

Hanna Viitala

**Selvitystyö kiinteistöautomaation väyläkaapeloinnista
Seinäjoen keskussairaalassa**

Opinnäytetyö

Syksy 2012

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikka

Tekijä: Hanna Viitala

Työn nimi: Selvitystyö kiinteistöautomaation väyläkaapeloinnista Seinäjoen keskussairaalassa

Ohjaaja: Alpo Anttonen

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 47

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitys Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille Seinäjoen keskussairaalan alueen kiinteistöautomaation väyläkaapeloinnista, joka perustuu LonWorks-tekniikkaan.

Keskussairaalan alueen väyläkaapelointiin on tehty vuosien aikana paljon muutostöitä, asennuksia ja kytkentöjä, eikä nykyhetken väyläkaapeloinnista ollut olemassa juurikaan dokumentteja tai piirustuksia, mistä kokonaisuus tulisi ilmi.

Tällä selvityksellä haluttiin saada helpotusta esimerkiksi tarjouslaskentaa, huolto- toimenpiteitä, vianetsintää sekä kokonaisuuden hallintaa varten.

Käytännön osuudessa selvitettiin kiinteistöautomaation väyläkaapelointi keskussairaalan eri rakennusosissa, alakeskuskaappien sijainnit, komponentit alakeskuk-sien sisällä, taajuusmuuttajien ja energiamittareiden kytkennät, reitittimien ja pää-tevastusten sijainnit, mahdolliset kaapeloinnin häiriötekijät sekä oliko kaapeloin-nissa mahdollisia tähtikytkentöjä. Kerätyn tiedon pohjalta tehtiin piirustukset väylä-kaapeloinnista.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa käydään kiinteistöautomaatioon ja väylä-kaapelointiin liittyvää teoriaa tarkemmin läpi.

Avainsanat: kiinteistöautomaatio, rakennusautomaatio, väyläkaapelointi, Lon-Works, LON

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Technology

Author: Hanna Viitala

Title of thesis: Bus cabling and building automation in Seinäjoki Central Hospital

Supervisor: Alpo Anttonen

Year: 2012

Number of pages: 47

Number of appendices: 0

The purpose of this Bachelor's thesis was to examine the bus cabling of the building automation system in the Southern Ostrobothnia Hospital District, Seinäjoki Central Hospital, which is based on the LonWorks technology, and has gone through a lot of modifications, installations and couplings over the years. Since documentation of the old bus cabling is scarce, new updated documents and drawings were in high demand, for example, to ease the tender calculation, service operations, troubleshooting, and overall management.

First, the practical part of the thesis included unraveling the bus cabling of the building automation system in the different building parts of the Seinäjoki Central Hospital, sorting out the locations of the substations, and what the components inside of them were. Also, the couplings of the frequency converters and energy meters, and locations of the routers and terminators needed to be found out. Any possible distractions in the cabling or the star connections were also among the matters to be resolved. Based on this gathered information the new drawings of the bus cabling were made. Building automation and bus cabling is studied on a general level, as well as from the Seinäjoki Central Hospital point of view, in the theoretical part of the thesis.

As a result of this thesis new drawings of the bus cabling for the building automation system in the Seinäjoki Central Hospital were made. This is useful to the personnel of the Seinäjoki Central Hospital as it probably saves many working hours and makes the overall management of the building automation system easier.

Keywords: building automation, LonWorks, bus cabling, LON, BAS

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
KUVIOLUETTELO.....	6
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO	10
1.1 Työn taustaa	10
1.2 Työn tavoite	10
1.3 Työn rakenne	11
1.4 Yritysesittely työn tilaajista	12
2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO YLEISESTI.....	14
2.1 Mitä kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan?	14
2.2 Historiaa lyhyesti.....	14
2.3 Kiinteistöautomaation merkitys rakennustekniikassa	15
2.4 Kiinteistöautomaatioon liittyvät standardit	15
3 KIINTEISTÖAUTOMAATION TEKNISET RATKAISUT	17
3.1 Kiinteistöautomaatiojärjestelmän rakenne.....	17
3.1.1 Kenttäväylät	17
3.1.2 Kenttälaitteet.....	18
3.1.3 Alakeskukset.....	19
3.1.4 Valvomot.....	21
3.2 Erilaiset tiedonsiirtotavat	22
3.2.1 Optiset kuidut.....	22
3.2.2 Kierretty parikaapeli	23
3.2.3 Infrapuna, sähköverkko, radiotaajuus	23
3.3 Tiedonsiirtoverkkojen yhdistäminen	24
3.3.1 Reititin	25
3.3.2 Toistin	25
3.3.3 Silta	26
3.3.4 Yhdyskäytävä.....	26

3.4	Kaapeloinnin häiriösuojaus ja asentaminen	27
3.5	Topologiat	28
3.5.1	Väylätopologia	28
3.5.2	Rengstopologia	29
3.5.3	Tähtitopologia	30
4	LONWORKS-TEKNIikka	31
4.1	Yleistä	31
4.2	Solmut ja Neuron-piirit.....	31
4.3	LON-verkon rakenne.....	33
4.3.1	Väyläsovittimet.....	34
4.3.2	Päätevastukset	34
4.3.3	LON-verkon suunnittelussa huomioonotettavat seikat	34
4.4	LON-verkon kaapelointi.....	36
4.4.1	LON-kaapeloinnin mitoitus ja huomioonotettavat seikat.....	36
5	TAC XENTA-, MENTA- JA VISTA-JÄRJESTELMÄ	38
5.1	TAC Vista.....	38
5.2	TAC Xenta	39
5.3	TAC Menta.....	40
6	TYÖN TOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ SEKÄ LOPPUTULOSTEN ARVIOINTI	41
6.1	Esimerkkipiirustukset	41
6.2	Työn lähtökohdat.....	42
6.3	Väyläkaapeloinnin selvittäminen	43
6.4	Selvitystä tehdessä havaitut puutteet.....	43
6.5	Lopputulokset.....	44
	LÄHTEET	46

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Kiinteistöautomaation hierarkkinen rakenne	17
Kuvio 2. Valvonta-alakeskuskaappi Seinäjoen keskussairaalassa	20
Kuvio 3. Kuva alakeskuskaapin sisältä Seinäjoen keskussairaalassa	21
Kuvio 4. Piirrosmerkkejä tiedonsiirtoverkkojen yhdistämiseen käytetyille laitteille	25
Kuvio 5. Väylätopologia	29
Kuvio 6. Rengastopologia	30
Kuvio 7. Tähtitopologia	30
Kuvio 8. Solmun rakenne	32
Kuvio 9. LON-verkon rakenne.....	33
Kuvio 10. TAC-kiinteistöautomaatiojärjestämäarkkitehtuuri	38
Kuvio 11. TAC Xenta -säätimiä	40
Kuvio 12. Esimerkkikuva LON-johdotuksesta	41
Kuvio 13. Seinäjoen keskussairaalan rakennusosat	42
Kuvio 14. Esimerkki valmiista kaapelointipiirustuksesta.....	45

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

ANSI C kielistandardi ANSI on lyhenne sanoista American National Standards Institute, joka on Yhdysvalloissa toimiva standardointijärjestö (Sähkötieto ry 2012, 270). C-kieli on ohjelmointikieli, jota käytetään monipuoliseen tietotekniseen ohjelmointiin (Kajaanin ammattikorkeakoulu, [viitattu 24.9.2012]).

DDC Lyhenne sanoista Direct Digital Control eli automaattisesti keskitetty automaatiojärjestelmä, jossa järjestelmän älykkyyttä ohjaa keskustietokone (Piikkilä 2004, 1-3).

Induktiivinen kytkeytyminen

Johtimen tai piirin muodostamaan silmukkaan syntyy häiriöjännite lähistöllä olevan häiriövirran ja magneettikentän vaikutuksesta (Turun yliopisto [viitattu 19.9.2012]).

Kapasitiivinen kytkeytyminen

Tarkoittaa sähkökentän välityksellä tapahtuvaa häiriöiden kytkeytymistä eri potentiaalissa olevien sähköisten piirien välille (Turun yliopisto [viitattu 19.9.2012]).

Kenttälaite Kiinteistöautomaatiossa käytettävät erilaiset anturit ja toimilaitteet, jotka suorittavat fyysisesti erilaisia toimintoja (Sähkötieto ry 2006, 36).

Kenttäväylä Digitaalinen kaksisuuntainen väyläpohjainen tiedonsiirtojärjestelmä, joka yhdistää älykkäät kenttälaitteet sekä muun automaation (Sähkötieto ry 2006, 257).

LAN Local area network

LON Local Operating Network, avoin ja hajautettu kenttäväylä-ratkaisu (Sähkötieto ry 2006, 258).

LonWorks	Echelon Corporationin vuonna 1990 julkistama avoin ja hajautettu kenttäväyläratkaisu (Piikkilä 2004, 2-1).
Maasilmukka	Muodostuu, kun järjestelmän kaksi pistettä (laitetta) on kytketty eri maadoituspotentiaaleihin. Potentiaalierosta syntyy maasilmukkaan häiriövirta. (Turun yliopisto [viitattu 19.9.2012]).
Neuron-piiri (Chip)	Kolmen prosessorin muodostama piiri, joka on jokaisessa LON-solmussa (Piikkilä 2004, 2-8).
Reititin	Englanniksi router. Sen avulla voidaan jakaa lähiverkko aliverkkoihin. Reititin ohjaa sanomapaketit parasta reittiä pitkin kohteeseensa. (Sähkötieto ry 2006, 260.)
Runkokaapeli	Yhdistää rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskukset ja keskusyksikön toisiinsa. (Sähkötieto ry 2001, 89.)
Segmentti	Verkon osa eli pala väyläkaapelia, joka on jaettu muusta verkosta toistimella, sillalla tai reitittimellä (Sähkötieto ry 2006, 261).
Solmu (Node)	LonWorks verkossa oleva yksittäinen piste, joka huolehtii sovellustehtävistään ja kommunikoinnista itsenäisesti. Sisältää yleensä prosessoripiirin, väyläsovittimen, I/O-liityntäpinnan ja mahdollisesti yhden tai useamman toimilaitteen. (Sähkötieto ry 2006, 262.)
TCP/IP-protokolla	TCP tulee sanoista Transmission Control Protocol, joka on tietoa pilkkova, kuljetuksesta huolehtiva ja tiedon perillä kokoava protokolla (Sähkötieto ry 2012, 279). IP on lyhenne sanoista Internet Protocol (Sähkötieto ry 2012, 273).

