastointikonehuoneen sisältä. Kuvassa oleva navigointi jakautuu nyt erillisten koneiden välille. Koneen valitsemalla käyttäjä pääsee kuvan 11 mukaiseen näkymään.



KUVA 14. IV-huoneen navigointi

3.3.3 Hälytykset




EBI:ssä käytön kannalta olennainen osa on hälytystoiminnot. Hälytykset listataan tapahtumaluetteloon muiden tapahtumien lisäksi. Hälytyksistä nähdään tapahtumahetki, käyttäjäosoite, hälytystyyppi ja –prioriteetti sekä pisteen kuvaus ja arvo. Kuvasta 15 näkee miltä hälytykset näyttävät ohjelmassa. Hälytysikkunan saa näkyviin klikkaamalla tilarivillä sijaitsevaa hälytyskenttää. /15, s. 26./

Pvä & Aika	Lähde	Tila	Kuvaus	Arvo	Yksiköt	Toiminta	Käyttäjä
29.09.2010 10:33:00	M_Palovika_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys		ACK	tna
29.09.2010 10:33:00	CPU02_Jatkohälytys	Hälytys		Hälytys		ACK	tna
29.09.2010 10:32:36	CPU02_Jatkohälytys	Paluu normaaliin		Normaali		OK	
29.09.2010 10:20:26	M_Palovika_1krs	Paluu normaaliin	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Normaali		OK	
29.09.2010 10:16:05	CPU02_Jatkohälytys	Hälytys		Hälytys			OK
29.09.2010 10:16:03	M_Palovika_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys			
27.09.2010 13:02:03	CPU02_Jatkohälytys	Paluu normaaliin		Normaali		OK	
27.09.2010 12:56:48	M_Palohälytys_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys		ACK	tna
27.09.2010 12:56:45	M_Palovika_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys		ACK	tna
27.09.2010 12:56:38	M_Palovika_1krs	Paluu normaaliin	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Normaali		OK	
27.09.2010 12:56:38	M_Palohälytys_1krs	Paluu normaaliin	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Normaali		OK	
27.09.2010 12:56:32	M_Palovika_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys			
27.09.2010 12:56:31	M_Palohälytys_1krs	Hälytys	Palohälytyskeskus/Neuvonta	Hälytys			
27.09.2010 12:53:15	ATK30TZ42_JaatSuoj	Paluu normaaliin	Jäätymisvaara	...NML		OK	

KUVA 15. Tapahtumaluettelo EBI:ssä

Hälytykset merkitään erivärisillä symboleilla. Symbolien väri kuvaa hälytyksen kiireellisyysluokkaa; turkoosi tarkoittaa alhaista kiireellisyysluokkaa ja keltainen korkea. Punainen tarkoittaa erittäin kiireellistä. Käyttäjän on myös hyvä tietää, onko hälytys poistunut itsestään. Taulukossa 2 on selitetty hälytysikonien merkitykset. /14, s. 61; 15, s. 27./

TAULUKKO 2. Hälytysikonien merkitykset EBI:ssä /14, s. 61/

Hälytysikoni	Kuvaus
	- Punainen ikoni vilkkuu: hälytyksen prioriteetti on kiireellinen. Hälytys on kuittaamaton ja se on edelleen aktiivinen.
	- Punainen ikoni, ei vilku: hälytyksen prioriteetti on kiireellinen. Hälytys on kuitattu ja hälytys on edelleen aktiivinen.
	- Keltainen ikoni vilkkuu: hälytyksen prioriteetti on korkea. Hälytys on kuittaamaton ja hälytys on edelleen aktiivinen.
	- Keltainen ikoni, ei vilku: hälytyksen prioriteetti on korkea. Hälytys on kuitattu ja se on edelleen aktiivinen.
	- Käänteinen väri ja vilkkuu: hälytyksen prioriteetti on korkea. Hälytys on kuittaamaton, mutta se on poistunut.
	- Syaani ikoni vilkkuu: hälytyksen prioriteetti on matala. Hälytys on kuittaamaton ja hälytys on edelleen aktiivinen.
	- Syaani ikoni, ei vilku: hälytyksen prioriteetti on matala. Hälytys on kuitattu ja se on edelleen aktiivinen.
	- Käänteinen väri ja vilkkuu: hälytyksen prioriteetti on matala. Hälytys on kuittaamaton, mutta se on poistunut.

3.4 Hälytysten välittäminen

Kuten edellisessä luvussa kirjoitin, valvontajärjestelmä antaa hälytyksiä kentällä tapahtuvista virheistä tai ei-toivotuista tilanteista. Jotta valvomoon äärellä ei tarvitsisi olla jatkuvasti joku valvomassa järjestelmää, on mahdollista saada hälytyksiä myös lanka-

ja matkapuhelimiin. Hälytyksen voi saada myös puhemuodossa. Puhemuotoisen hälytyksen hoitavat robottipuhelimet lankapuhelinverkkoa hyväksi käyttäen. Tekstiviestihälytykset taas lähetetään GSM-verkon välityksellä. Järjestelmässä käytetään kahta eri tapaa, koska hälytysten pitää toimia vaikka toinen verkko olisi pois käytöstä.

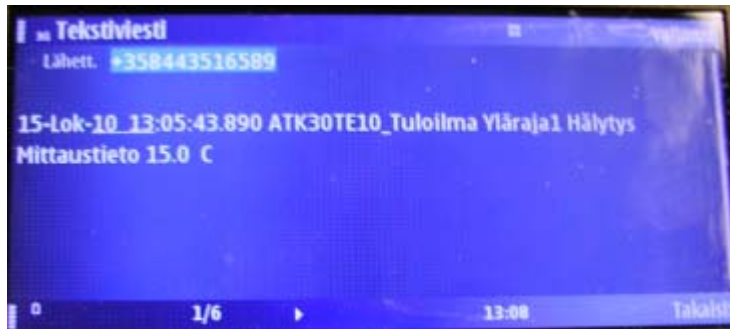
3.4.1 Robottipuhelimet

Robottipuhelimet eli siirturit tai ilmoituksensiirtopuhelimet ovat laitteita, jotka soittavat haluttuun numeroon ja koneääni tai nauhoitettu viesti kertoo tietyn väylän hälytyksestä puhelun vastaanottajalle. Siirturit eivät pysty kertomaan tarkasti hälytyksen aiheuttajaa, vaan ainoastaan väylän, josta hälytys tulee. Hälytyksen saanut kohdehenkilö kuittaa puhelimellaan hälytyksen vastaanotetuksi ja tarkistaa valvomosta hälytykset. Siirtureita käytetään nykyään tekstiviestihälytysten varajärjestelminä, koska tekstiviesti saattaa viivästyä esimerkiksi viestiruuhkan vuoksi. Ruuhkautumisesta huolimatta saadaan kuitenkin tieto hälytyksestä, jonka avulla henkilö tietää käydä tarkistamassa hälytykset. /16./

Jos halutaan asettaa jokin piste jatkohälytykseen, pitää se ohjelmoida valvontalakeskukseen CARE-ohjelmalla, jota käytetään yleisesti valvonta-alakeskusten ohjelmoimiseen. Nämä hälytykset eivät ole siis EBI:stä riippuvaisia. /16./

3.4.2 GSM-modeemi

GSM-modeemi on sarjakaapelilla EBI-palvelinkoneeseen liitettävä laite, joka lähettää tekstiviestillä jatkohälytyksen haluttuihin numeroihin. Nämä hälytykset ohjelmoidaan EBI-valvontaohjelmassa, joten EBI määrää, milloin hälytys lähetetään. Tekstiviestihälytys on paljon informatiivisempi verrattuna vanhempaan robottipuhelimen kautta tulevaan hälytykseen, koska tekstiviestissä näkyy myös hälytyksen aiheuttanut piste. Kuvassa 16 on esimerkki matkapuhelimeen saatavasta hälytyksestä tekstiviestinä.



KUVA 16. Esimerkki tekstiviestinä saatavasta hälytyksestä

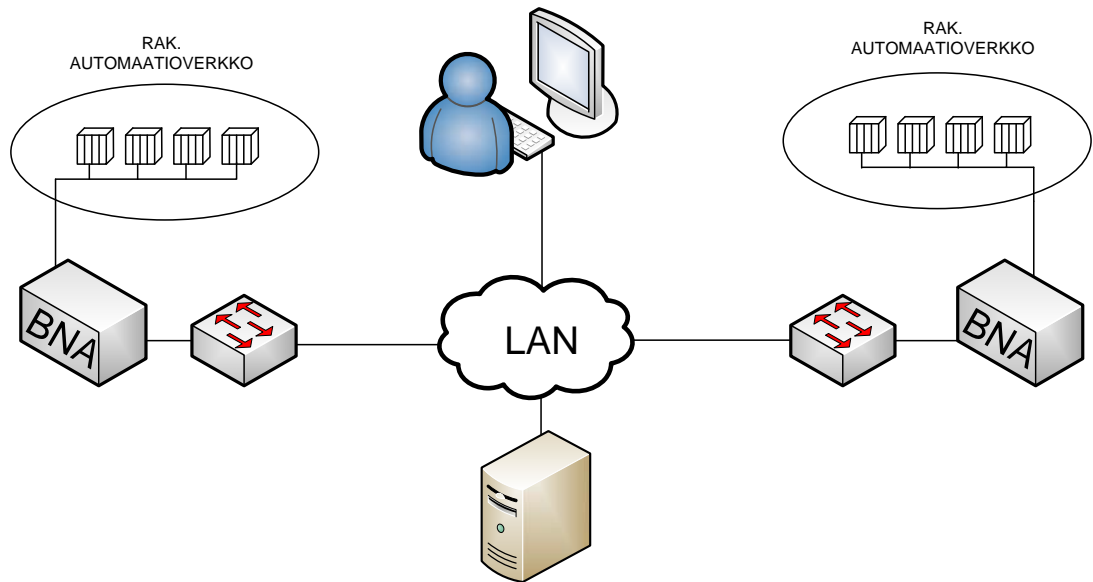
4 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN VAATIMAT TIETOLIIKENNEYHTEYDET

Rakennusautomaatiojärjestelmien koko saattaa vaihdella yhdestä valvonta-alakeskuksesta useiden eri järjestelmien kokonaisuuksiin. Esimerkiksi Honeywellin valvonta-alakeskukset pystyvät toimimaan itsenäisesti, mutta suuremmissa järjestelmissä valvontaa ja säätämistä halutaan helpottaa verkottamalla valvonta-alakeskukset järjestelmäksi, jossa niitä voidaan valvoa ja säätää yhdestä paikasta. Suuremmissa organisaatioissa järjestelmiä saatetaan joutua liittämään yhteen erilaisia tietoliikenneyhteyksiä käyttäen. Esimerkiksi valtavat rakennuskokonaisuudet, jotka sijaitsevat kaukana toisistaan on mahdoton liittää yhdeksi kokonaisuudeksi ilman tietoliikennetekniikkaa, jota käytetään yleisessä tiedonsiirrossa.

Kuten luvussa 3 mainittiin, on olemassa verkkosovittimia, jotka toimivat rakennusautomaatiojärjestelmien ja tietoliikenneverkkojen rajapintana. Rakennusautomaatioverkkojen fyysinen koko on hyvin rajoittunut, joten lähiverkkotekniikka tarjoaa mahdollisuuksia laajentaa näitä verkkoja helposti.

Jos mietitään esimerkkinä tapausta, jossa organisaation kiinteistöt sijaitsevat useassa peräkkäisessä korttelissa ja rakennusautomaatiojärjestelmän väylän maksimipituus on noin yksi kilometri. Kilometri voi tuntua paljolta, mutta kun kaapelia on vedettävä useisiin eri kerroksiin ja joskus mahdollisesti edestakaisinkin, saavuttaa väylä maksimipituutensa yllättävän helposti. Jos organisaation rakennusautomaation valvontapiste sijaitsee juuri viimeisessä korttelissa ja samalla valvomolla halutaan valvoa koko järjestelmää, on toisen pään korttelissa tehtävä oma väylä ja yhdistettävä se lähiverkon

välityksellä valvontapalvelimeen kuvan 17 esimerkin tavalla. Palvelimen ei tarvitse välttämättä olla samassa tilassa valvomon kanssa vaan verkkoa voidaan myös tarkkailla katseluaseman kautta.



KUVA 17. Esimerkki lähiverkon hyödyntämisestä rakennusautomaatioverkossa

Lähiverkon etu on se, että tänä päivänä se ulottuu pääasiallisesti kaikkialle yrityksessä. Näin ollen se toimii loistavasti tiedon välittäjänä rakennusautomaatiojärjestelmässä. Verkon kuormittumisesta ei myöskään tarvitse murehtia, koska rakennusautomaatiojärjestelmät tuottavat suhteellisen vähän dataa. Niiden omat väylät yltyvätkin monessa pitkän väylän järjestelmässä vain alle 100 kbit/s yhteysnopeuksiin.

Suuremmilla organisaatioilla saattaa olla myös toimipisteitä eri puolilla kaupunkia. Jos toimipisteiden välillä kulkee paljon liikennettä, on kannattavaa liittyä paikalliseen alueverkkoon. Seuraavissa alaluvuissa käsittelen hieman omaan aiheeseeni liittyviä lähi- ja alueverkkotekniikoita.

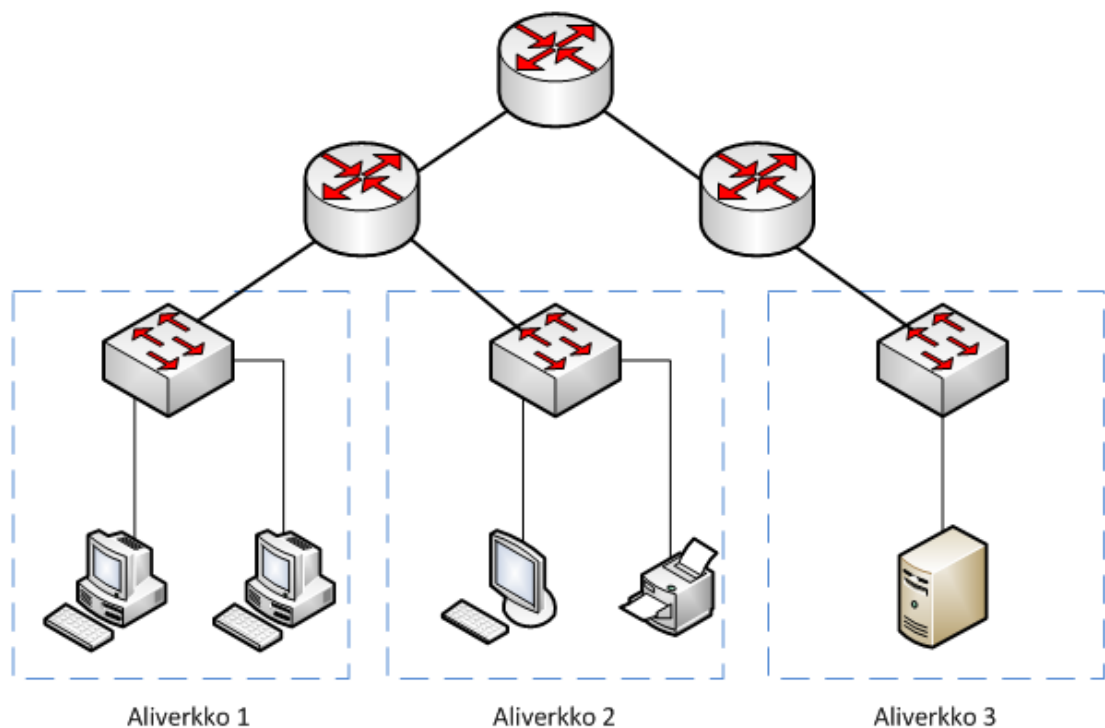
4.1 Lähiverkot

Nykyisissä rakennusautomaatiojärjestelmissä voidaan hyödyntää muitakin tietoliikenneyhteyksiä oman järjestelmän lisäksi. Joissakin tapauksissa se on välttämätöntä jär-

jestelmän toteuttamisen kannalta. Esimerkiksi, jos rakennusautomaatiöväylän pituus ei riitä ulottumaan johonkin haluttuun pisteeseen tai halutaan yhdistää useita väyliä samaan valvomoon, tarvitaan lähiverkkotekniikkaa.

Lähiverkot eli Local Area Network (LAN) tarjoavat helpotusta tähän ongelmaan. Perinteisesti lähiverkot yhdistävät tietokoneita, tulostimia, palvelimia yms. toisiinsa. Etuna on resurssien jakamisen helpottuminen. Vielä 90-luvulla myös lähiverkoissa käytettiin väylätopologiaa, mutta nykyään tähtimäinen topologia on täysin syrjäyttänyt sen. Lähiverkkojen toteutuksessa suosituimmaksi standardiksi on noussut Ethernet.

Ethernet sopii sovelluksiin, joissa paikallisessa mediassa täytyy siirtää satunnaista ja toisinaan raskasta liikennettä suurilla nopeuksilla. Modernin Ethernet-verkon fyysinen rakenne on seuraavanlainen; työasemat, tulostimet yms. yhdistetään toisiinsa verkkokytkimellä, jolloin muodostuu oma aliverkko. Näitä aliverkkoja voidaan yhdistää toisiinsa reitittimiä käyttäen. Reitittimet yhdistetään toisiinsa ja tiettyjä reititysprotokollia käyttäen ne keskustelevat keskenään ja opettelevat toisten reitittimien takana olevien verkkojen osoitteet. Kuvassa 18 on havainnollistettu kyseinen lähiverkkorakenne.



KUVA 18. Esimerkki lähiverkkotopologiasta

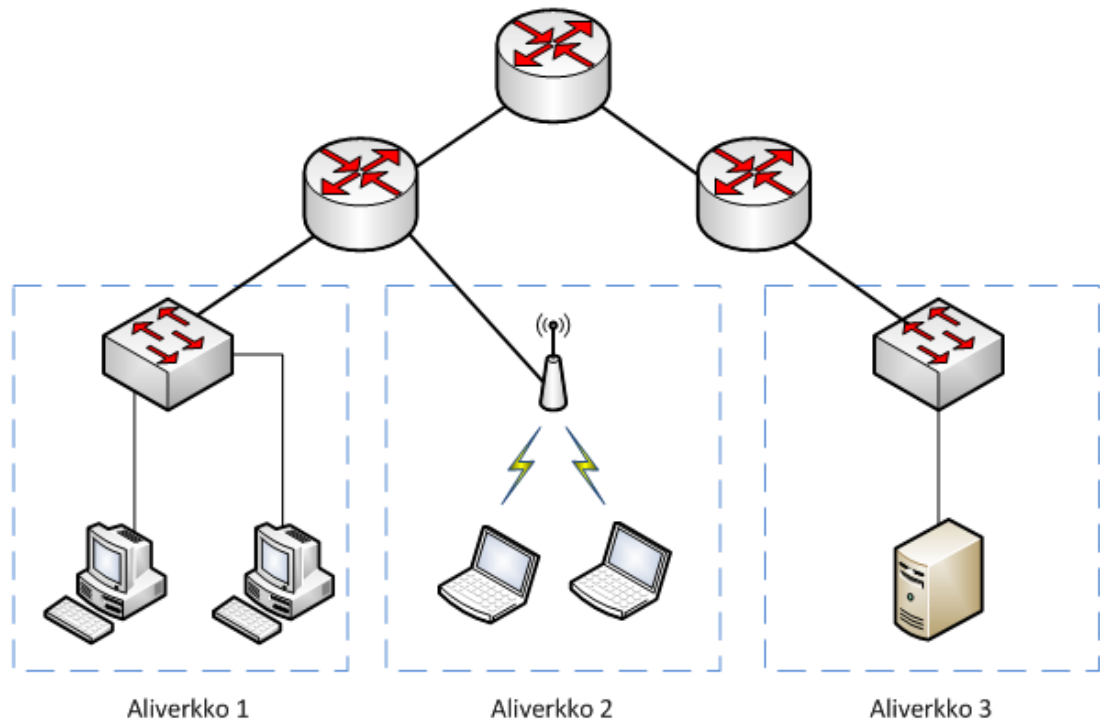
Verkkokytkimet osaavat lähettää tiedon oikeille vastaanottajille datapakettien MAC-osoitteen perusteella. MAC-osoite on verkkolaitteen verkkokortille koodattu uniikki osoite. Kytkimet opettelevat jokaisen niihin kytketyn laitteen MAC-osoitteen osataksaan lähettää tietoa oikeille vastaanottajille.

Koska kytkimien muodostamia aliverkkoja voi yhdistää toisiinsa lähes rajattomasti, eivät kytkimet pysty opettelemaan koko lähiverkon kaikkien laitteiden MAC-osoitteita. Sen takia Ethernet-verkossa käytetään myös IP-osoitteita. Jokaiselle koneelle jaetaan yksilöllinen IP-osoite. Erona MAC-osoitteeseen IP-osoitetta pystyy vaihtamaan. Lisäksi nämä kaksi erottaa se, että IP-osoitteesta näkee myös aliverkon, johon kone kuuluu. IP-osoitteen avulla reitittimet pystyvät näkemään, mihin verkkoon mikäkin osoite kuuluu.

4.1.1 Langattomat lähiverkot

Viime vuosien aikana kannettavien tietokoneiden määrä on kasvanut huimasti. Kasvun myötä on tullut uusia tarpeita verkkotekniikalle, mistä yksi merkittävimmistä on liikuteltavuus. Liikuteltavuudella tarkoitetaan sitä, että pystytään toimimaan verkossa normaalisti ja katkottomasti, vaikka fyysistä sijaintia muutettaisiinkin. Langaton lähiverkko eli Wireless Local Area Network (WLAN) tuo ratkaisun tähän ongelmaan. Langattomissa lähiverkoissa työasemat yhdistetään tukiasemaan, joka vastaa kytkintä kaapelimediaa käytettäessä.

Tukiasemissa voidaan määrittää eri verkkoja (SSID), joihin työasemat voivat liittyä. Tukiasemat yhdistetään lähiverkkokaapelin välityksellä muuhun lähiverkkoon. Muut verkon laitteet eivät välttämättä edes tiedä, että verkossa on langattomia laitteita, koska ne näkyvät verkossa samalla tavalla kuin langallisetkin laitteet. Kuvassa 19 on esitetty esimerkkitopologia langatonta verkkoa hyödyntäen. Kuvan aliverkko 2 on toteutettu langattomasti.



KUVA 19. WLAN osana lähiverkkoa

Langattomien lähiverkkojen etuna on liikuteltavuus, mutta langattomuus sisältää myös haittapuolia. Langattomien verkkojen siirtonopeudet eivät ole yhtä suuria kuin langallisissa verkoissa. Monessa tapauksessa tämä ei kuitenkaan haittaa toimintaa, jos suuria siirtonopeuksia ei vaadita.

Langattomien verkkojen suurin haittapuoli on niiden tietoturva. Langaton verkko on paljon alttiimpi tietoturva-uhkille kuin langallinen verkko. Liikuteltavuutta tuova radiotekniikka on omalla tavallaan kaksiteräinen miekka; vaikka verkon haltija pystyy liikkumaan vapaasti langattoman verkon alueella, niin pystyy myös asiattomat ulkopuoliset henkilötkin. Tämän takia langattomiin verkkoihin onkin kehitelty erilaisia suojausmenetelmiä. Kaksi tärkeintä menetelmää ovat salausta ja autentikointi.

Autentikointi tapahtuu yhteyden muodostamisvaiheessa ja sillä varmistetaan, että verkkoon liittyy asianmukainen henkilö koneellaan. Suosituin tapa autentikoida on esijaettu avain. Tällä avaimella eli salasanalla henkilö voi liittyä verkkoon. Vain ne henkilöt, jotka tietävät salasana voivat liittyä verkkoon.

Salauksessa taas on huomioitu verkossa liikkuvan tiedon turvallisuus. Vaikka joku ulkopuolinen henkilö ei liittyisikään verkkoon, hänen on silti mahdollista saada kä-

siinsä verkossa liikkuvaa tietoa. Salauksen avulla saavutetaan se, että vaikka ulkopuolinen saisikin käsiinsä verkossa liikkuvaa tietoa, ei hän pysty sitä lukemaan. Salaus muuttaa dataa ulkopuolisen silmin katsottuna lukukelvottomaksi ja tietoa voi lukea vain salausavaimen toinen haltija eli oikea vastaanottaja. Salaus toteutetaan siis myös avaimilla.

4.1.2 Virtuaaliset lähiverkot

Virtual Local Area Network (VLAN) eli virtuaalilähiverkko tarkoittaa virtuaalista lähiverkkoa fyysisen lähiverkon sisällä. Yksi fyysinen lähiverkko voi sisältää useita virtuaalilähiverkkoja. VLAN:eilla on jokaisella omat verkko-osoitteet. VLAN:ien etu on se, että toisistaan erotettuja verkkoja voidaan toteuttaa samoilla laitteilla. Lähiverkoissa on yleistä, että esimerkiksi verkon hallintaliikenne eristetään omaan VLAN:iin. Myös rakennusautomaatioverkot kannattaa laittaa omaan VLAN:iin, koska se lisää järjestelmän tietoturvaa, sillä näin lähiverkon muut käyttäjät eivät näe rakennusautomaatioverkon liikennettä.