Tiedonsiirtoprotokolla

eli yhteyskäytäntö on käytäntö tai standardi, joka määrittelee, millä tavalla laitteet tai ohjelmat ovat yhteydessä toisiinsa (Sähkötieto ry 2006, 259).

Toistin

Voidaan käyttää myös nimeä repeater tai vahvistin. Vahvistaa datasiinaalia verkkosegmenttien välillä. (Sähkötieto ry 2006, 263.)

VAK

Valvonta-alakeskus

Väyläsovitin

Solmun osa, joka kytkee solmun ja käytetyn tiedonsiirtomedian fyysisesti yhteen (Sähkötieto ry 2006, 265).

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustaa

Sairaalaympäristössä yhdistyvät kiinteistöautomaation monet osa-alueet, joten toimivalta kiinteistöautomaatiojärjestelmältä vaaditaankin paljon enemmän kuin esimerkiksi normaalissa asuinrakennuksessa. Sairaalan olosuhteet ovat tarkkaan valvottuja ja ohjattuja, ja kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla pitää saada reaaliaikaista tietoa rakennuksen eri tiloista, pystyä ohjaamaan niin ilmanvaihtoa, huoneilman laatua, lämmitystä, jäähdytys- ja kylmälaitteiden toimintaa, valaistusta, kulunvalvontaa, käsittelemään eri hälytyksiä sekä optimoimaan energiankulutusta.

Myös Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin Seinäjoen keskussairaalan olosuhteita ohjataan, säädetään ja valvotaan kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla. Tässä opinnäytetyössä haluttiin tehdä selvitys Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille kiinteistöautomaatiojärjestelmän väyläkaapelointirakenteesta, sillä siitä ei ollut olemassa juurikaan dokumentteja tai piirustuksia.

Väyläkaapelointiin oli tehty paljon muutostöitä sekä asennuksia vuosien aikana, eikä kytkentäpiirustuksia ollut päivitetty ajan tasalle. Dokumenttien puuttuminen aiheutti sen, että kiinteistöautomaatiojärjestelmän väyläkaapeloinnin kokonaisuuden hahmottaminen oli hankalaa, kuten myös järjestelmään kohdistuvat huoltotoimenpiteet sekä mahdollisten vikojen etsintä. Selvityksellä haluttiin myös helpottaa mahdollista järjestelmään ja komponentteihin kohdistuvaa tarjouslaskentaa.

Seinäjoen keskussairaalan kiinteistöautomaatiojärjestelmä perustuu pääpiirteittäin LonWorks-kenttäväyläteknikkaan. Käytössä oli vielä jonkin verran vanhaa säätötekniikkaa, johon ei tässä työssä perehdytä sen enempää.

1.2 Työn tavoite

Työn varsinainen tilaus tuli Schneider Electric Finland Oy:n kautta, jonka kanssa yhteistyössä selvitys tehtiin. Schneider Electric Finland Oy toimii kiinteistöauto-

maatiojärjestelmän TAC Xenta -logiikkakomponenttien toimittajana Seinäjoen keskussairaallalle ja suorittaa muun muassa järjestelmän huoltotoimenpiteitä.

Tässä työssä päätavoitteena oli tehdä piirustukset kiinteistöautomaation väyläkaapeloinnista Seinäjoen keskussairaalan alueella. Dokumenteista tuli ilmetä millä tavalla väylät ja alakeskukset ovat kytketty toisiinsa, mitä mikäkin valvontalakeskus sisältää ja mihin taajuusmuuttajia ja energiamittareita on kytketty, sekä mitkä ovat komponentit (logiikat, riviliittimet, päätevastukset) alakeskusten sisällä. Toisaalta yksi tavoitteista oli koota puutelistaa seikoista, joita väyläkaapelointia tutkiessa kävi ilmi, kuten esimerkiksi onko kaapeloinnin rinnalla mahdollisesti häiriötä aiheuttavia johdotuksia, tai onko kaapeloinnissa paljon tähtikytkentöjä.

Tiedon kerääminen työtä varten tapahtui haastattelemalla asiasta tietäviä ihmisiä, tutkimalla jo olemassa olevia piirustuksia sekä selvittämällä itse kenttälaitteiden sijainnit ja kaapeloinnit.

Työn lopputuloksena muodostuivat päivitetyt väyläkaapelointipiirustukset ja dokumentit, jotka tehtiin CAD-ohjelmalla Schneider Electric Finland Oy:lta saatujen esimerkkipiirustuksien mukaan.

Koska käytännön osuus työssä koostui kaapelointien, kenttälaitteiden sekä alakeskusten sijaintien selvittelyistä ja piirustusten tekemisestä, on työn teoriaosuudessa haluttu tuoda kiinteistöautomaatioon ja LonWorks-tekniikkaan liittyvää tietoa tarkemmin esille, työn kannalta oleelliset seikat huomioonottaen.

1.3 Työn rakenne

Tämän työn luvussa 1 on johdanto, jossa kerrotaan opinnäytetyön taustoista sekä työn tavoitteesta ja rakenteesta tarkemmin, sekä lopussa on lyhyt yritys esittely työn tilaajista, Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiristä ja Schneider Electric Finland Oy:stä.

Luvussa 2 kerrotaan kiinteistöautomaatiosta yleisellä tasolla, muun muassa sen historiasta ja joistain siihen liittyvistä käsitteistä lyhyesti, kiinteistöautomaation

merkityksestä rakennustekniikassa sekä kiinteistöautomaatiossa sovellettavista määräyksistä ja standardeista.

Luvut 3 ja 4 käsittelevät kiinteistöautomaatioon liittyvää teoriaa tarkemmin. Luvussa 3 on kerrottu erilaisista teknisistä ratkaisuista, jotka liittyvät kiinteistöautomaatioon ja osaltaan tämän työn käytännön osuuteen. Luku 4 käsittelee LonWorks-teknikkaa, joka on tämän työn kannalta oleellinen kenttäväyläprotokolla.

Luvussa 5 kerrotaan Schneider Electricin valmistamista kiinteistöautomaation TAC Xenta -säätimistä, sekä TAC Vista -valvomo-ohjelmistosta ja TAC Menta -ohjelmointityökalusta, joilla opinnäytetyössä tutkittu kiinteistöautomaatiojärjestelmä oli toteutettu.

Luku 6 keskittyy lopputulosten tarkasteluun ja työn läpikäymiseen, ja siinä on kerrottu tarkemmin, mitä työn käytännön osuus sisälsi. Luvussa esitellään myös työn lopputuloksena syntyneet piirustukset kiinteistöautomaation väyläkaapeloinnista.

1.4 Yritysesittely työn tilaajista

Opinnäytetyö tehtiin Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille yhteistyössä Schneider Electric Finland Oy:n kanssa.

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin kuuluu 20 suomenkielisen Etelä-Pohjanmaan kuntaa, ja sairaanhoitopiirissä on kaksi sairaalaa, Seinäjoen keskussairaala ja Ähtärin sairaala. Lisäksi useat psykiatriset avohoitoyksiköt kuuluvat sairaanhoitopiiriin. Tämän työn tekijä teki opiskeluihin kuuluvan harjoittelun Seinäjoen keskussairaalan LVI- ja koneteknisen huollon puolella, josta myös tuli tilaus tähän opinnäytetyöhön. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, [viitattu 20.9.2012].)

Schneider Electric Finland Oy on osa kansainvälistä Schneider Electric -konsernia, jolla on toimintaa yli 100 maassa. Suomessa yritys toimii 23 paikkakunnalla. Konserni työllistää yli 100000 henkilöä. (Schneider Electric Finland Oy, [viitattu 20.9.2012].)

Yrityksen historia ulottuu 1800-luvun alkupuoliskolle, jolloin se valmisti raskaita koneita ja laivoja ja toimi rauta- ja terästeollisuudessa. Näistä ajoista yritys on sittemmin siirtynyt sähkö- ja automaatioalan erikoisosajaksi. (Schneider Electric Finland Oy, [viitattu 20.9.2012].)

Schneider Electricin toimialoihin tänä päivänä kuuluvat sähkönjakelu, teollisuusautomaatio, datakeskukset ja kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät. (Schneider Electric Finland Oy, [viitattu 20.9.2012].)

2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO YLEISESTI

2.1 Mitä kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan?

Kiinteistöautomaatio, tai voidaan sanoa myös rakennusautomaatio, koostuu erilaisista säätö-, valvonta-, ohjaus-, ja hälytystoiminnoista (Sähkötieto ry 2006, 9). Kiinteistöautomaatiojärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jonka avulla saadaan valaistus, ilmastointi, lämmitys, rikos-, palo- ja henkilöturvallisuus yhteensopiviksi ja kiinteistön hallinta ja käyttö helpoksi, sekä halutut automaattiset toiminnot eri tiloihin. (Piikkilä 2004, 1-3.)