4.2 Alueverkot

4.2.1 Yleistietoa alueverkoista

Alueverkkoja käytetään lähiverkkojen yhdistämiseksi toisiinsa tapauksissa, joissa lähiverkkojen maantieteelliset etäisyydet voivat olla suuria. Alueverkot käyttävät yleensä teleoperaattoreiden palveluja. /17, s. 513./

Yleisimmissä alueverkkoteknologioissa käytetään joko piirikytkentäisiä, pakettikytkentäisiä tai solukytkentäisiä palveluita. Piirikytkentäisiä palveluita ovat mm. perinteinen puhelinverkko ja Integrated Services Digital Network (ISDN). Piirikytkentäisissä palveluissa yhteydelle on varattu tietty kaistanleveys, joka ei muutu datansiirron tarpeen mukaan. Viimeisen vuosikymmenen aikana piirikytkentäiset dataverkot ovat jääneet pakettikytkentäisten tekniikoiden taakse suosiossa. Pakettikytkentäisissä palveluissa datapaketit voidaan reitittää perille eri reittejä pitkin. Suosittuja pakettikytkentäisiä tekniikoita ovat mm. X.25 ja Frame Relay. Solukytkentäiset palvelut ovat

lähes samanlaisia kuin pakettikytkentäiset palvelut. Erona on se, että paketin koko voi vaihdella kun solun koko on kiinteä. /17, s. 519 – 520./

Monissa reititinverkoissa datakehukset kulkevat kohteeseensa ”hop-by-hop”-menetelmällä. Tämä tarkoittaa sitä, että reitittimet arvioivat jokaisen kehyksen 3-kerroksen osoitteen ja käyvät läpi reititystaulun saadakseen selville oikean portin kohti määränpäättä. Toimenpide vaatii prosessoritehoa ja heikentää verkon suorituskykyä. /18./

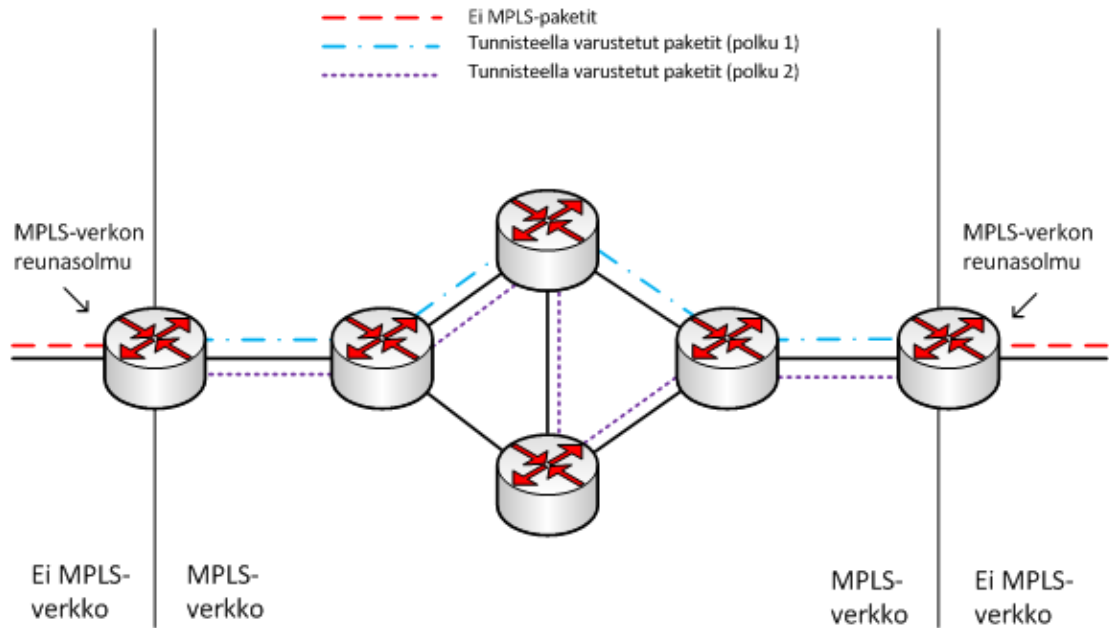
4.2.2 MPLS

Multiprotocol Label Switching (MPLS) on kehitetty vastaamaan nykyaikaisten alueverkkojen tarpeita etenkin palvelun laadun eli Quality of Service (QoS) osalta. Alueverkkolaitteet voivat määrittellä paketeille polkuja kaistan käytön mukaan. /18./

MPLS:ssä lisätään IP-paketin eteen MPLS-verkon reunalla 32-bittinen tunniste (Label), joka antaa lisätietoa paketin reitityksestä siten, että jokaisen paketin reitti MPLS-verkossa on ennalta määrätty. IP-liikenne kulkee siis MPLS-verkossa aivan kuin kytkentäisessä verkossa. Lisäotsikko on tunnus, jonka mukaan data tunnistetaan ja osataan kytkeä nopeasti eteenpäin oikeaa reittiä pitkin. IP-paketeilla voi olla myös vaihtoehtoisia reittejä. Kun IP-paketti saapuu MPLS-verkon reunalle poistuaakseen sieltä, poistetaan ylimääräinen otsikko ja koko MPLS-verkko näkyy IP-tasolla yhtenä reitittimien välisenä hyppynä. /19, s. 127./

MPLS-arkkitehtuuriin kuuluu eri tehtäviä omaavia reitittimiä. MPLS-reitittimiä kutsutaan myös nimellä Label Switch Router (LSR). Tähän kategoriaan kuuluvat kaikki reitittimet tai kytkimet, jotka osaavat toteuttaa tunnisteiden jakamisen ja reitittää paketteja tunnisteiden perusteella. /20, s. 13./

MPLS-verkon reunalla sijaitsevat reunasolmut eli Edge-LSR:t. Reunasolmut suorittavat tunnisteiden määrittämisen tai poistamisen MPLS-verkon reunalla. Jokainen LSR, jolla on ns. ei-MPLS-naapuri, on reunasolmu. LSR-reitittimet ratkaisevat reitin tai reitit lähteestä kohteeseen, kuten kuvasta 20 ilmenee. /19, s. 129; 20, s. 13./



KUVA 20. MPLS-verkon vaihtoehtoiset polut /19, s. 129/

4.3 Etähallinta

Nykyajan tietojärjestelmien ylläpidon helpottamiseksi on kehitetty erilaisia etähallintasovelluksia, jotta järjestelmän ylläpitäjän ei tarvitsisi aina mennä kohdetietokoneen luokse. Tämä helpottaa ja nopeuttaa ylläpidon työtaakkaa etenkin suurissa ja laajoissa organisaatioissa ja yksi henkilö pystyy ylläpitämään enemmän työasemia ja palvelimia.

Etähallinnan ideana on pystyä käyttämään tietokoneen etähallintaohjelman avulla toista tietokonetta aivan kuin käyttäisi edessään olevaa konetta. Lisäksi tämän täytyy tapahtua turvallisesti. Esimerkiksi palvelinkoneen etäyhteyden tietojen vuotaminen saattaa olla erittäin tuhoisaa sen sisältämien tietojen arkaluontoisuudesta riippuen.

Suojattuja yhteyksiä on jo kauan pystytty muodostamaan virtuaaliyhteyksinä VPN:ää käyttäen. Perinteisessä, varsinkin laitteilla toteutetussa VPN:ssä on kuitenkin yksi haittapuoli; liikkuvuuden puute. Nykyaikana erilaisia palveluita käytetään jatkuvasti enemmän verkossa. Salaisten palveluiden käytön tarve on myös kasvanut ja sen takia on kehitetty erilaisia menetelmiä turvallisen yhteyden muodostamiseksi esimerkiksi yrityksen sisäiseen sähköpostiin pääsemiseksi. Rakennusautomaatioverkkojen etäkäyt-

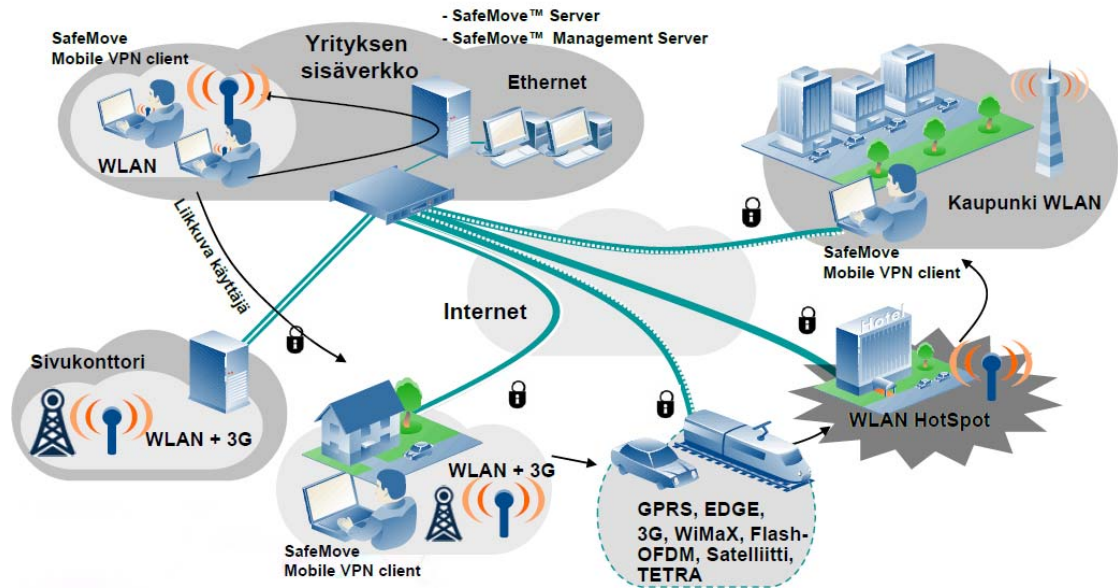
täminen tuo monia merkittäviä etuja, mutta järjestelmän tietojen vuotamista ei saa tapahtua.

Birdstep Technology Oy on kansainvälinen ohjelmistoyhtiö, joka tarjoaa Mobile VPN -ohjelmistoja mm. kannettaviin tietokoneisiin ja PDA-laitteisiin. Yhtiön SafeMove Mobile VPN on kehitetty tarjoamaan turvallisen ja saumattoman yhteyden organisaation tietojärjestelmiin ajasta ja paikasta riippumatta. /21./

SafeMoven toimintaperiaate on seuraavanlainen; työaseman käyttäjä kirjautuu SafeMove-sovellukseen omalla PIN-koodillaan. Sovellus muodostaa käytettävissä olevan yhteyden kautta VPN-yhteyden SafeMove-palvelimeen. Palvelimesta yhteys muodostetaan haluttuun palveluun sisäverkossa. SafeMove-palvelin on yleisesti sijoitettu organisaation sisäverkkoon tai verkkopalveluiden ylläpitäjän verkkoon. /22; 21; 23, s. 14./

SafeMove valitsee työasemalle automaattisesti parhaan käytössä olevan verkkoyhteyden. Yhteystapaa voidaan vaihtaa esimerkiksi Ethernetistä WLAN:iin ilman suojatun yhteyden katkeamista. SafeMove tunnistaa myös, kun työasemaa käytetään sille määritetyssä sisäverkossa, jolloin SafeMove kytkee tunneloinnin ja salauksen pois käytöstä. /21; 24, s. 1./

Kuten kuvasta 21 voidaan havaita, pystyy yhteyden sisäverkon palveluihin muodostamaan WLAN:ien, hotspottien, matkapuhelinyhteyksien ja monien muiden yhteyksien kautta. Lisäksi liikkuvuus on taattu sillä, että yhteyttä voi vaihtaa saumattomasti ilman suojatun yhteyden katkeamista.



KUVA 21. SafeMove Mobile VPN:n käyttö eri kohteissa /23, s. 14/

5 ESSHP:SSA KÄYTETTÄVÄ JÄRJESTELMÄ

Etelä-Savon sairaanhoitopiirissä käytetään Honeywellin EBI-valvontajärjestelmää ja Excel 5000 -säädinperhettä molemmissa sairaaloissa. Järjestelmässä käytetään XL 100-, XL 500- ja XL 800 -valvonta-alakeskuksia.

Järjestelmässä tapahtuvat hälytykset lähetetään pääsääntöisesti tekniselle päivystäjälle tekstiviestinä tai äänipuheluna. Järjestelmää voidaan valvoa keskussairaalassa sijaitsevasta päävalvomosta, Moision sairaalassa sijaitsevasta sivuvalvomosta sekä teknisen päivystäjän käytössä olevasta kannettavasta tietokoneesta. Keskussairaalan päävalvomokone toimii EBI:n palvelimena.

Väyliä on laajennettu ja muuteltu vuosien saatossa useiden tahojen toimesta, eikä verkon dokumentointi ole ajan tasalla. Keskussairaalan väyläkaavio 1-väylästä on muutamaa CPU:ta lukuun ottamatta paikkansa pitävä. 2-väylä on rakennettu sairaalan laajennusosan mukana vuonna 2006, joten siitä on ajan tasalla oleva kaavio.

Moision sairaalassa olevasta 3-väylästä taas ei ole kunnollisia piirustuksia sitten vuodelta 2000. Tämän väylän kartoitus teetikin enemmän selvitystyötä. Jouduin käymään koko 3-väylän kaapeloinnin läpi erikoisammattimies Taisto Naukkarisen kanssa.

Naukkarinen on kiinteistövalvonnan vastuhenkilö, joten hänellä on paljon tietoa tästä järjestelmästä. Häneltä sain tiedon, että Moision väylää ei ole rakennettu ohjeiden mukaisesti. Tämä tieto säästi minulta paljon vaivaa, koska olin jo ehtinyt ihmetellä, miksi en löytänyt väylän paluukaapelia joiltakin valvonta-alakeskuksilta.

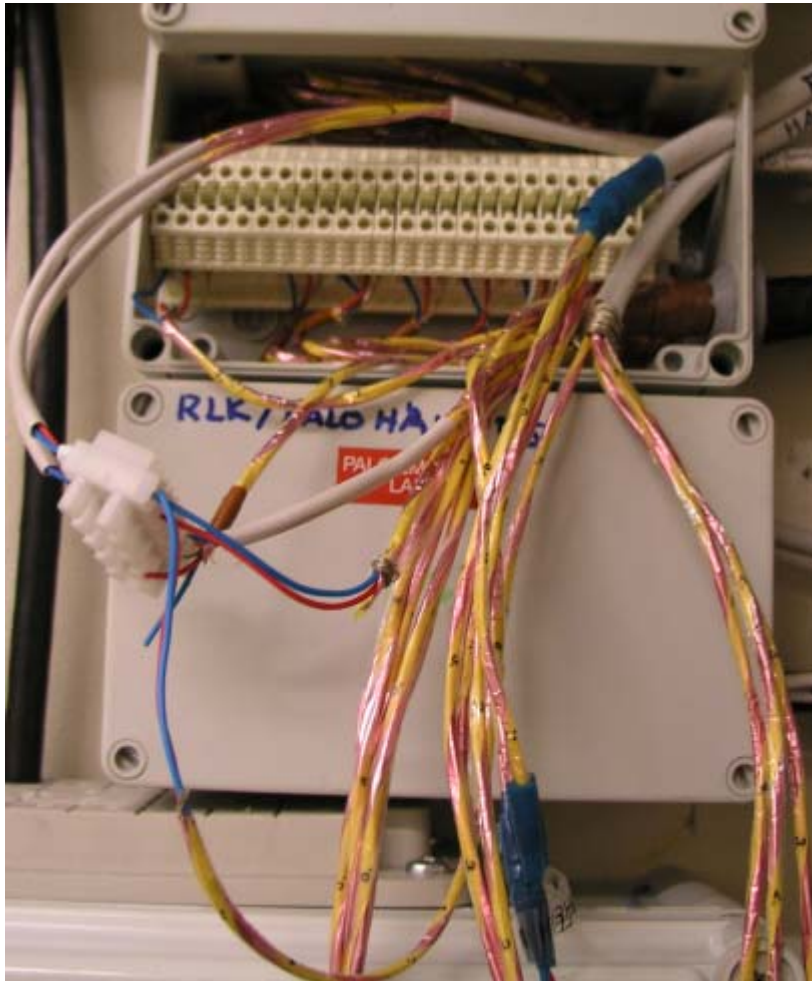
1- ja 3-väylässä on toteutettu myös erikoisia kaapelireittejä joissakin paikoissa. Esimerkiksi 1-väylässä kaapeli kulkee monta kertaa lämpökeskuksen kautta edestakaisin eri rakennusosille mm. A- ja E-osien välillä. Tämä taas lisää väylän pituutta. Nämä kaapeloinnit juontavat juurensa vanhasta järjestelmästä, jonka kaapelointia on käytetty uuden järjestelmän rungossa.

Kaapelireittien selvitystä hankaloitti se, että jokaisella keskuksella runkokaapeleihin ei ollut tehty merkintöjä, mihin ne menevät. Kuvassa 22 on oikealla tavalla merkitty väyläkaapeli. Kuva on otettu tekniikan keskukselta, josta kuvassa oleva kaapeli lähtee teollisuushallille.



KUVA 22. Oikealla tavalla merkitty väyläkaapeli

Toinen asia, joka hankaloittaa muutosten tekemistä verkossa on viimeistelemättömät asennukset. Vaikka kaapelit olisivat merkittyjä, ei ole silti helppoa saada selvyyttä kytkennöistä, jos kaapelit ja johtimet ovat sekaisin kytkentäpaikoissa. Esimerkki sotkuisesta asennuksesta on kuvassa 23. Tällaiset asennukset ovat myös epäsiistin näköisiä. Lisäksi kuvan mukaisesti roikkuvat kaapelit saattavat tarttua johonkin ja irrota liittimistään. Riviliitinkotelo olisi pitänyt vaihtaa tarpeen tullen isompaan malliin, koska seinällä oli hyvin tilaa sille.



KUVA 23. Epäsiisti asennus riviliitinkotelossa

Myös merkintöjen VAK (valvonta-alakeskus), AK (alakeskus) ja CPU sekoittaminen hankaloitti työtä. Koska EBI:ssä käytetään CPU-merkintöjä, on tärkeintä tietää, missä mikäkin CPU on. CPU:n virallinen termi on valvonta-alakeskus. Se kuitenkin tarkoittaa vanhojen järjestelmien mukaan lähinnä keskuskaappia, ja yksi valvonta-alakeskus voi sisältää useita CPU:ita. Lisäksi suurimmassa osassa tapauksista valvonta- tai alakeskusnumero ei täsmää CPU:n numeroon.

Olen piirtänyt koko järjestelmän rungon yhteen kuvaan (liite 1), josta voi helposti saada tarvittavia tietoja järjestelmän kaapeloinnista ja laitteista sekä niiden sijainnista. Kaavio kuvaa myös sairaanhoitopiirin lähiverkon rakennetta järjestelmän osalta. Kuva on piirretty AutoCadilla, ja sitä tulee päivittää järjestelmään tehtävien muutosten myötä.

5.1 Väylät

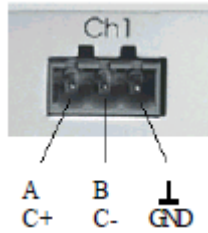
Valvonta-alakeskukset on liitetty valvomoon C-Bus-väylän välityksellä. Valvonta-alakeskuksilla eli CPU:illa on kullakin oma tunnus. Tunnus koostuu kolmesta osasta: laitetunnisteesta, väylän numerosta ja juoksevasta numerosta väylässä. Esimerkiksi CPU2-10 tarkoittaa, että kyseessä on CPU 2-väylässä ja sen juokseva numero on 10. Valvonta-alakeskukset eivät ole väylässä fyysisesti numerojärjestyksessä, koska niitä on lisätty myös väylän välille vuosien aikana.

Väyläkaapeloinnissa käytetty kaapelityyppi on JAMAK. Kaapelityyppi soveltuu hyvin tähän tarkoitukseen, koska sillä on erinomainen häiriösuojakyky hyvästä suojauksesta johtuen. Päälimmäisen JAMAK:ssa on muovivaippa. Muovivaipan alla on yhteinen muovialumiinisuoja ja maadoitusjohdin. Sen sisällä ovat muovialumiinisuojaan käärityt parit, joilla myös on omat maadoitusjohtimet. Kuvasta 24 näkee kaapelin eri kerrokset. /25, s. 1./



KUVA 24. Kuorittu JAMAK-kaapeli

Väylä tarvitsee kolme johdinta: positiivisen jännitteen, negatiivisen jännitteen ja signaalimaan. Kuvassa 25 on kuvattu johdinten kytkennät 3-napaiseen Phoenix-liittimeen. Liitintä käytetään kaikissa väylän laitteissa paitsi XL 800 -valvonta-alakeskuksissa. JAMAK:n yhdestä parista voidaan muodostaa väylä. Samassa kaapelissa väylä voi siis kulkea edestakaisin, mikäli pareja on ylimääräisiä. /12, s. 20./



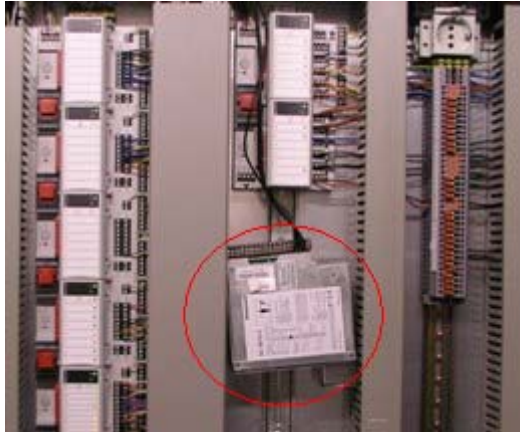
KUVA 25. 3-napainen Phoenix-liitin /12, s. 20/

5.1.1 1-väylä

Keskussairaalan 1-väylään on liitetty maksimimäärä eli 29 valvonta-alakeskusta, jotka sijaitsevat eri puolilla keskussairaala. Valvonta-alakeskusten sijainnit esiintyvät liitteessä 1. Osa väylästä on rakennettu jo 80-luvulla, ja sitä on laajennettu ja päivitetty laitteiston osalta vuosien varrella. Väylän tiedonsiirtonopeus on 76800 baudia. Väylän toisena päätelaitteena on tekniikassa sijaitseva BNA.

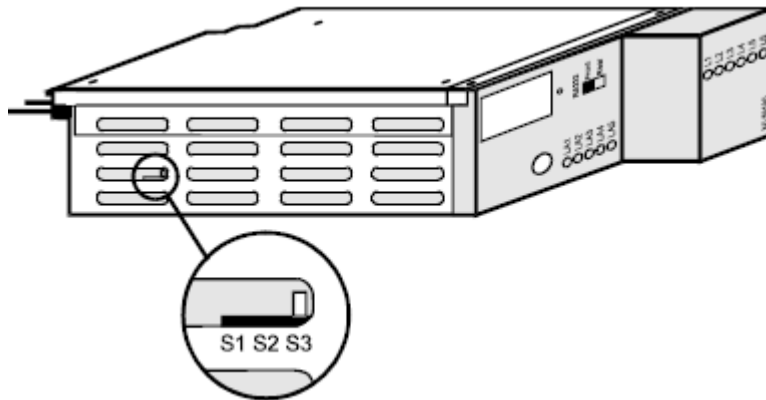
Väylä on saavuttanut rajansa valvonta-alakeskusten lukumäärän sekä väyläpituuden suhteen. Väylän pituutta saadaan tarpeen tullen lyhennettyä poistamalla ylimääräisiä mutkia siitä. 1-väylä on toteutettu suhteellisen hyvin muilta osin. Jälkikäteen lisättyjen valvonta-alakeskusten liittämisen väylään olisi voinut toteuttaa joissakin paikoissa paremmin. Esimerkiksi A-osalla IV-konehuoneeseen on vedetty väyläkaapeli A-osan uudesta konehuoneesta haaroittamalla. Haaran pituus on yli 10 metriä, mikä aiheuttaa pieniä heijastuksia signaaleissa.

Väylän toiseen päähän on asennettu vanha XL 500 -moduuli päätevastukseksi. Asennus on esitetty kuvassa 26. Tämä moduuli ei ole toiminnassa. Tällainen asennus johtuu siitä, että CPU1-15 ei toimi päätelaitteena. Sitä on yritetty saada toimimaan useaan otteeseen. Vaikka se on asetettu toimimaan päätelaitteena, väylä ei jostain syystä toimi vaan koko väylä kaatuu. CPU1-15 on mallia XL 800. Honeywell Oy:n mukaan muualakin on ollut vastaavanlaisia ongelmia saada XL 800-mallinen CPU toimimaan väylän päätelaitteena. /26./



KUVA 26. Vanhan XC5010 – moduulin käyttö päätevastuksena

Olen ratkonut ongelmaa Honeywellin projektisuunnittelija Pertti Puurtisen kanssa. Itse epäilen, että XL 800 -valvonta-alakeskusten pääteasetus määrittää väärän vastusarvon laitteeseen. Olen mitannut XL 500 -mallin XC5010-moduulin resistanssin C-Bus-väylän liitinten välillä. Yleismittarilla mitattu arvo ei kerro koko totuutta, koska väylän korkeataajuinen signaali vaikuttaa siihen. Yleismittarilla saa kuitenkin mitattua, mille alueelle impedanssi sijoittuu. Luin laitteiden asennusohjeesta /11/, miten päätevastusasetuksia muutetaan.



KUVA 27. XC5010-moduulin päätevastuskytkin /11, s. 34/

Moduulin sisällä on kytkin kuvan 27 osoittamassa paikassa. Kytkimellä on kolme asentoa, joilla jokaisella on oma vaikutuksensa väyläasetuksiin /11, s. 34/:

S1 Maksimiväylänopeus 76800 baudia. Tässä asennossa terminointi on käytössä. Mitattu resistanssi oli 145 Ω .

- S2** Maksimiväylänopeus 76800 baudia. Tässä asennossa terminointi ei ole käytössä. Mitattu resistanssi oli 120 kΩ.
- S3** Maksimiväylänopeus 9600 baudia. Tällä nopeudella terminointiasetuksilla ei ole väliä. Mitattu resistanssi oli 10 kΩ.

Suoraan sähköttömästä moduulista mitattuna väylän liitinten välin resistanssi oli siis 145 ohmia. En pystynyt mittaamaan yhdestäkään XL 800 -mallisesta XCL8010A-moduulista vastusta, koska niitä ei ollut yhtään ylimääräistä. Pystyin kuitenkin saamaan selville niissä käytettävän terminointivastusarvon selaamalla laitteen datalehteä /27, s. 6/.

Datalehdestä kävi ilmi, että XCL8010A-moduulin päätevastusarvo on sama kuin väylän keskelle asetettava arvo eli 76 kΩ. Tämä taas ei ole lähimainkaan samaa luokkaa XC5010-moduulista mitatun arvon kanssa.

Standardin mukaan /8/ optimaalisessa tilanteessa päätevastusten impedanssien pitää vastata väylän impedanssia. Laskin väylän impedanssin käyttäen internetistä JAMAK:lle löytämiäni arvoja /22, s. 46/.

JAMAK:n resistanssi kilometriä kohti on 81 Ω. Kapasitanssi kilometriä kohti on 85 nF. Kaapelin impedanssin laskeakseni laskin ensin kaapelin kapasitiivisen reaktanssin kilometriä kohti (kaava 1).