2.2 Historiaa lyhyesti

Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat vuosien aikana kehittyneet melko nopeasti. Alun perin kiinteistön hallintajärjestelmien eri toiminnot toimivat omina suljettuina järjestelminään, mutta sen osoittauduttua hankalaksi pyrittiin kehittämään järjestelmä, jolla nämä tietojärjestelmät saataisiin toimimaan yhdessä ja "keskustelemaan" keskenään. Suljetut järjestelmät ovat peräisin 1980-luvulta, mutta nykyisin käytetään lähestulkoon kokonaan *hajautettuja ja avoimia järjestelmiä*, varsinkin kun nykyisten kiinteistöjen ja tilojen ominaisuusvaatimukset ovat kasvaneet huomattavasti. (Piikkilä 2004, 1-1 - 1-5; Sähkötieto ry 2006, 9.)

Hajautetulla järjestelmällä tarkoitetaan sitä, että kenttälaitteet pystyvät suorittamaan itsenäisesti erilaisia niille määrättyjä tehtäviä, ja kommunikoimaan toisten kenttälaitteiden kanssa kenttäväylän kautta. Keskitettyä ohjausta ei tarvita välttämättä lainkaan. (Piikkilä 2004, 1-5; Sähkötieto ry 2006, 9.)

Avoimuus taas tarkoittaa, että useiden laitevalmistajien komponentit ovat yhdisteltävissä keskenään, sillä kenttäväylä käyttää tiettyä tiedonsiirtoprotokollaa, "kieltä", jota kaikki järjestelmän laitteet ymmärtävät. Tällöin kukaan ei varsinaisesti omista tekniikkaa, eikä peri tekijänoikeusmaksuja. (Piikkilä 2004, 1-5.)

2.3 Kiinteistöautomaation merkitys rakennustekniikassa

Kiinteistöautomaation merkitys rakennustekniikassa on kasvanut voimakkaasti vasta 1990-luvun jälkipuoliskolla (Sähkötieto ry 2001, 29).

Kiinteistöautomaatiojärjestelmää voitaisiin kutsua rakennuksen "aivoiksi", jonka avulla saadaan seurattua ja ohjattua reaaliaikaisesti rakennusten ja sen tilojen toimintaa (Sähkötieto ry 2001, 33).

Automaation avulla pyritään siihen, että valaistus, lämmitys, ilmastointi, rikos-, palo-, ja henkilöturvallisuus sekä lukitus ja kulunvalvonta olisivat yhteensopivia, ja käyttäjän olisi helppo säätää ja ohjata järjestelmää (Piikkilä 2004, 1-3).

Kiinteistöautomaation optimaalisella toiminnalla vaikutetaan suuresti myös rakennuksen energiankulutukseen. Energiankulutus onkin usein rakennuksen suurin menoerä, joten automaatiojärjestelmän säädöillä saadaan rakennukseen halutut olosuhteet ja energiansäästö. Nykyisin energiatehokkuusvaatimusten kiristytessä jatkuvasti vaaditaan LVIA- ja sähkötekniikan suunnittelussa ja toteutuksessa ratkaisuja tarpeettoman energian käytön välttämiseksi. (Sähkötieto ry 2001, 33–34; 2012, 49.)

2.4 Kiinteistöautomaatioon liittyvät standardit

Kiinteistöautomaatiosta itsestään ei varsinaisesti löydy tarkkoja viranomaismääräyksiä, mutta sitä sivuavia viitteitä löytyy runsaasti eri määräys- ja ohjekirjoista (Sähkötieto ry 2006, 25).

Määräyksiä ja ohjeita löytyy paljon eri tekniikanalojen tietokortistoista, muun muassa Suomen Rakentamismääräyskokoelmasta, LVI-kortistosta (Rakennustietosäätiö ja LVI-Keskusliitto ry), ST-kortistosta (Sähkötieto ry) sekä KH-kortistosta (Rakennustietosäätiö). Sähköturvallisuuslaissa on määritetty laitteiden sähköistykseen liittyvät turvallisuusasiat, ja EU-direktiivistä löytynee myös asiaa turvallisuudesta sekä CE-merkinnän käytöstä. (Sähkötieto ry 2006, 25–27.)

Standardeilla pyritään turvallisuusasioiden lisäksi myös takaamaan laadullisesti hyvät komponentit ja rakenteet toimivan järjestelmän aikaansaamiseksi (Sähkötiety ry 2006, 26).

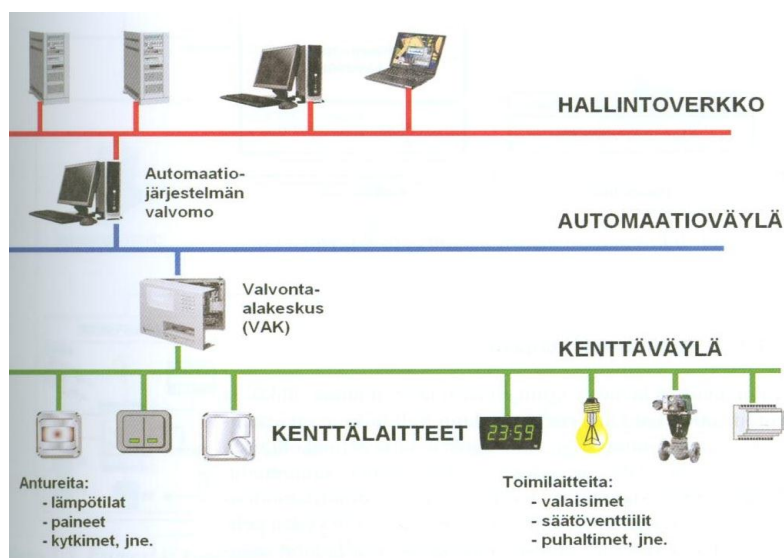
Kiinteistöautomaatiossa hyödynnettävistä eri kenttäväylätekniikoista löytyy omat standardinsa. Standardoinnilla on tässä tapauksessa pyritty saavuttamaan eri valmistajien laitteiden yhteensopivuus, jolloin myös pienillä yrityksillä on mahdollisuus päästä markkinoille, kun protokollia kontrolloi laitevalmistajasta riippumaton organisaatio. (Sähkötiety ry 2006, 26.)

3 KIINTEISTÖAUTOMAATION TEKNISET RATKAISUT

3.1 Kiinteistöautomaatiojärjestelmän rakenne

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä rakentuu yleensä 3-4 tasosta. Näitä eri tasoja ovat kenttälaitetaso, alakeskustaso sekä hallinto/valvomotaso. Kenttälaitetaso on alimpana hierarkiassa, tämän jälkeen tulee alakeskustaso ja ylimpänä on hallinto/valvomotaso. (Sähkötieto ry 2008, 12.)

Hallintotasoon kuuluvat paikallisvalvomot sekä kauko/etävalvomot. Automaatiotasolla ovat alakeskukset I/O-moduuleineen, ja kenttätasoon kuuluvat erilaiset kenttälaitteet (anturit, toimilaitteet) ja itsenäiset säätimet, kuten esimerkiksi huonesäätimet tai laitteisiin (esim. IV-kone tai jäähdytyskone) integroidut säätimet. (Sähkötieto ry 2012, 93.)



Kuvio 1. Kiinteistöautomaation hierarkkinen rakenne (Sähkötieto ry 2006).

3.1.1 Kenttäväylät

Kenttäväylällä saadaan yhdistettyä erilaiset älykkäät mittaus- ja ohjauslaitteet toisiinsa ja siirrettyä tietoa digitaalisena näiden sekä ohjausjärjestelmän välillä (Sähkötieto ry 2006, 32–33).

Väyläratkaisut ovat usein standardoituja, ja käyttävät tiettyä valmistajan määrittelemää protokollaa ja tiettyä fyysistä siirtotietä, kuten esimerkiksi parikaapelia tai valokaapelia. Standardoinnilla pyritään saamaan eri laitevalmistajien komponentit mahdollisimman helposti keskenään yhteensopiviksi. Eri kenttäväylätyyppejä ovat mm. Profibus, LonWorks, KNX, BACnet ja monia muita. Tässä työssä keskitytään ainoastaan LonWorks-kenttäväyläratkaisuun. (Koivisto, [viitattu 15.8.2012].)

Väyläpohjaisella kiinteistöautomaattioratkaisulla saadaan vähennettyä kaapelointia sekä kytkentäpisteiden ja -liityntöjen määrää, joka taas vaikuttaa merkittävästi kustannussäästöihin (Sähkötieto ry 2006, 33).

Kenttäväyläjärjestelmässä käyttäjä pystyy tarkastelemaan kaikkia järjestelmässä olevia laitteita ja tutkia niiden välistä vuorovaikutusta. Tästä on suuri apu laitteistojen ylläpidossa ja huollossa. (Sähkötieto ry 2006, 34.)

Hajautetulla kenttäväylällä tarkoitetaan sitä, että kenttälaitteet suorittavat itsenäisesti erilaisia toimintoja. Hajautetun järjestelmän suurimpana etuna lienee se, että se on luotettava. Jos tiedonsiirtoväylä jostain syystä katkeaa, niin tieto pystyy silti kuitenkin kulkemaan katkoksen kummallakin puolella. Keskitetyssä järjestelmässä tämä ei onnistu. (Sähkötieto ry 2006, 35, 45–46.)

3.1.2 Kenttälaitteet

Kenttälaitteita kiinteistöautomaatiojärjestelmässä ovat muun muassa erilaiset anturit, kuten lämpötila-, paine- ja kosteusanturit, toimilaitteet, venttiilit, suodatinvahdit, mittarit ja taajuusmuuttajat. Ne toimivat ikään kuin rajapintana kiinteistöautomaatiojärjestelmän ja fyysiseen ympäristön välillä. (Harju 2004, 81.)