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 76800 \frac{1}{s} \times 85 \times 10^{-9} F} \approx 24 \Omega \quad (1)$$

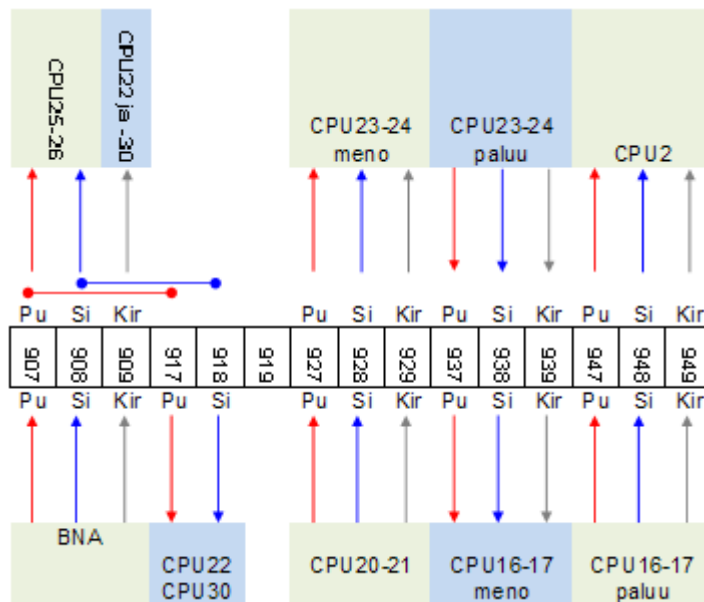
Taajuutena käytin väylänopeutta 76800 baudia. Baudi ilmaisee, kuinka monta tilanvaihdosta tapahtuu sekunnissa, joka taas vastaa taajuutta. En ottanut laskuissani huomioon mahdollista johtokoodausta, joten tulos on suuntaa-antava. Kaapelin impedanssi saadaan laskettua, kun tiedetään kaapelin impedanssi kilometriä kohti ja kaapelin pituus. Laskin impedanssin arvioiden kaapelin pituudeksi 1200 metriä, joka on standardissa määritetty maksimipituus. Laskutulokset on kaavassa 2.

$$Z = (81 \Omega/km + 24 \Omega/km) \times 1,2km = 126 \Omega \quad (2)$$

Koska laskelmieni perusteella väylän impedanssi on noin 130 ohmia, ei XCL8010A:n 76 k Ω vastus voi toimia väylässä. Lasketussa impedanssissa ei ole otettu huomioon kaapelin liitoksia ja väylän todellista pituutta, joka on todennäköisesti yli 1200 metriä, mutta tulos on kuitenkin suuntaa-antava.

1-väylän päähän pitäisi asentaa erillinen päätevastus, jonka vastusarvo on samaa luokkaa väylän impedanssin kanssa. Sopivan päätevastuksen arvo olisi silloin arviolta noin 150 Ω . Vastus pitää asentaa positiivisen ja negatiivisen signaalijohtimen välille.

Väylän kaapeloinnin kytkennät riviliittimillä on kirjattu ylös (esimerkki kuvassa 28) ja jokaisen riviliittimen kytkentäkaavio on keskuskaapissa. Kytkennöistä näkee, mistä mikäkin kaapeli tulee ja menee. Kaapelin kulkusuunta on merkitty nuolilla. Väylä on määritetty alkavaksi BNA:lta, ja se kulkee kohti toisen pään loppua tai CPU:ta. Kuviin on myös merkitty riviliittimien numerot ja se, mikä johdin kuuluu mihinkin liittimeen. Kuvassa 28 on DK048-tilassa olevan riviliitinkotelon kytkentäkaavio.



KUVA 28. Esimerkki riviliitinkytkentäkaaviosta

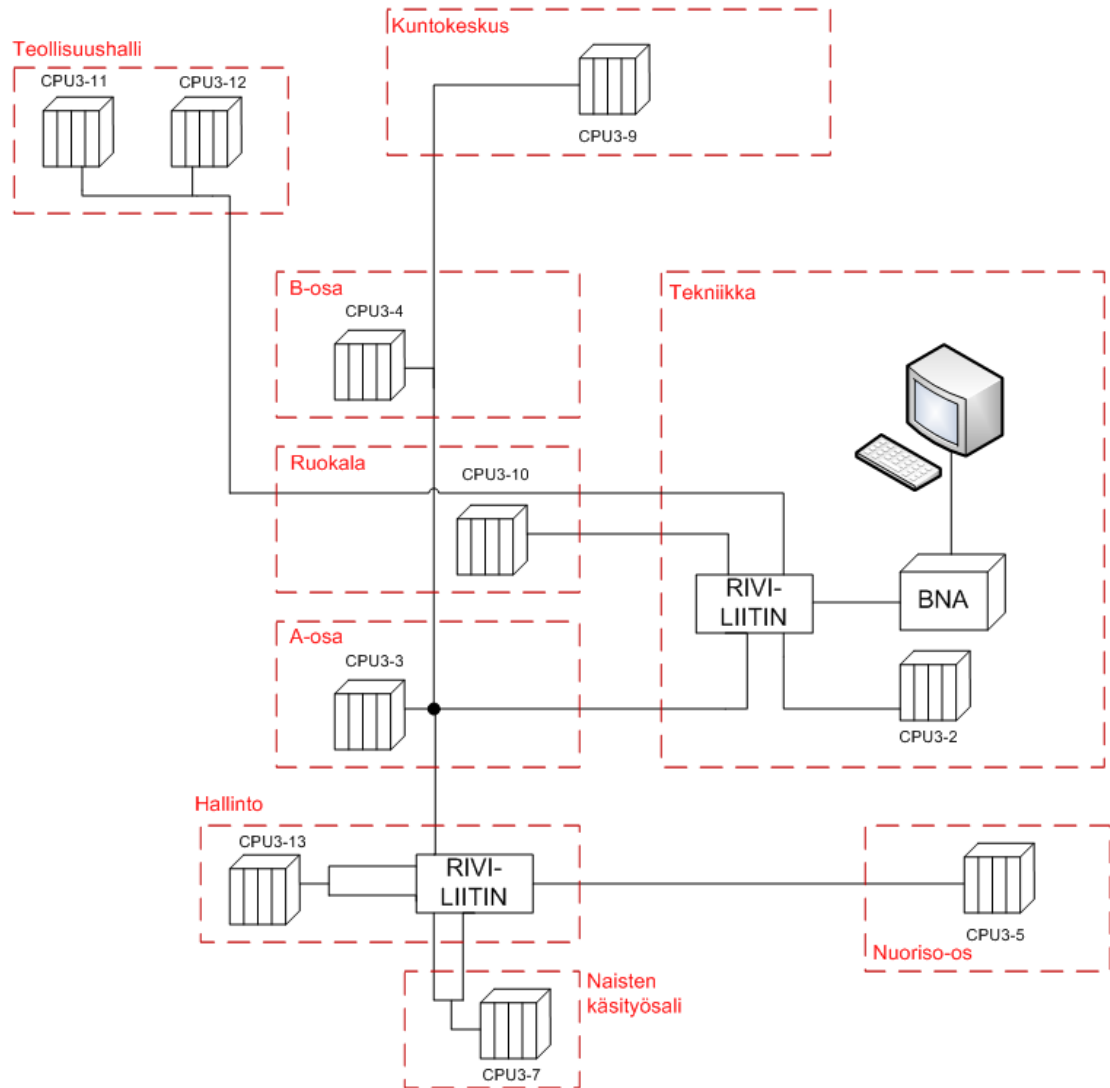
5.1.2 2-väylä

2-väylään, joka myös sijaitsee keskussairaalassa, on liitetty 6 valvonta-alakeskusta. Kaikki 6 valvonta-alakeskusta sijaitsevat U-rakennusosassa. Tarkemmat sijainnit voi tarkistaa liitteestä 1. CPU2-3 on väylän toisena päätelaitteena. Toinen päätelaite on sama BNA, joka on 1-väylässäkin. Tämä BNA on kaksikanavainen. Väylän nopeus on 76800 baudia. 2-väylä on kaikista väylistä lyhyin, ja siinä on käytetty vain suositeltua JAMAK-kaapelia, joten väylä toimii moitteettomasti. Tämän väylän keskuksille on tehty samanlaiset kytkentäkaaviot riviliittimistä kuin 1-väylässäkin.

5.1.3 3-väylä

Moision ainoaan väylään (3-väylä) on liitetty 10 valvonta-alakeskusta, joiden sijainnit on kuvailtu liitteessä 1. Moision väylä on toteutettu normaalista väylämallista poiketen osittain tähtimäiseksi. Joissakin paikoissa väylä on haaroitettu jopa eri rakennuksiin asti. Tämä ei ole standardin mukainen tapa ja aiheuttaa signaalin heijastumisia väylässä.

Väylää laajennettaessa on ilmeisesti säästetty vaivaa vetämällä uudet valvonta-alakeskukset yhteen haaraan väylässä kuvan 29 mukaisesti. Laajennusta tehdessä ei olisi pitänyt tyytyä siihen, että uusi väylä toimii, vaan se olisi pitänyt tehdä standardin mukaisesti.



KUVA 29. Moision sairaalan rakennusautomaatiojärjestelmän kaavio

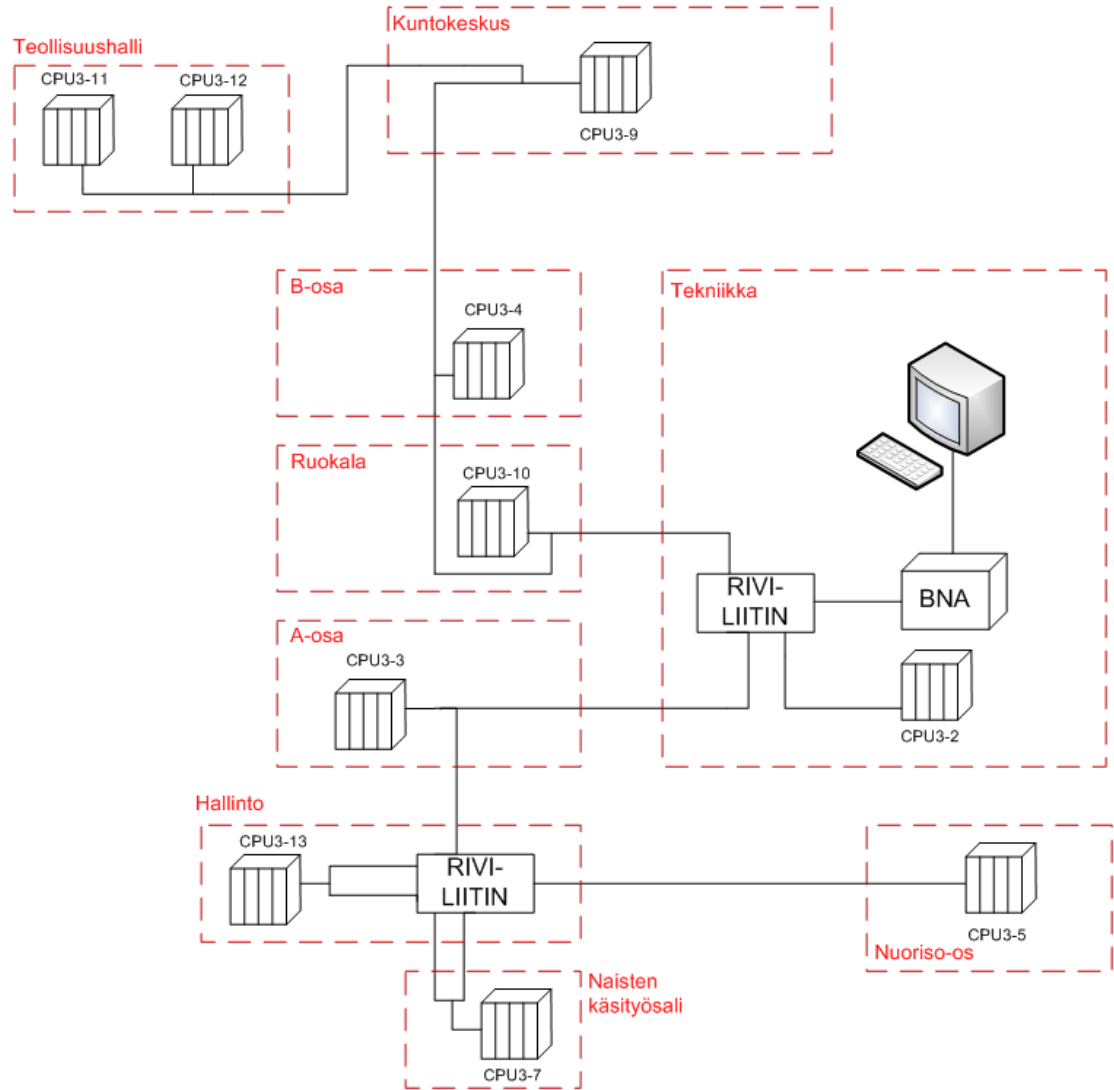
BNA:ta ei ole ohjelmoitu päätelaitteeksi, vaan väyläpäätekytkin on ”normal”-asennossa. Väylän nopeus on 76800 baudia. Koska väyläkaapeli kulkee maahan kaivettuna rakennusten välillä pitkiäkin matkoja, on väylään asennettu ylijännitesuojia suojaamaan väylän laitteita ukkosen aiheuttamilta jännitepiikeiltä. Maakaapelien molempiin päihin on asennettu ylijännitesuojat. Kuvassa 30 on väylään asennettu ylijännitesuoja Moision sairaalan hallintorakennuksen kellarista.



KUVA 30. Ylijännitesuoja 3-väylässä

3-väylässä on myös kaksi vanhaa XL 100 -valvonta-alakeskusta. Ne sijaitsevat teollisuushallissa omassa väylähaarassa. Teollisuushallissa ei ole yhtä paljon automaatiota kuin muissa rakennuksissa.

Kuten kuvasta 29 ilmenee, on teollisuushallilta ja ruokalasta vedetty oma väylähaara tekniikan keskukselle. Väylän muuttamiseksi standardin mukaiseksi pitäisi väyläkaapelin kulkea toisella tavalla. Esimerkkinä kuvassa 31 on esitetty, miten väylän voisi rakentaa toisella tavalla.

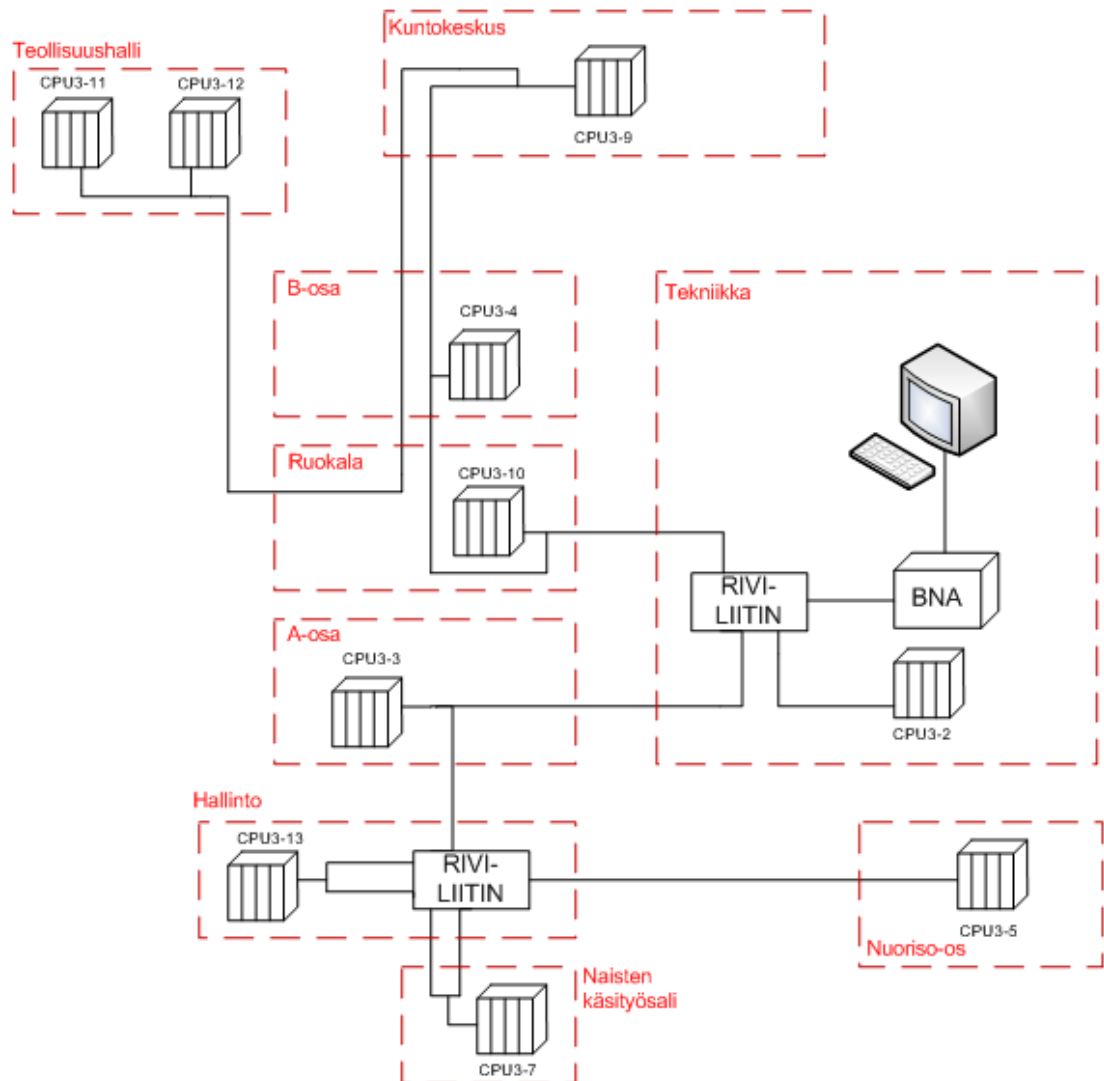


KUVA 31. Toteutustapa Moision väylän korjaamiseksi

Tällöin teollisuushallilta pitäisi vetää uusi maakaapeli kuntokeskukselle. Kuntokeskukselta kaapeli kulkisi vanhaa reittiä B-rakennukseen, josta väylä ei jatkuisikaan suoraan A-rakennukseen, vaan se kiertäisi ruokalan ilmastointikonehuoneen kautta.

B-rakennuksen telailaitellassa on riviliitinkotelo, johon väyläkaapeli tulee A-rakennuksesta, menee ja palaa B-rakennuksen ilmastointikonehuoneesta ja jatkaa matkaansa kuntokeskukselle. Tästä kotelosta kaapelin voisi vetää ruokalan CPU3-10:lle. A-rakennukseen menevän kaapelin voisi irrottaa, koska tekniikasta tulee sinne kaapeli. BNA pitäisi ohjelmoida toimimaan väylän keskellä ja CPU3-11 väylän pääte-laitteena.

Näillä muutoksilla väylästä saataisiin oikeanlainen. Signaaliheijastukset vähenisivät ja väyläongelmia ei tulisi väylää laajennettaessa. Suurin kustannus tulisi teollisuushallin ja kuntokeskuksen välisestä maakaapelista. Tämä ei olisi ainoa tapa, jolla saataisiin verkko kuntoon. Kuvassa 32 on esitetty toisenlainen toteutustapa.



KUVA 32. Toinen mahdollinen toteutustapa Moision väylälle

Kuvan 32 mukainen toteutus tulisi paljon halvemmaksi. Tämä johtuu siitä, että tässä suunnitelmassa ei tarvitsisi vetää uutta maakaapelia, vaan hyödynnettäisiin vanhaa. Nykyinen kaapeli kulkee teollisuushallilta kaupungin terveyskeskussairaalan (vanha C-talo) viereen ruokalan ja terveyskeskuksen väliseen huoltotunneliin. Kaapeli kulkee tunnelissa ruokalan ohi aina tekniikkaan asti. Tähän suunnitelmaan kuuluu kaapelin katkaiseminen ja jakaminen jakorasiassa ruokalan kellarissa. Tästä jakorasiasta vedettäisiin uusi kaapeli kuntokeskukselle. /29./

Kuntokeskukselta kulkee vanha kaapeli A-osan IV-konehuoneeseen. Kaapelin voisi katkaista ruokalan kohdalla ja jatkaa se CPU3-10:lle, josta kulkee kaapeli tekniikkaan. Myös tässä tapauksessa BNA pitäisi ohjelmoida toimimaan väylän keskellä. Lisäksi CPU3-11 ohjelmoitaisiin toimimaan väylän päätelaitteena. Aluksi pitäisi tarkastaa, mikä on XL 100 -valvonta-alakeskuksen vastusarvo väylän päätelaitteena. Muuten saatetaan joutua vastaavanlaisiin ongelmiin kuin 1-väylän kanssa. Näillä muutoksilla väylästä saataisiin standardin mukainen suhteellisen pienillä kustannuksilla.

5.2 Robottipuhelimet

Robottipuhelimet (siirturit) ovat liitettynä sairaanhoitopiirin lankapuhelinverkkoon, jonka kautta puhelut yhdistetään tekniselle päivystäjälle. Jokaisessa väylässä on yksi siirturi liitettynä johonkin valvonta-alakeskukseen. 1-väylän siirturi (kuva 33) on näistä kaikista vanhin. Siirturin malli on Siirturi 4000. Naukkarisen /16/ mukaan se on ollut käytössä ainakin jo vuonna 1986. Tähän malliin voi tallentaa kaksi puhelinnumeroa, johon laite lähettää hälytyksen.



KUVA 33. Vanha Siirturi 4000 -robottipuhelin 1-väylässä

2-väylän siirturi on uusin Etelä-Savon sairaanhoitopiirissä käytetty siirturi. Siirturi on mallia Cooper Safety SD1+ (kuva 34). Tähän siirturiin voidaan tallentaa maksimissaan neljä ääniviestiä, jotka lähetetään ohjelmoituihin numeroihin. Laitteeseen voidaan ohjelmoida neljä eri numeroa, joiden maksimipituus on 24 merkkiä. Laitteessa on neljä hälytystuloa, jotka voivat liipaista hälytyksen lähettämisen. Se, mihin eri numeroihin laite hälyttää liipaisusta, on käyttäjän ohjelmoitavissa. Hälytyksen vastaanottaja vastaa puhelimeensa, kuuntelee viestin ja kuittaa hälytyksen painamalla ”8”. Mikäli vastaanottaja ei vastaa, laite yrittää soittaa vastaanottajalle kolme kertaa. Kunkin kerran SD1+ odottaa 55 sekuntia vastausta, jonka jälkeen se katkaisee puhelun ja soittaa uudestaan. /30, s. 1 - 3./



KUVA 34. 2-väylän siirturi

3-väylän siirturi on Minisint-mallinen. Laitteessa on kolme hälytystuloa, joista kahdelle voidaan ohjelmoida erilliset ääniviestit. Kummallekin ääniviestikanavalle voidaan ohjelmoida neljä puhelinnumeroa. /31, s. 3 - 5; 32./

5.3 GSM-modeemi

Informatiivisia hälytyksiä päivystäjän matkapuhelimeen lähettää GSM-modeemi (kuva 35). GSM-modeemi on liitetty RS-232-sarjakaapelilla EBI-palvelimeen. Modeemin valmistaja on Siemens. Laitteessa on ulkoinen antenni, jotta laitteella olisi hyvä yhteys GSM-tukiasemaan.

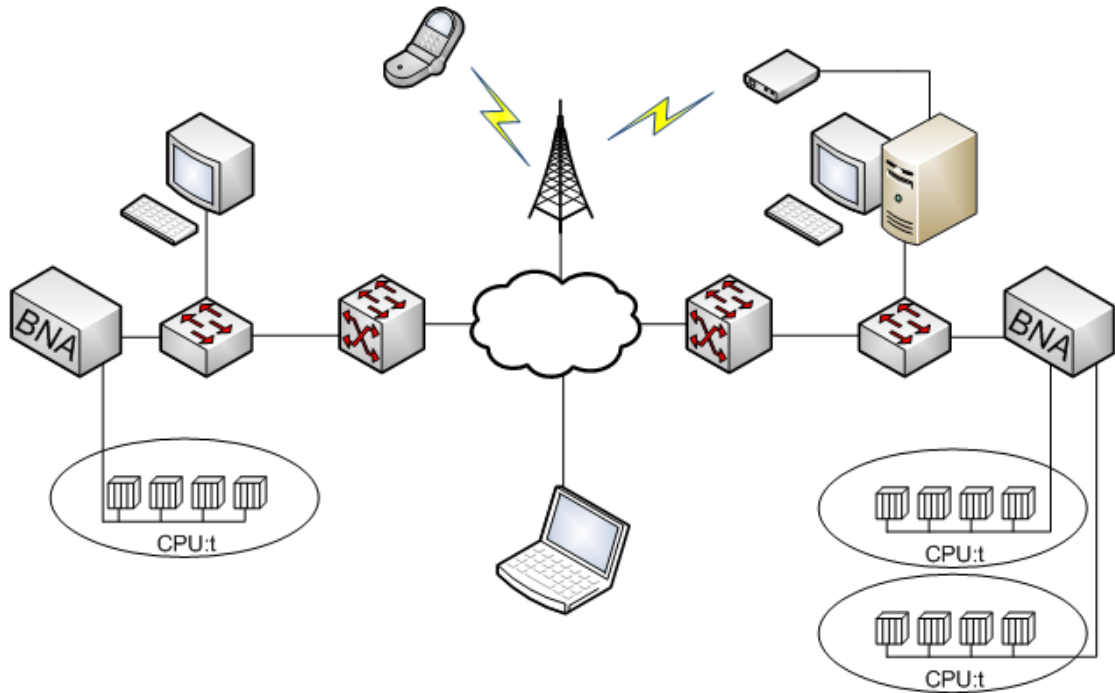


KUVA 35. Siemensin GSM-modeemi

5.4 Lähiverkko

Kuten luvussa 3.2 mainittiin, BNA vastaanottaa C-Bus-väylän signaalit, muuttaa ne Ethernet-standardin mukaiseksi ja lähettää ne lähiverkon välityksellä haluttuun valvomoon. Järjestelmällä ei ole omaa fyysisesti erotettua lähiverkkoa, vaan sille on määritetty oma virtuaalinen lähiverkko eli VLAN sairaalan lähiverkossa.