Kentällä voi olla myös itsenäisiä säätimiä ja hajautettua I/O:ta. Hajautetulla I/O:lla tarkoitetaan alakeskuksen sarjaväylällä kommunikoivia I/O-moduuleita (esim. TAC Xenta). Itsenäisiä säätimiä ovat esimerkiksi huonesäätimet ja laitteistoihin integroidut säätimet (esim. IV-koneissa). (Sähkötieto ry 2012, 95.)

Alun perin kenttälaitteita on säädetty käsin, mutta nykyään ne sisältävät sovellusohjelman, jolla saadaan tieto kulkemaan kenttäväylää pitkin eteenpäin käyttäjän tarkasteltavaksi ja säädettäväksi (Sähkötieto ry 2008, 12–13).

Nykyaikaisilla älykkäillä kenttälaitteilla saadaan prosessia seurattua entistä tarkemmin, ja nostettua turvallisuutta, koska laitteet voivat itse suorittaa vikadiagnostiikkaa ja seurata omaa tilaansa ja ilmoittaa muutoksista ja vioista. Älykkäät kenttälaitteet kykenevät myös muuttamaan prosessiolosuhteita oikeaan suuntaan vastaamaan haluttua tilaa. Älykkäillä kenttälaitteilla onnistuu myös usean eri suureen yhtäaikainen mittaaminen. (Sähkötieto ry 2006, 36–37.)

3.1.3 Alakeskukset

Alakeskuksen, jota voidaan kutsua myös valvonta-alakeskukseksi (VAK) tai automaatioalakeskukseksi, I/O-liityntäpisteisiin liitetään kaikki kenttälaitteet. Alakeskukset sijaitsevat usein lämmönjakohuoneissa, ilmastointikonehuoneissa, ovien lähellä sähkökeskustiloissa, tele- ja ATK-tiloissa tai valvomossa käyttötarkoituksesta riippuen, kuitenkin mahdollisimman lähellä ohjattavia laitteistoja. Keskuksia voidaan sijoittaa yhteen rakennukseen useita. Alakeskusten määrään ja sijaintiin vaikuttaa kenttälaitteiden kaapelointikustannukset, jotka pyritään saamaan mahdollisimman alhaisiksi. (Sähkötieto ry 2001, 97–110; 2008, 126–127; 2012, 99.)



Kuvio 2. Valvonta-alakeskuskaappi Seinäjoen keskussairaalassa

Alakeskuslaitteet on asennettu yleensä erilliseen laitekaappiin. Kaappi sisältää muun muassa I/O-moduulit, operointipaneelin, erillisen 24 VAC-muuntajan alakeskuksen sekä kenttälaitteiden sähkönsyöttöä varten, 230 VAC:n pistorasian esimerkiksi PC:lle, pääkytkimen, sulakkeet ja virransyötön häiriösuodattimet. Muitakin varusteita saattaa olla eri toimintojen tarpeiden mukaan. (Sähkötieto ry 2012, 102.)



Kuvio 3. Kuva alakeskuskaapin sisältä Seinäjoen keskussairaalassa

Huoneväylällä tarkoitetaan huonekohtaisia säätimiä yhdistävää verkkoa. *Alakeskusväylän* (automaatiotason) maksimipituus vaihtelee muutaman sadan metrin ja noin kilometrin välillä, mutta toistimien ja modeemien avulla väylän etäisyyttä voidaan kasvattaa. Alakeskuksien välinen kaapelointi noudattaa usein ketjumaista topologiaa, mutta tarvittaessa myös muita topologioita saatetaan käyttää. Nykyään myös useammassa kiinteistöautomaatiojärjestelmissä alakeskusten välinen tiedonsiirto perustuu TCP/IP-protokollaan, mikä lisää nopeasti kehittyvän IT-tekniikan hyödyntämistä kiinteistöissä. (Sähkötieto ry 2001, 97–110; 2008, 126–127; 2012, 135.)

3.1.4 Valvomot

Valvomo toimii rajapintana kiinteistöautomaatiojärjestelmän ja käyttäjän välillä, toisin sanoen käyttöliittymänä. Käyttöliittymä välittää käyttäjälle tietoa järjestelmän

toiminnasta tai ohjattavasta prosessista. Käyttäjä voi myös ohjata järjestelmän toimintaa käyttöliittymän kautta. (Sähkötieto ry 2008, 11, 15.)

Kiinteistöautomaatiossa valvomoiden kautta saadaan tietoa kiinteistön olosuhteista, tapahtumista sekä teknisistä prosesseista, valvottua järjestelmän toimintaa, suoritettua manuaalisia ohjauksia sekä tarkkailtua kiinteistön energiankulutusta ja kulunvalvontaa. Valvomoon tulevat myös kiinteistöautomaatiojärjestelmän hälytykset, ja valvomoissa onkin erillinen, toiminnallinen kokonaisuus hälytystietojen käsittelyä varten. (Sähkötieto ry 2008, 15, 51.)

Valvomon käyttö voi tapahtua paikan päällä kiinteistökohtaisesti, tai sitten valvomo voi olla aluevalvomo, jonka kautta voidaan valvoa useita kohteita samanaikaisesti. Yhteys valvomon ja kiinteistöautomaatiojärjestelmän välillä voi olla kiinteä, mutta se voidaan muodostaa myös gsm-modeemia käyttäen tai internetpalvelimella. Jos valvomoita on useita, ne kytketään TCP/IP-pohjaiseen LAN-verkkoon, johon usein on kytketty myös IP-osoitteelliset alakeskukset. Kiinteää yhteyttä käytetään silloin, kun valvottavassa kohteessa on runsaasti I/O-pisteitä, tai turvallisuussyistä tiedonsiirtoyhteyden on oltava jatkuva. (Sähkötieto ry 2008, 131; 2012, 101.)

3.2 Erilaiset tiedonsiirtotavat

Tiedonsiirtotapoja kutsutaan myös tiedonsiirtomedioiksi. Ne voidaan ryhmitellä sekä johtimellisiin, että sähkömagneettisten aaltojen vapaaseen etenemiseen perustuviin tiedonsiirtoteihin. Siirtotie valitaan käyttötarkoituksen mukaan ja erilaisia tiedonsiirtotapoja löytyykin molemmista ryhmistä useita, joilla on eri ominaisuuksia ja sovelluskohteita missä niitä käytetään. (Sähkötieto ry 2006, 98.)

3.2.1 Optiset kuidut

Optisia kuituja eli valokuitua käytetään kiinteistöautomaatiossa yleensä runkoverkon toteuttamiseen, jossa tiedonsiirtonopeudet ovat 1,25 Mb/s (Piikkilä 2004, 4-14).

Pääsääntöisesti valokuitua hyödynnetään ominaisuuksiensa vuoksi suurissa rakennuksissa, kuten tehtaissa ja julkisissa rakennuksissa, etenkin häiriöalttiissa kohteissa (Piikkilä 2004, 4-14).

Valokuidulla on hyvä sähkömagneettisten häiriöiden sietokyky, ja se on immuuni ulkoisille häiriöille. Tämän vuoksi valokuitua suositellaan käytettäväksi esimerkiksi rakennusten välisessä ulkokaapeloinnissa. Tiedonsiirtotavoista valokuitu on ainoa, jolla ei ole ylikuulumis- tai muita häiriöongelmia. (Piikkilä 2004, 4-15.)

Valokuidulla saavutetaan myös suuret tiedonsiirtonopeudet ja -etäisyydet, maksimi tiedonsiirtomatka on 3 km (Piikkilä 2004, 4-14).

Valokaapeli on melko kallista kuparikaapeliin (kierretty parikaapeli) verrattuna, mutta kuitukaapelia ei tarvitse vaihtaa uuteen, riittää kun vaihtaa vain komponentit (Piikkilä 2004, 4-15).

3.2.2 Kierretty parikaapeli

Kierrettyä parikaapelia käytetään kiinteistöjen automatisoinnissa eniten (Honkanen, [viitattu 18.7.2012]). Kaapelin nimitys tulee siitä, että kahta kuparijohdinta kierretään toistensa ympärille tietty määrä metriä kohden. Tällä tavoin saadaan parannettua kaapelin häiriönsietokykyä, sekä vähennettyä magneettikentän välityksellä kytkeytyviä häiriöitä. (Piikkilä 2004, 4-2.)

Parikaapelilla voi olla useita pituuksia ja siirtonopeuksia riippuen siitä, mikä on johdinten halkaisija tai kaapelityyppi (Piikkilä 2004, 4-2).

Parikaapelin kytkennässä on tärkeää huomata, ettei parikiertoa avata tarpeettomasti, sillä se aiheuttaa verkkoon häiriölähteen (Piikkilä 2004, 4-4).

3.2.3 Infrapuna, sähköverkko, radiotaajuus

Infrapunaa voidaan käyttää kiinteistöautomaatiossa pieniin laajennuksiin lyhyillä siirtomatkoilla, koska infrapuna ei läpäise mitään ja se näin ollen vaatii näköyhteyden käytettävien laitteiden välille. Infrapunankantomatkassa ilmassa on maksimis-

saan 25 - 30 m, ja käytettävä tiedonsiirtonopeus LON-verkossa on 8 kb/s. (Piikkilä 2004, 4-18; Sähkötieto ry 2006, 102.)

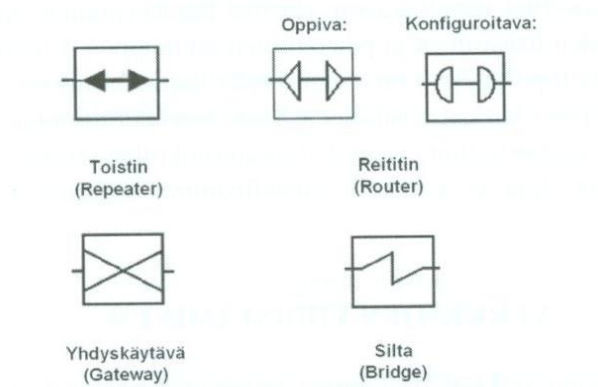
Sähköverkot sopivat kiinteistöautomaatiosovelluksiin silloin, kun ei haluta tai ei voida lisätä uusia kaapeleita, kuten esimerkiksi jälkikäteen tehtävät laajennukset tai saneerauskohteet. Sähköverkon tiedonsiirtotien pituus voi olla maksimissaan 300 m, ja tieto siirtyy nopeudella 5 kb/s. Sähköverkko on helposti altis häiriöille, sillä sen kaapeloinnista puuttuu esimerkiksi parikierto kokonaan. (Piikkilä 2004, 4-16–4-17.)

Radiotaajuutta käytetään sähköverkon tavoin silloin, kun kohteeseen ei voida jälkeinpäin lisätä uusia kaapeleita. Radiotaajuus sopii pienempiin laajennuksiin kuin sähköverkko. Radiotaajuudella tiedonsiirtonopeus kiinteistöautomaatiossa on 5 kb/s ja tiedonsiirtoetäisyys enimmillään 15 - 50 m. Suuntaavalla antennilla parannetaan tiedonsiirtomatkaa huomattavasti. (Piikkilä 2004, 4-16.)

3.3 Tiedonsiirtoverkkojen yhdistäminen

Avoimeen järjestelmään perustuvat verkot ovat melko vaivattomasti liitettävissä toisiinsa. Laajentaminen täytyy tapahtua siihen tarkoitukseen tehdyillä standardia noudattavilla laitteilla. Näitä automaatioverkkojen laajentamiseen käytettäviä laitteita ovat reititin (Router), toistin (Repeater), silta (Bridge) ja yhdyskäytävä (Gateway). (Sähkötieto ry 2006, 87.)

Kuviossa 4 on esitetty piirrosmerkkejä edellä mainituista laitteista. Merkit eivät ole standardoituja, mutta ovat silti yleisesti käytössä (Sähkötieto ry 2006, 87–88).



Kuvio 4. Piirrosmerkkejä tiedonsiirtoverkkojen yhdistämiseen käytetyille laitteille (Sähkötieto ry 2006).

3.3.1 Reititin

Reititintä käytetään yhdistämään toisiinsa verkon eri osat, jotka käyttävät eri tiedonsiirtonopeutta keskenään tai erilaista tiedonsiirtotapaa. Reititin myös vahvistaa signaalia verkossa. Yhdessä runkoverkossa voi olla kiinni useita erilaisia reitittämiä. (Sähkötieto ry 2006, 91.)

Reitittimen tehtävänä on myös jakaa kiinteistöautomaatioverkko eri kanaviin. Kanavia verkkoon lisäämällä saadaan lisättyä myös solmujen määrää ja verkon ulottuvuutta. Kanavat jaetaan siten, että laitetaan solmut, joilla on eniten asiaa toisilleen samaan kanavaan. Kanaviin jako helpottaa vianetsintää mahdollisessa vikatilanteessa sekä vähentää verkon liikennekuormitusta. (Piikkilä 2004, 1-9, 6-1–6-2.)

3.3.2 Toistin

Toistin on yksinkertainen laite verkon laajentamista varten. Toistimella saadaan parannettua yksittäisen verkon ulottuvuutta siten, että toistin lukee verkosta saamansa viestin ja lähettää sen vahvistettuna edelleen. Näin saadaan verkkosignaalin siirron etäisyyttä kasvatettua. Toistimella saadaan yhdistettyä ainoastaan samanlaiset tiedonsiirtomediat. Kiinteistöautomaatiojärjestelmissä sen avulla saadaan lisättyä solmujen ja kaapelien määrää. (Sähkötieto ry 2006, 88.)

Toistinta ei suositella käytettäväksi verkon laajentamiseen, koska signaalin uusiminen vie aikaa ja kuluttaa verkon kokonaiskapasiteettia. Liikenne verkossa saattaa myös hidastua, koska kaapeloinnin pituus ja solmujen lukumäärä kasvaa. Toistin on ihanteellinen olosuhteisiin, jossa ilmenee paljon häiriöitä, koska se vähentää signaali-kohinasuhdetta. Näin ollen se sopiikin parhaiten käytettäväksi verkon häiriöiden poistoa varten. (Piikkilä 2004, 6-5–6-6; Sähkötieto ry 2006, 89–90.)

3.3.3 Silta

Silta liittää kaksi verkkoa fyysisesti yhteen. Yleensä silloilla yhteen liitettävät verkot ovat samanlaisia lähiverkkoja. Verkot voivat käyttää keskenään erilaista tiedonsiirtomediaa, esimerkiksi toinen kuitukaapelia ja toinen koaksiaalikaapelia, koska silta pystyy toistimen tapaan muodostamaan uuden signaalin. Silta ei näy käyttäjälle tietokoneelta, vaan käyttäjä näkee koneeltaan ainoastaan yhden verkon, vaikka todellisuudessa näitä yhteen liitettyjä verkkoja saattaa olla järjestelmässä useampi. (Sähkötieto ry 2006, 94–95.)

Sillan käyttö voi hyödyksi myös pilkottaessa suuria verkkoja pienempiin osiin. Tällöin verkon tehokkuus saadaan kasvamaan ja verkon hallinta helpottuu. Silta tosin aiheuttaa viivettä järjestelmään, mutta haitat saadaan minimoitua kun sijoitellaan asemat, joilla on eniten asiaa toisilleen, sillan samalle puolelle. (Sähkötieto ry 2006, 96.)

Silta voi olla mikrotietokone, jossa on verkkojen yhteensovittamista varten tehty ohjelma ja yhteen liitettävien verkkojen kortit, tai sitten silta on tätä tarkoitusta varten tehty erillislaitte (Sähkötieto ry 2006, 94).

3.3.4 Yhdyskäytävä

Yhdyskäytävää käytetään yhdistämään avoin ja suljettu järjestelmä toisiinsa. Yhdyskäytävän avulla voidaan liittää yhteen myös kaksi täysin erilaista tiedonsiirto-protokollaa käyttävää verkkoa toisiinsa, esimerkiksi LON ja Modbus. (Sähkötieto ry 2006, 92.)

Yhdyskäytävä pystyy suoriutumaan samoista tehtävistä kuin reititin, toistin ja silta, sekä monista muista. Yhdyskäytävä onkin näistä tiedonsiirtoverkkoja yhdistävistä laitteista monimutkaisin ja kallein. Monimutkaisuus tuo mukanaan myös sen ongelman, että yhdyskäytävän suorittamat muunnokset vievät paljon aikaa, mikä taas osaltaan vaikuttaa muun järjestelmän toimintaan hidastavasti. (Piikkilä 2004, 6-8.)

Verkon sujuvan toiminnan takaamiseksi yhdyskäytävän käyttö ei ole kovin järkevää. Käyttämällä pelkästään avoimia verkkoratkaisuja yhdyskäytävän tarvetta ei edes ole. Yhdyskäytävästä muodostuu helposti järjestelmän kriittisin piste, joten jos kaikesta huolimatta on muodostettava yhteys suljettuihin järjestelmiin, ei yhdyskäytävän tehokkuudessa kannata tinkiä. (Piikkilä 2004, 6-8.)

3.4 Kaapeloinnin häiriösuojaus ja asentaminen

Kiinteistöautomaatioverkossa voi ilmetä niin verkon sisäisiä kuin verkon ulkoisiakin häiriöitä. Sisäisiä häiriöitä ovat tietoliikenteen törmäily, heijastukset sekä muut järjestelmästä itsestään johtuvat häiriöt. Ulkoiset häiriöt kytkeytyvät väylään joko induktiivisesti, kapasitiivisesti tai sähkömagneettisesti väylän ulkopuolelta. (Sähkö-tieto ry 2006, 115.)

Häiriöitä voidaan ehkäistä valitsemalla oikeantyyppiset materiaalit ja asennustavat. Sijoittamalla tiedonsiirtokaapelit mahdollisimman kauas vahvavirtalähteistä voidaan estää häiriöiden muodostuminen. Etäisyyden on oltava vähintään 0,3 m. Parikierretyissä kaapelissa parikierron tasaisuuden säilyttäminen on tärkeää. Parikiertoa ei saa myöskään avata tarpeettomasti. Oikeaoppisella maadoituksella voidaan ehkäistä myös häiriöitä, kun vältetään maasilmukan muodostuminen. Kaapelointiin ei saisi jäädä kytkemättömiä solmuja tai haaroja, sillä ne keräävät häiriösignaaleja mikrofoniin tapaan. (Sähkö-tieto ry 2006, 108–116.)

3.5 Topologiat

Topologiolla kiinteistöautomaatiossa tarkoitetaan väylän fyysistä rakennetta, eli kuinka verkko on kaapeloitu. Eniten käytetyt topologiat ovat väylä, rengas ja tähti. (Sähkötieto ry 2006, 71.)

Verkko saattaa kuitenkin olla erilainen toiminnaltaan, kuin mitä sen kaapeloinnista ensi silmäyksellä osaisi päätellä. Esimerkiksi jos verkko on fyysiseltä rakenteeltaan kuin väylä, eli kaapelin päitä ei ole liitetty yhteen, saattaa se kuitenkin toiminnaltaan olla kuin rengas, koska verkon asemat on numeroitu renkaaksi, esimerkiksi asema n , asema $n-1$ ja niin edelleen. Tällaista sanotaan loogiseksi topologiaksi, eli verkon toimintamalliksi. Fyysisen topologian perusteella ei siis kannata päätellä, miten mikäkin verkko toimii. (Sähkötieto ry 2006, 71.)