Kuten aikaisemmista luvuista on käynyt ilmi, ei valvontajärjestelmä kuormita kovin paljon sairaalan tietoverkkoa. Näin ollen lähiverkon hyödyntäminen on erittäin tehokas ja haitaton etu. Kuvassa 36 on esitetty sairaanhoitopiirin tietoverkko rakennusautomaatiojärjestelmää koskevilta osilta.



KUVA 36. Tietoliikennekaavio rakennusautomaatiojärjestelmän kannalta

Kuvan oikeassa laidassa on keskussairaalan laitteisto ja vasemmassa laidassa Moision laitteet. Keskussairaalan rakennusautomaatiojärjestelmän kaksi väylää on yhdistetty sairaalan lähiverkkoon BNA:n välityksellä. EBI-palvelin ja GSM-modeemi sijaitsevat keskussairaalan valvomossa. Sairaalan lähiverkon hierarkia rakentuu kahdesta eri tasosta: liityntäverkosta ja runkoverkosta. Liityntäverkon kytkimet ovat kaikki yhdistettynä kahteen runkokytkimeen, joista toinen on varajärjestelmänä. Käytössä on siis vain yksi runkokytkin, joka reitittää kaiken sairaalan verkkoliikenteen. Molemmissa sairaaloissa on samanlainen verkkorakenne. Moision sairaalan runkolaitteet ovat vain hieman vanhempia. Keskussairaalan ja Moision sairaalan välinen tietoyhteys on toteutettu MPY:n tarjoaman MPLS-verkon välityksellä, josta on lisää tietoa seuraavassa alaluvussa.

5.5 Sairaaloiden välinen yhteys

Etelä-Savon sairaanhoitopiirillä on käytössään suuri tietojärjestelmä, joka sisältää osia eri puolilla Mikkeliä. Sairaanhoitopiirin tietojärjestelmien ylläpidosta vastaa Logica. Koska lähes kaikki palvelimet sijaitsevat Logican konesalissa, tarvitaan nopeaa ja toimintavarmaa yhteyttä palvelimilla olevan tiedon lukemiseksi. Logica sijaitsee Mik-

kelin ammattikorkeakoulun Kasarmin kampuksella, Mikpolissa. Mikpolissa toimii muitakin IT-alan yrityksiä, joiden kanssa Etelä-Savon sairaanhoitopiiri tekee yhteistyötä. Sairaanhoitopiiri kuuluu MPY:n MPLS-alueverkkoon, jonka välityksellä tieto liikkuu Mikkelin keskussairaalan, Moision sairaalan ja Mikpolin välillä.

5.6 Etähallinta

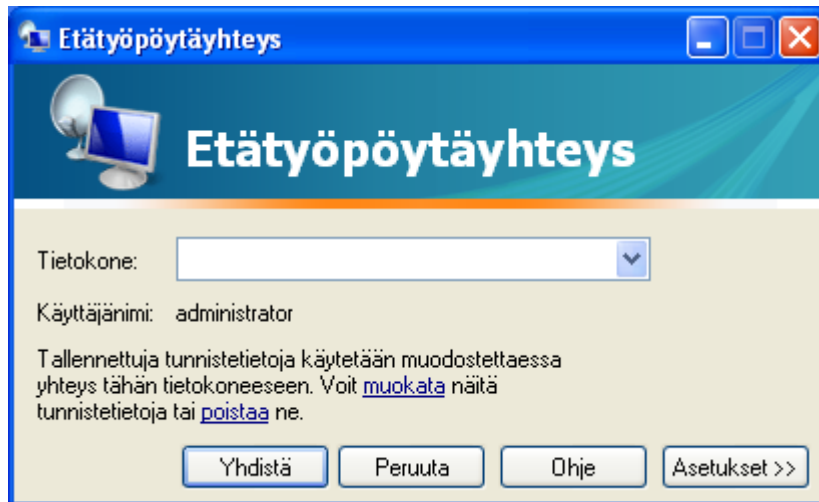
Kiinteistövalvonnassa muun teknisten palveluiden yksikön tapaan ei ole töissä ketään iltaisin tai öisin. Tällöin valvonnasta ja hälytysten kuittauksista vastaa tekninen päivystäjä. Tekninen päivystäjä ei myöskään nimikkeestään huolimatta päivystä työpäivällä, vaan tekee normaaleja työvuoroja. Päivystäjä menee iltaisin ja öisin töihin vain tarpeen tullen. Vanhan käytännön mukaan teknisen päivystäjän piti ajaa hälytyksen saadessaan keskussairaalaan kuittaamaan saamansa hälytyksen vaikka keskellä yötä. Etähallintayhteys mahdollistaa hälytyksen ja järjestelmän tarkastelun etänä. Näin ollen päivystäjän ei ole pakko lähteä kotoaan pelkästään kuitata hälytyksen.

Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi, jos vian aiheuttaja ehtii palautua normaalitilaan pian hälytyksen jälkeen. Kyseisessä tilanteessa päivystäjä saa ensin hälytyksen puhelimeensa, jonka jälkeen hän avaa valvomon etäyhteyden ja tarkastaa hälytyksen aiheuttajan tilan. Mikäli laitteen tilassa ei vaikuta olevan vikaa, voi päivystäjä kuitata hälytyksen.

Päivystäjällä on käytössään kannettava tietokone, jossa on etätyöpöytäyhteyden mahdollisuus valvomokoneeseen Microsoftin Etätyöpöytäyhteys-sovellusta käyttäen. Etätyöpöytäyhteyden avulla päivystäjä voi ottaa etäyhteyden päävalvomoon ja toimia aivan kuten olisi normaalisti kirjautuneena valvomokoneelle.

Etäyhteyden muodostamiseksi ensin kirjaututaan SafeMove Mobile VPN:ään. Yhteyden voi muodostaa mistä tahansa lähiverkosta, langattomasta lähiverkosta tai vaikka mobiililaajakaistayhteyttä käyttäen. SafeMove muodostaa internetin kautta VPN-yhteyden BirdStepin palvelimiin, joista yhteys muodostetaan sairaalan sisäverkkoon sairaanhoitopiirin palomuurin kautta. Palomuurissa on määritetty, minne kaikkialle käyttäjä pääsee tällä yhteydellä. /22./

Kun VPN-yhteys on perustettu, käynnistetään etätyöpöytäyhteysohjelma (kuva 37) ja kirjoitetaan kohdekoneen ip-osoite Tietokone-kenttään. Näin käyttäjä voi etäkäyttää EBI-palvelinta turvallisesti.



KUVA 37. Etätyöpöytäyhteyden kirjautumisikkuna

6 PÄÄTÄNTÖ

Tämän työn tavoitteena oli tehdä selvitys Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistövalvontaverkosta ja luoda kattavat dokumentaatiot aiheesta. Keskeisin dokumentti työssäni on tekemäni järjestelmäkaavio kiinteistövalvontaverkosta. Kyseinen kaavio sisältää tiedon valvonta-alakeskusten sijainnista, mallista ja niiden välisistä yhteyksistä. Kaaviossa on myös valvomot sekä hälytyksiä lähettäviä siirtureita ja GSM-modeemi. Lisäksi kaavioon on merkitty Moisioin ja keskussairaalan välisten verkkojen yhteydet sairaanhoitopiirin tietoliikenneverkossa.

Lisäksi tein keskussairaalaan jokaiselle alakeskukselle kytkentäkaavion riviliitinkytkenöistä väylän osalta. Esimerkki kytkentäkaaviosta on sivulla 45 kuvassa 28. Kaavio helpottaa, jos halutaan vaikkapa tiputtaa kyseinen CPU pois väylältä. Kytkentäkaaviosta lukemalla voi nähdä, vaikuttaako riviliittimen linkkujen avaaminen muidenkin CPU:den toimintaan. Kytkentäkaaviot ovat helpottamassa kytkentöjen tekemistä. Jokaisen keskuksen kuvan pitäisi pysyä päivitettyinä mahdollisten muutosten jälkeenkin.

Tämän opinnäytetyön tuloksena sairaanhoitopiirillä on olemassa ajantasainen järjestelmäkaavio sairaanhoitopiirin rakennusautomaatiojärjestelmästä. Järjestelmäkaavion päivittäminen tulee säästämään työaikaa tulevaisuudessa. Kaikkien järjestelmän kanssa työskentelevien tulisi tutustua ainakin järjestelmäkaavioon, jotta he osaavat tunnistaa muutoksia tehdessään päivittämisen tarpeen. Tämä tarkoittaa myös sitä, että ulkopuolisten urakoitsijoiden tulisi myös tutustua tähän järjestelmäkaavioon. Kaikki aiheeseen liittyvät tekemäni dokumentit on arkistoitu sähköisesti sairaanhoitopiirin verkkolevylle. Tiedostot sisältävä hakemisto on nimeltään ”Kiinteistövalvontajärjestelmä”, ja se löytyy tekniikan kansion juuresta.

Merkittävin kehitysehdotukseni on Moision runkoväylän muuttaminen standardin mukaiseksi. Moision runkoväylässä on ollut paljon toiminnallisia ongelmia. Ongelmien korjaamiseksi väylän signaaleita tulisi tutkia tarkemmin oskilloskoopilla. Todennäköisesti suurin ongelmien aiheuttaja on tähtimäiseksi venytetty topologia. Tämä aiheuttaa signaalien heijastumisia, jotka saattavat häiritä dataliikennettä väylässä.

Ongelmien korjaamiseksi väylä tulisi muuttaa standardin mukaiseksi lyhentämällä väylästä haaroitetut tynkäosat. Alaluvussa 5.1.3 ehdottamani toteutustavat ovat vain kaksi erilaista mahdollisuutta, joilla saavutetaan oikeanlainen topologia. Ensimmäisen ratkaisun paras puoli on se, että näin väylästä saadaan mahdollisimman lyhyt, mikä myös edesauttaa väylän toimintaa. Varjopuolena kyseisessä toteutuksessa olisi korkeat kustannukset. Maakaapelin vetäminen teollisuushallin ja kuntokeskuksen välille tulisi paljon kalliimmaksi verrattuna kaapelin vetämiseen sisätiloissa. Toisen tavan toteuttaminen ei tulisi läheskään yhtä kalliiksi, mutta väylä jäisi myös pitemmäksi.

Toinen kehittämisehdotukseni liittyy 1-väylään. Keskussairaalan 1-väylässä on toisena päätevästuksena vanha XL 500 -moduuli. Moduuli on jätetty kiinni siksi, että väylä kaatuu, jos sen irrottaa. XL 800 -mallia olevaa CPU1-15:tä ei ole saatu toimimaan pääteasetuksella. Syy tähän täytyy selvittää. XL 500- ja XL 800 -valvontalakeskukset eroavat tämän asetuksen osalta jotenkin. Olen laskenut väylän impedanssin itseisarvon suurpiirteisesti. Seuraava vaihe olisi kokeilla oikean arvoalueen kokoista vastusta väylän päässä ja tarkkailla muutoksen vaikutuksia väylässä.

Kuten alaluvussa 5.1.1 totesin, sisältää 1-väyläkin standardin vastaisia haaroituksia. Ne eivät kuitenkaan ole yhtä pitkiä kuin 3-väylässä, mutta ne kannattaa silti korjata. Nämä muutokset lisääisivät väylän pituutta. Jos se aiheuttaa ongelmia, väylää kannattaa lyhentää poistamalla ylimääräisiä lenkkejä väylästä. Tehokkain lyhennys saataisiin, jos väyläkaapeli ei palaisikaan B-osalta A-osan kautta lämpökeskuksen riviliitinkotelolle, vaan se menisikin suoraan E-osalle. Karkeasti arvioituna tämä lyhentäisi väylää 50 – 100 metriä.

Kolmas kehittämissuositukseksi liittyy konehuoneiden verkkoyhteyksien luomiseen ja parantamiseen. Kiinteistöhuollon suunnitelma keväällä 2010 oli saada langaton verkkoyhteys kaikkiin konehuoneisiin. Verkkoyhteys mahdollistaisi järjestelmän valvonnan suoraan konehuoneista esimerkiksi kenttälaitteiden toiminnan tarkastamista helpottamiseksi.

Verkkoyhteyden rakentaminen on jäänyt toistaiseksi toteuttamatta. Toiminnan helpottamiseksi verkko tulisi rakentaa. Suurimpiin konehuoneisiin tarvitaan langattomia tukiasemia, mutta pienimpiin konehuoneisiin riittää pelkkä langallinen verkkoyhteys, koska lyhyenkin verkkokaapelin avulla kannettava tietokone voidaan viedä konehuoneen kaikkien säätimien luokse.

Projekti pitäisi aloittaa arvioimalla tarkasti, minne kaikkialle tarvitaan verkkoyhteys. Verkkoyhteyden tarve merkitään rakennuspiirustuksiin, ja sen perusteella päätetään, mihin riittää pelkkä verkkopiste ja minne tarvitaan tukiasemia. Tukiasemia vaativat konehuoneet pitää mitata, jotta saadaan käsitys siitä, montako tukiasemaa tarvitaan kattamaan halutut alueet konehuoneista verkkoyhteydellä. Monet konehuoneista ovat hyvin hankalia paikkoja langattomille verkoille niiden sisältämien laitteiden vuoksi. Suuret ilmastointikoneet, ilmastointikanavat yms. vaikeuttavat signaalien kulkua ilmassa. Suunnitelman valmistuttua tilataan verkkokaapeleiden vetäminen konehuoneisiin ja kytketään langattomat tukiasemat paikoilleen.