Topologia määräytyy sen mukaan, mitkä ovat verkkoon liitettävien asemien ominaisuudet sekä tiedon perusteella, joka verkossa kulkee. Tehokas topologia on sellainen, jossa kaapelia on käytetty mahdollisimman vähän ja yhteys on mahdollisimman suora. (Sähkötieto ry 2006, 71.)

Kaikissa verkkotopologioissa mikä tahansa asema pystyy lähettämään tietoa mille tahansa verkossa olevalle asemalle. Ainoastaan samanaikainen lähettäminen toisen aseman kanssa ei onnistu. Jokaisella verkon asemalla on oma verkkoosoitteensa jonka perusteella se tunnistetaan. (Sähkötieto ry 2006, 71–72.)

Muita verkkotopologioita ovat alla esiteltyjen lisäksi puutopologia ja vapaa topologia. Myös niin kutsuttu hybridiverkko voi muodostua, kun saneerauskohteessa on tehty kaapelointeja useilla eri topologioilla. Tämä verkkomuoto on kaikista ongelmallisista, sillä monimuotoisen verkon hallittavuus ja impedanssisovitukset ovat erittäin hankalia, ja verkko on erittäin altis häiriöille. (Sähkötieto ry 2006, 71–77.)

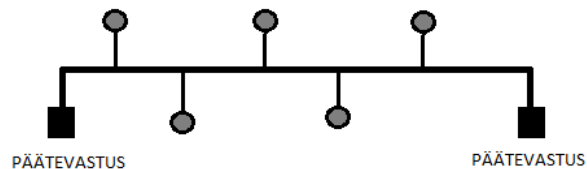
3.5.1 Väylätopologia

Väylätopologiassa on samaan kaapeliin kiinnitettynä kaikki asemat, ja väylän päitä ei ole liitetty toisiinsa, vaan väylän päissä on päätevastukset. Väylämäiseen topologiaan on helppo liittää uusia asemia, ja väylä on luotettava ja yksinkertainen.

Väylätologia soveltuukin ominaisuuksiensa vuoksi parhaiten kiinteistöautomaatioverkon rakenteeksi. (Piikkilä 2004, 5-17; Sähkötieto ry 2006, 72.)

Väylätyyppisessä kaapeloinnissa verkon muut asemat pystyvät kuuntelemaan lähetetyn sanoman melkein yhtä aikaa, mutta eivät lukea sitä, ellei sanoma ei ole osoitettu niille (Sähkötieto ry 2006, 72).

Tämän tyyppisen topologian heikkoutena on se, että se vaatii runsaasti kaapelointia. Väylätologiaa ei myöskään pystytä kaikissa ympäristöissä rakentamaan. (Piikkilä 2004, 5-16–5-17.)

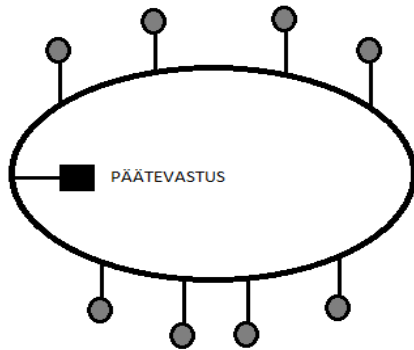


Kuvio 5. Väylätologia
(Sähkötieto ry 2006 esimerkkikuvan mukainen).

3.5.2 Rengstopologia

Rengstopologiassa nimensä mukaisesti runkokaapeli on renkaan muotoinen (Sähkötieto ry 2006, 73).

Tieto kiertää renkaassa ja palaa takaisin lähetyspisteeseen. Tämän topologian heikkoutena onkin, että jos joku verkon asemista rikkoutuu, voi koko verkon toiminta estyä sen vuoksi. Verkossa saattaa myös olla ongelmana häiriöt, kun lähetetty viesti jää kiertämään verkkoon. Rengasmaisen verkko toimii ehkä parhaiten lähiverkoissa, ei niinkään suurissa kiinteistöautomaatioverkoissa. (Sähkötieto ry 2006, 73–74.)

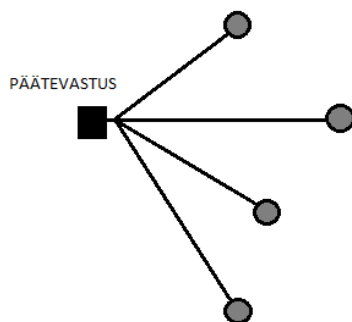


Kuvio 6. Rengastopologia
(Sähkötieto ry 2006 esimerkkikuvan mukainen).

3.5.3 Tähtitopologia

Tähtitopologiassa viestit kulkevat tähden keskiosan eli kytkentäkeskuksen kautta, johon myös kytketään kaikki asemat (Sähkötieto ry 2006, 74).

Tähtiverkko soveltuu parhaiten optisella kuitukaapelilla toteutetun verkon rakenteeksi. Huonoina puolina pidetään sitä, että tähtiverkossa kytkentäkeskuksen rikkoutuminen aiheuttaa verkon toiminnan katkeamisen. (Sähkötieto ry 2006, 75.)



Kuvio 7. Tähtitopologia
(Sähkötieto ry 2006 esimerkkikuvan mukainen).

4 LONWORKS-TEKNIikka

4.1 Yleistä

LonWorks on nykyisin yleisin käytössä oleva avoin ja hajautettu kenttäväyläratkaisu kiinteistötekniikassa. LON tulee sanoista Local Operating Network. LonWorks-tekniikan on kehittänyt amerikkalainen Echelon Corporation vuonna 1990, ja kyseinen yritys omistaa oikeudet tekniikan tärkeimpään sisältöön, eli Neuron-piiriin (engl. Neuron Chip). Neuron-piiri on älykäs prosessoripiiri, joka sisältyy jokaiseen LON-solmuun (engl. Node). (Piikkilä 2004, 2-1.)

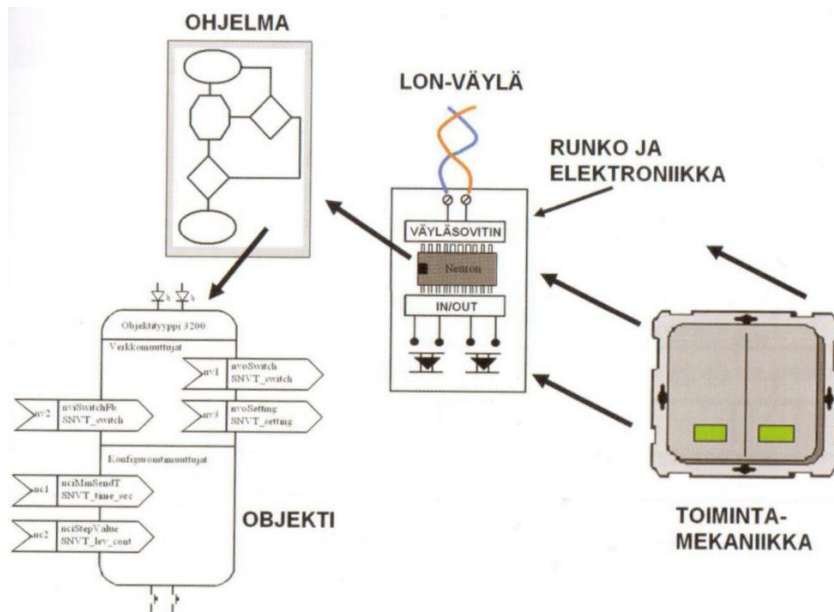
LON-solmut ovat älykkäitä kenttälaitteita, jotka saattavat ulkoisesti muistuttaa toisiaan, mutta toimivat silti eri tavalla. Niiden sisältämä ohjelmakoodi määrittää, millaisia toimintoja niillä on. (Piikkilä 2004, 2-6.)

LON-verkon perusideana on se, että se olisi laitevalmistajasta riippumaton tekniikka, jossa kaikki laitteet käyttäisivät samaa standardiprotokollan määrittämää "kiel-tä" eli LonTalk-protokollaa (Sähkötieto ry 2006, 219–220).

LonWorks-tekniikkaa hyödynnetään kiinteistöautomaation lisäksi myös teollisuusautomaatiossa sekä kulkuneuvoissa ja muissa laitteissa (Sähkötieto ry 2006, 220).

4.2 Solmut ja Neuron-piirit

Solmuja LON-verkossa voivat olla esimerkiksi anturit, lähettimet, säätimet, kytkimet ja muut toimiyksiköt (Harju 2004, 85). Jokaisella solmulla on oma toimintamekaniikkansa, ja sen lisäksi ne sisältävät Neuron-piirillä varustetun mikroprosessorin ja väyläsovittimen, jonka avulla solmut saadaan fyysisesti kytkettyä toisiinsa. Kenttälaitteet kytkeytyvät Neuron-piiriin solmun I/O-liityntöjen kautta. (Sähkötieto ry 2006, 221.) Kuviosta 8 selviää solmun rakenne tarkemmin.



Kuvio 8. Solmun rakenne (Piikkilä Veijo 2004).

Siirtotienä solmujen välillä voidaan käyttää parikierrettyä kuparikaapelia, sähköverkkoa, radiotaajuutta, infrapunayhteyttä ja valokuitukaapelia (Sähkötieto ry 2006, 222).

Solmulle annetaan sen sovellustehtävät ohjelmakoodina, ja ohjelmointikielenä käytetään Neuron C -kieltä, joka perustuu ANSI C -kielistandardiin. Ohjelman avulla voidaan määrittellä tietyn laitteen toiminta. (Piikkilä 2004, 2-5–2-6.)

Solmu pystyy hoitamaan itsenäisesti sille osoitetut tehtävät sekä kommunikoimaan muiden väylässä olevien solmujen kanssa LonTalk-protokollan standardiverkko-
muuttujien (SNVT - Standard Network Variable Types) avulla. Näiden verkkomuuttujien avulla välitetään erilaisia tietoja, suureita tai mittausviestiä. (Värjä & Mikkola 1999, 156.)

Neuron-piiri on solmun tärkein osa, sillä se hoitaa solmun sovellustehtävät sekä kommunikoinnin muiden solmujen kanssa väyläsovittimen kautta (Piikkilä 2004, 2-8).

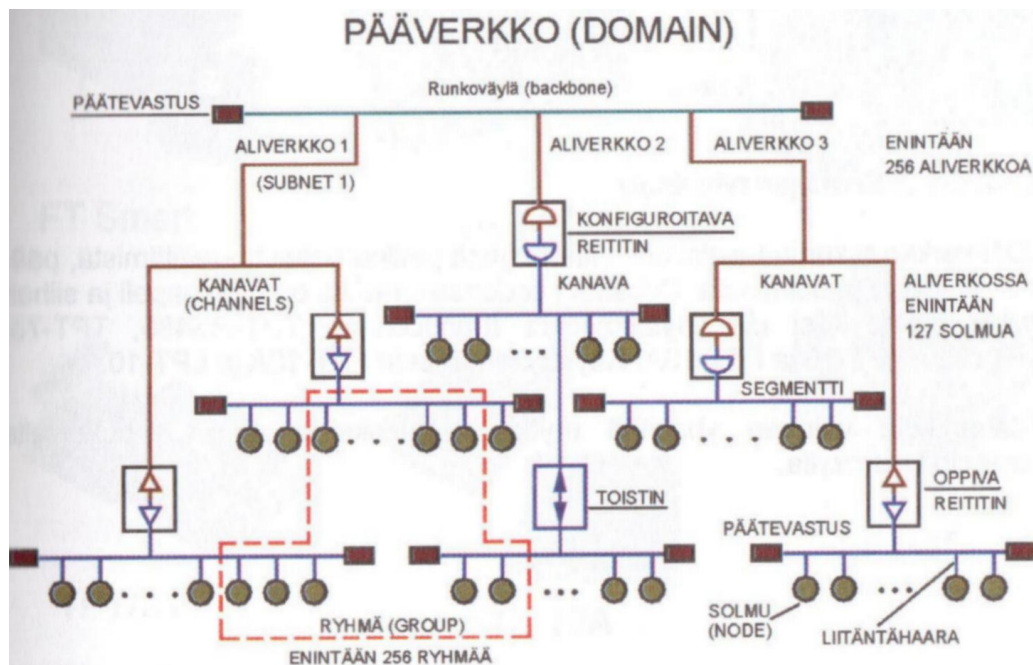
Jokaisella Neuron-piirillä on oma ID-tunnuksensa, jonka pituus on 48 bittiä, mikä tarkoittaa sitä, että Neuron-piirejä voidaan valmistaa lähes rajaton määrä ennen kuin samaa tunnusta olisi käytettävä (Sähkötieto ry 2006, 219).

Neuron-piiri koostuu kolmesta identtisestä mikroprosessorista, RAM-, ROM- ja EEPROM-muisteista sekä käyttöjärjestelmästä (Värjä & Mikkola 1999, 150).

4.3 LON-verkon rakenne

LON-verkko rakentuu pääverkosta, aliverkoista, kanavista, segmenteistä, ryhmistä ja solmuista. Hierarkian ylimmällä tasolla on pääverkko, ja toisella tasolla ovat aliverkot, joita voi olla pääverkossa enintään 256. Kolmannella tasolla ovat solmut, joita on aliverkossa enintään 127 ja niiden on kuuluttava samaan kanavaan. (Piikkilä 2004, 5-1.)

Verkot voidaan jakaa reitittimen avulla kanaviin, jotka muodostuvat tietystä määrästä solmuja. Yksittäinen kanava voidaan jakaa segmentteihin siltojen tai toistimien avulla. Segmentti on niin sanotusti pieni pala väyläkaapelia. Solmut ja kanavat voivat muodostaa myös ryhmiä. Ryhmiä voi olla enintään 256. Ryhmittelyn avulla saadaan välitettyä usealle solmulle sama viesti yhtä aikaa. (Piikkilä 2004, 5-1–5-2.)



Kuvio 9. LON-verkon rakenne (Piikkilä Veijo 2004).

Kanavat voivat muodostua erilaisten topologioiden mukaan, joista yleisin LonWorks-tekniikassa on väylätopologia. Rengastopologiaa ei suositella käytettäväk-

si, sillä lähetetty viesti voi jäädä kiertämään verkkoon. (Piikkilä 204, 5-2; Sähkötietyö ry 2006, 221.)

4.3.1 Väyläsovittimet

LON-verkossa tarvitaan väyläsovittimia liittämään solmu fyysiseen tietoväylään. Väyläsovittimia on useita eri tyyppiä, ja väyläsovitin valitaan sen mukaan, mitä tiedonsiirtotapaa halutaan käyttää. Väyläsovittinta valittaessa täytyy myös ottaa huomioon verkon topologia. (Piikkilä 2004, 5-3–5-4.)

4.3.2 Päätevastukset

Segmentteihin tarvitaan päätevastukset kaapelin päihin, joilla estetään signaalin heijastuminen takaisin verkkoon (Piikkilä 2004, 5-4). Signaalin heijastuminen kaapelin päistä johtuu riittämättömästä impedanssisovituksesta, kun signaali tulee kaapelin päähän eikä pääse purkautumaan, vaan kimpoaa takaisin verkkoon. Signaali saadaan purettua päätevastuksien avulla, ja millainen päätevastus tarvitaan milloinkin riippuu käytetyistä väyläsovittimista ja verkon topologiasta. Esimerkiksi väylämäisen topologian impedanssisovitukset ovat helpompia kuin esimerkiksi vapaan topologian verkossa, jossa impedanssisuhteet ovat aina epämääräiset. (Piikkilä 2004, 4-6.)

4.3.3 LON-verkon suunnittelussa huomioonotettavat seikat

LON-verkkoa rakennettaessa suunnittelun lähtökohtia tulisi tarkastella aina siltä kannalta, että verkon ominaisuudet saattavat muuttua erilaisten laajennusten ja muutosten yhteydessä (Piikkilä 2004, 9-1).

Verkon kokonaisuuden suunnittelussa keskeisiä tekijöitä ovat esimerkiksi

- muunneltavuus
- yksinkertaisuus
- hallittavuus ja ylläpidettävyys

- kapasiteetti
- vikasietoisuus
- käytettävyys
- turvallisuus.

(Piikkilä 2004, 9-1.)

Tärkeä asia huomioida on se, että suurien verkkojen rakentamisessa on aina omat riskinsä, sillä niiden hallittavuus on sitä hankalampaa mitä laajempi verkko on kyseessä. Suuret verkot tulee aina suunnitella aliverkkojen kombinaatioista. (Piikkilä 2004, 9-1.)

Toinen tärkeä seikka on myös huomata, ettei reitittimiä ketjutettaisi tarpeettomasti. Solmujen keskinäinen viestintä tulisi rajoittaa vain kahteen reitittimen kautta kulkevaan ”hyppyyn”, sillä yli kahden reitittimen kautta kulkeva liikenne aiheuttaa ylimääräisiä sanomalähetyksiä. Aliverkkoja ei myöskään saa laajentaa toisella reitittimellä. (Piikkilä 2004, 9-1.)

Tärkeää on myös huomioida, ettei aliverkkojen kapasiteettia ylitetä, sillä koko verkon kapasiteetti on aliverkkojen kapasiteettien summa (Piikkilä 2004, 9-2).

Runkoverkon kapasiteettia ja kaistanleveyttä säästetään, kun sijoitetaan solmut, joilla on eniten asiaa toisilleen samaan kanavaan. Suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon, ettei turhaan sekoiteta rakennukseen kuuluvia järjestelmiä ja organisaation tietojärjestelmiä. (Piikkilä 2004, 9-1.)

Suunnittelussa on myös mietittävä, onko järkevää toteuttaa verkko täysin hajautetuna siten, että jokaisessa verkossa olevassa laitteessa on LON-solmu (eli laitteet sisältävät Neuron-piirin) ja varsinaista ala-asema ohjausta ei ole, vai toteutetaanko verkko I/O-moduulien avulla (eli toimilaitteet kytketään alakeskuksien I/O-liityntäpisteisiin). Täysin hajautetun järjestelmän etuina ovat helpompi johdotus ja toteutuksen vapaa muokattavuus, haittana puolestaan yksittäisen komponentin kustannukset, toisin sanoen korkea hinta. I/O-moduuleita käytettäessä on oleellista tietää niiden ohjelmalliset toimintaominaisuudet. I/O-moduulit ovat tehokkaita sovelluskomponentteja, kun ne on suunniteltu tiettyyn käyttötarkoitukseen, yleiskäyttöiset I/O-moduulit harvoin soveltuvat järkeviin toteutuksiin kiinteistöautoma-

tiojärjestelmässä ja LON-verkossa. Yleensä LON-verkot toteutetaan käyttämällä sekä I/O-moduuleita että hajautettuja komponentteja, ja tärkeintä suunnittelussa onkin ottaa huomioon kohteen tarpeet. (Piikkilä 2004, 9-3–9-4.)

4.4 LON-verkon kaapelointi

LON-verkossa runkoverkkoa tai -väylää tarvitaan silloin, kun verkossa on kaksi tai useampi kanava ja niiden välillä tarvitaan tiedonsiirtoa. Runkoverkossa tiedonsiirtonopeus on 1,25 Mb/s ja kanavissa 78 kb/s. Runkoverkon kaapeloinnissa käytetään valokuitua tai kierrettyä parikaapelia. (Piikkilä 2004, 4-1–4-5, 4-14.)