Näillä esittämilläni toimenpiteillä saadaan varmistettua järjestelmän luotettava toiminta, mikä on kriittistä sairaalaympäristössä. Kaikkein tärkein jatkotoimenpide on luomieni dokumenttien jatkuva päivittäminen. Päivittämättä jättäminen aiheuttaisi paluun samaan tilanteeseen, jossa dokumentit olivat vanhentuneita.

LÄHTEET

- 1 Piikkilä, Veijo (toim.) Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. 2001.
- 2 Koivisto, Pekka (toim.) Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. 1998.
- 3 Honeywell Oy. DDC- valvonta- ja säätöjärjestelmien perusteet. Kurssimateriaali. 1991.
- 4 Piikkilä, Veijo (toim.) Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. 2008.
- 5 Piikkilä, Veijo (toim.). Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähkötieto Oy. 2006.
- 6 Honeywell GmbH. E-Catalog 2010. Tuotekatalogi. DVD-levy. 2010. Luettu 24.10.2010.
- 7 Värjä, Pertti & Mikkola, Jukka-Matti. Kiinteistöautomaatio. Kuusankoski: Mikro-oppi Ky. 1994.
- 8 Maxim Integrated Products. <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/763>. WWW-dokumentti. Luettu 26.9.2010.
- 9 Texas Instruments. Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485). <http://focus.ti.com/lit/an/slla036d/slla036d.pdf>. PDF-dokumentti. Päivitetty elokuu, 2008. Luettu 26.9.2010.
- 10 Honeywell Oy. Järjestelmän rakenne EXCEL 500. Ohjekirja.

- 11 Honeywell GmbH. Excel 500/600 Installation Instructions.
http://www.honeywell.be/DocsAdobePDF/EN/XL500/XL500_600_ii_EN.pdf. PDF-dokumentti. Luettu 16.10.2010.
- 12 Honeywell Regelsysteme GmbH. BUILDING NETWORK ADAPTER BNA-1C/2CS/2DN.
http://www.honeywell.be/DocsAdobePDF/EN/XBS/BNA_ii&um.pdf. PDF-dokumentti. Luettu 1.8.2010.
- 13 Honeywell. Installation and Mounting Instructions Excel 500. Ohjekirja. 1990.
- 14 Honeywell Limited Australia. Enterprise Buildings Integrator käyttöopas. 2003.
- 15 Kannisto, Jari. Honeywell EBI R300 -käyttäjäkoulutus. Kurssimateriaali. 14. - 15.2.2006.
- 16 Naukkarinen, Taisto. Henkilökohtainen tiedonanto 15.9.-15.10.2010. Erikoisammattimies. Etelä-Savon sairaanhoitopiiri. 2010.
- 17 Cisco Press. Ciscon verkkoakatemia – 1. vuosi. Helsinki: Edita Publishing Oy. 2002.
- 18 Cisco. MPLS/Tag Switching.
http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/MPLS_Tag-Switching.html. WWW-dokumentti. Luettu 9.10.2010.
- 19 Kaario, Kimmo. TCP/IP -verkot. Jyväskylä: Docendo Finland Oy. 2002.
- 20 Pepelnjak, Ivan & Guichard, Jim. MPLS and VPN Architectures.
http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/1587050021/samplechapter/1587050021_CH01.pdf. PDF-dokumentti. Julkaistu 31.10.2000. Luettu 9.10.2010.

- 21 Birdstep Technology Oy. SafeMove.
<http://www.birdstep.com/fin/Tuotteet/SafeMove/>. WWW-dokumentti.
Päivitetty 2009. Luettu 31.10.2010.
- 22 Niiranen, Timo. Sähköpostikeskustelu 6.10.2010. Tietoliikennesuunnitelija. Etelä-Savon tietohallinto Oy.
- 23 Mujunen, Matti. Liikkuvan työn haasteet ja mahdollisuudet.
http://www.birdstep.com/upload/birdstep_FIN/downloads/tietoturvatapahtuma_matti-mujunen_2008-02-07_final.pdf. PDF-dokumentti. Tietoturvaseminaari 7.2.2008. Luettu 31.10.2010.
- 24 Birdstep Technology Oy. SafeMove Mobile VPN –ratkaisukuvaus.
http://www.birdstep.com/upload/birdstep_FIN/downloads/safemove_ratkaisukuvaus_fi.pdf. PDF-dokumentti. Päivitetty 2009. Luettu 31.10.2010.
- 25 Draka Comteq Finland Ltd. Automaatiokaapelit.
http://www.draka.com/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Tietoliikenneverkot/Automaatiokaapelit/JAMAK/JAMAK_AUT2101_0_06s.pdf. PDF-dokumentti. 2006.
- 26 Kannisto, Jari. Henkilökohtainen tiedonanto. Puhelinkeskustelu 29.9.2010. Tekninen asiantuntija. Honeywell Oy.
- 27 Honeywell GmbH. Excel 800 System Specification Data.
http://www.honeywell.be/DocsAdobePDF/EN/XL500/XL800_sd_EN.pdf. PDF-dokumentti. Luettu 16.10.2010.
- 28 Lonix. Integraattorikurssi. http://www.lonix.com/files/Luento-2_Yleiskatsaus_teknologiaan_2003-03-30.pdf. PDF-dokumentti. Luettu 16.10.2010.

- 29 Niinimäki, Jorma. Henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2010. Sairaala-insinööri. Etelä-Savon sairaanhoitopiiri. 2010.
- 30 Cooper Security Ltd. SD1+ Speech Dialler Installation and Programming Guide. Käyttöopas. 2008.
- 31 Selamatic Oy. Minisint ilmoituksensiirtopuhelin ohjelmointiohjeet. Käyttöopas. 1998.
- 32 Selamatic Oy. Minisint Hälytyksensiirtolaite.
<http://www.selamatic.fi/tuotteet/esitteet/rikosesitteet/robotit/Minisint-halytyksensiirtolaite.pdf>. PDF-dokumentti. Luettu 1.11.2010.

MERKINNÄT	
LAITTEET	KAAPELIT
VALVONTA-ALAKESKUS (CPU)	VÄYLÄKAAPELI (C-Bus) YHTEYSNOPEUS 76,8 Kbit/s
VERKKOJEN YHDISTÄJÄ	KENTTÄLAITEKAAPELI
VALVOMO	LÄHIVERKKOKAAPELI 10BASE-T YHTEYSNOPEUS 10 Mbit/s
GSM-MODEEMI	LÄHIVERKKOKAAPELI 100BASE-TX YHTEYSNOPEUS 100 Mbit/s
SIIRTURI	LÄHIVERKKOKAAPELI 1000BASE-FX YHTEYSNOPEUS 1 Gbit/s
VERKKOKYTKIN	

- VALVONTA-ALAKESKUSTEN JA BNA:N VÄLINEN DATA KULKEE C-BUS-VÄYLÄSSÄ.
- BNA MUUTTAA DATAN ETHERNET-STANDARDIN MUKAISEKSI JA LÄHETTÄÄ SEN SAIRAALAN LÄHIVERKKOON.
- LÄHIVERKOSSA DATA KULKEE OMASSA VLAN:SSA.
- SAIRAALOIDEN VÄLINEN YHTEYS ON TOTEUTETTU MPY:N MPLS-ALUEVERKOLLA.
- SIIRTURIT SOITTAVAT HÄLYTYKSEN OMISTA VÄYLÄSTÄÄN NIIHIN OHJELMOITUIHIN NUMEROIHIN (PÄIVYSTÄJÄ) LANKAPUHELINVERKON VÄLITYKSELÄ.
- GSM-MODEEMI LÄHETTÄÄ HÄLYTYKSEN TEKSTIViestillä MATKAPUHELINVERKON VÄLITYKSELÄ (PÄIVYSTÄJÄLLE). TEKSTIViestistä ILMENEE MYÖS HÄLYTYKSEN AIHEUTTAJA

TÄSTÄ VERSIOSTA ON POISTETTU KRIITTISIÄ TIETOJA

1-VÄYLÄ (MKS)		
CPU	MALLI	TILA
1-2	XL 500	
1-3	XL 500	
1-4	XL 500	
1-5	XL 500	
1-6	XL 500	
1-7	XL 500	
1-8	XL 500	
1-9	XL 500	
1-10	XL 500	
1-11	XL 500	
1-12	XL 800	
1-13	XL 500	
1-14	XL 500	
1-15	XL 800	
1-16	XL 100	
1-17	XL 500	
1-18	XL 100	
1-19	XL 500	
1-20	XL 500	
1-21	XL 500	
1-22	XL 500	
1-23	XL 500	
1-24	XL 500	
1-25	XL 500	
1-26	XL 500	
1-27	XL 800	
1-28	XL 800	
1-29	XL 800	
1-30	XL 800	

2-VÄYLÄ (MKS)		
CPU	MALLI	TILA
2-2	XL 500	
2-3	XL 500	
2-4	XL 500	
2-5	XL 500	
2-6	XL 500	
2-7	XL 500	

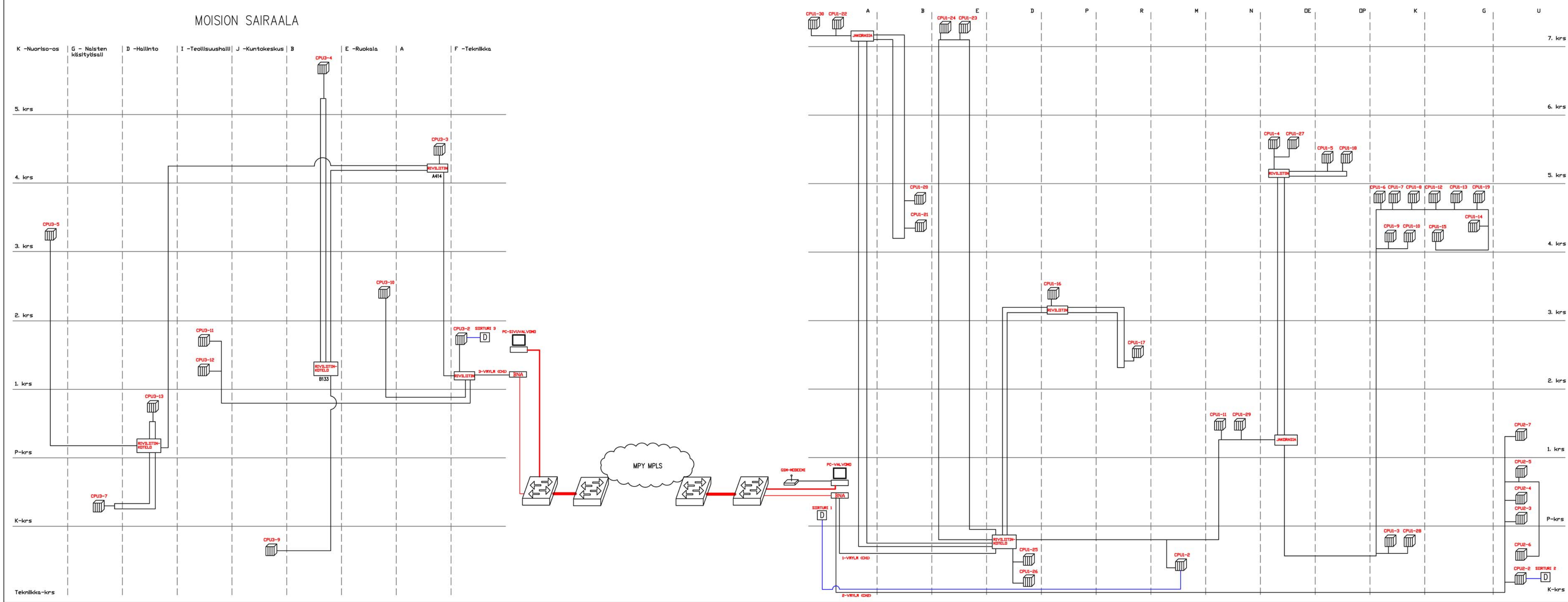
3-VÄYLÄ (MOISIO)		
CPU	MALLI	TILA
3-2	XL 500	
3-3	XL 500	
3-4	XL 500	
3-5	XL 800	
3-7	XL 500	
3-9	XL 500	
3-10	XL 500	
3-11	XL 100	
3-12	XL 100	
3-13	XL 500	

VALVOMOLAITTEET		
SIJAINTI	LAITE	IP-OSOITE
MKS	PALVELIN	
MKS	BNA	
MOISIO	VALVOMO	
MOISIO	BNA	

SIIRTURIT		
VÄYLÄ	SIJAINTI	PUHELINNUMERO
1		
2		
3		
GSM-TXT		

RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE MIKKELIN KESKUSSAIRAALA PORRASSALMENKATU 35-37 50100 MIKKELI	PIIRUSTUSLAJI JÄRJESTELMÄKAAVO PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ VALVONTA-ALAKESKUKSET
SUUNNITTELIJA TYÖ No PIIR.No MUUTOS	PÄIVÄYS 26.11.2010 YHT.HENK. TLI

MIKKELIN KESKUSSAIRAALA



MOISION SAIRAALA