LonWorks-tekniikassa käytetään tiedonsiirrossa valokuidun ja kierretyn parikaapelin lisäksi myös radioaaltoja, infrapunaa ja sähköverkkoa. Käytetyin tiedonsiirto-media on kierretty parikaapeli. LON-kaapeloinnissa käytetään yleisimmin joko suojaamatonta yksiparista 1,3 mm halkaisijaltaan olevaa kaapelia, esimerkiksi LONAK 2x1.3, tai kaksiparista suojattua 0,65 mm halkaisijaltaan olevaa kaapelia, esimerkiksi LONAK 2x2x0.65. Runkoverkkoihin sopiva kaapeli on halkaisijaltaan 1,3 mm. Solmut kytketään yleensä 2x0,65 mm kaapelilla. (Honkanen, [viitattu 18.7.2012]; Piikkilä 2004, 4-1–4-4.)

4.4.1 LON-kaapeloinnin mitoitus ja huomioonotettavat seikat

LON-kaapeloinnissa on ensisijaisesti otettava huomioon protokollan asettamat vaatimukset. Näitä vaatimuksia ovat esimerkiksi:

- kaapelityypin valinta
- solmujen enimmäismäärä
- solmujen väliset etäisyydet
- segmentin päiden terminointi päätevastuksilla
- segmentin maksimipituus
- haaran pituus.

(Piikkilä 2004, 4-1.)

Protokollan vaatimusten lisäksi kaapelointiin vaikuttaa tietysti samat seikat kuin kaapeloinnissa yleensäkin, kuten esimerkiksi vaatimukset täyttävien rakenneosien käyttö ja häiriösuojaus sekä kaapeloinnin asennusohjeiden noudattaminen. (Sähkötieto ry 2006, 108–109.)

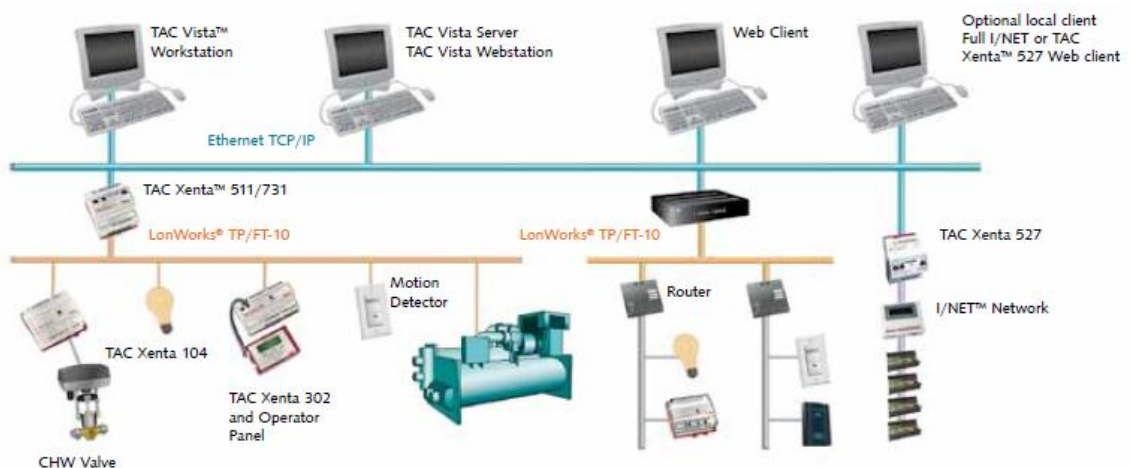
LON-kaapeloinnissa huomioitavia seikkoja on muun muassa se, että kaapelointia ei saa asentaa 0,3 m lähemmäksi vahvavirtakaapeleita tai muita häiriölähteitä. Kaapeloinnin ylittäessä vahvavirtakaapelin on se tehtävä siten, että kaapelit asennetaan kohtisuoraan toisiinsa nähden jolloin magneettikenttä leikkautuu vain yhdessä pisteessä ja näin häiriöiden kytkeytymiseltä verkkoon voidaan välttyä. Signaalijohtimien suojana voidaan joissain tilanteissa käyttää metalliputkia, joka estää sekä sähkö- että magneettikentän välityksellä kytkeytyvät häiriöt, jos näiden häiriöiden kytkeytymistä verkkoon ei voida muulla tavoin estää. Kaapelointiin ei myöskään saa jäädä kytkemättömiä kaapeleita solmuihin tai väyläpäätteisiin, koska ne voivat aiheuttaa häiriöitä verkkoon, jolloin verkkoa on hankala käyttää tai ylläpitää. (Piikkilä 2004, 4-8–4-11; Sähkötieto ry 2006, 112–114.)

Kaapeloinnin suunnittelussa mitoitukseen käytetään enintään 80 % sallituista kaapeloinnin enimmäispituuksista, jotta jatko- ja asennusvaraa jäisi vähintään 20 %. Myös kaapelipituudet ja solmutiheydet tulee mitoituksessa ottaa huomioon, sillä lämpötilavaihtelut ja solmujen epätasainen jakautuminen LON-verkossa lyhentävät kaapeleiden maksimipituuksia ja -etäisyyksiä. (Piikkilä 2004, 4-12, 9-1.)

5 TAC XENTA-, MENTA- JA VISTA-JÄRJESTELMÄ

TAC kuuluu Schneider Electric -konserniin, joka on toimialaltaan kiinteistöjen sähkönjakelu- ja automaatoratkaisuja tarjoava yritys. TACin tuotteet ovat avoimeen ja hajautettuun kiinteistöautomaatiojärjestelmään perustuvia tuotteita, joihin myös Seinäjoen keskussairaalan kiinteistöautomaatiojärjestelmä pohjautuu. (TAC 2008, 8–9.)

TAC-kiinteistöautomaatiojärjestelmään kuuluvat pääosat ovat TAC Vista, joka on valvomo-ohjelmisto, TAC Xenta, jotka ovat ohjelmoitavia säätimiä sekä TAC Menta, joka on Xenta-säätimien ohjelmointityökalu. TAC-tuotteiden kenttäväylän tiedonsiirto perustuu LonWorks-tekniikkaan. (TAC 2008, 12–14.)



Kuvio 10. TAC-kiinteistöautomaatiojärjestelmäarkkitehtuuri (TAC 2008).

5.1 TAC Vista

TAC Vista on valvomo-ohjelmisto, jonka avulla pystytään keskitetysti hallitsemaan, valvomaan ja analysoimaan kiinteistön päivittäisiä eri toimintoja sekä energiankäyttöä ja kustannustehokkuutta. Sitä voidaan käyttää niin suurien kuin pienienkin kiinteistöjen hallintaan. (TAC 2008, 12–14.)

TAC Vista toimii Microsoft Windows -käyttöjärjestelmällä varustetuissa tietokoneissa, ja käyttää TCP/IP-protokollaa yhdistämään valvomoserverit toisiinsa joko Internetin tai WAN/LAN-verkkojen välityksellä. (TAC 2008, 12–14.)

Vistan käyttöliittymän kautta palvelin luo yhteyden TAC Xenta -säätimiin tai muihin LonWorks-tekniikkaa hyödyntäviin laitteisiin. Käyttäjälle käyttöliittymän kautta näkyvät erilaiset raportit, trendiseuranta ja hälytykset, ja käyttäjä saa tietoa erilaisista toiminnoista. (TAC 2008, 12–14.)

Käyttöjärjestelmän muistiin tallentuvat mm. seuraavat toiminnot:

- Tietokannan hallinta
- Hälytysten käsittely
- Käyttöoikeudet/käytönvalvonta
- Varmuuskopiot
- Aikaohjelmat
- Trendiseuranta
- Tapahtumaseuranta
- Järjestelmänhallinta.

(TAC 2008, 12–14.)

5.2 TAC Xenta

TAC Xentat ovat LonWorks-tekniikkaan perustuvia ohjelmoitavia säätimiä, joilla ohjataan kiinteistön lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien toimilaitteita. Säätimeen voidaan ohjelmoida haluttu alakeskusohjelma TAC Menta-ohjelmointityökalun avulla. Säätimet pyritään asentamaan aina ohjattavan laitteiston viereen, jolloin kaapelointikustannuksissa säästetään merkittävästi. (TAC 2008, 40.)

Kaikki Xenta-säätimet on helppo liittää yhteen yhtenäiseksi tiedonsiirtoverkoksi, ja yhdellä säätimellä voidaan ohjata joko yksittäistä toimilaitetta tai suurempaa järjestelmää. Kun säätimet yhdistetään Vista-valvomoon, pystyy käyttäjä helposti suorittamaan säätimien ohjausta etäkäyttönä. (TAC 2008, 40.)

Säätimiä on useita erityyppisiä, ja ne voidaan jakaa pääyksiköihin ja apuyksiköihin. Säätimissä on kiinteät sisäänmenot ja ulostulot. Pääyksiköissä on tietty määrä I/O-liitäntöjä, ja liitäntöjen määrää voidaan laajentaa apuyksiköillä. Xentoihin voidaan liittää myös operointipaneeli pistokeliitännän avulla, jolla säätimiä voidaan käyttää paikallisesti. Kaikkiin samaan verkkoon kytkettyihin säätimiin pääsee yhdestä liitäntäpisteestä, ja käyttäjä pystyy esimerkiksi muuttamaan aikaohjelmia tai asetusarvoja ilman että säätimiin tarvitsee olla yhteydessä keskusjärjestelmän kautta. (TAC 2008, 43–51.)



Kuvio 11. TAC Xenta -säätimiä
(TAC/Schneider Electric)

5.3 TAC Menta

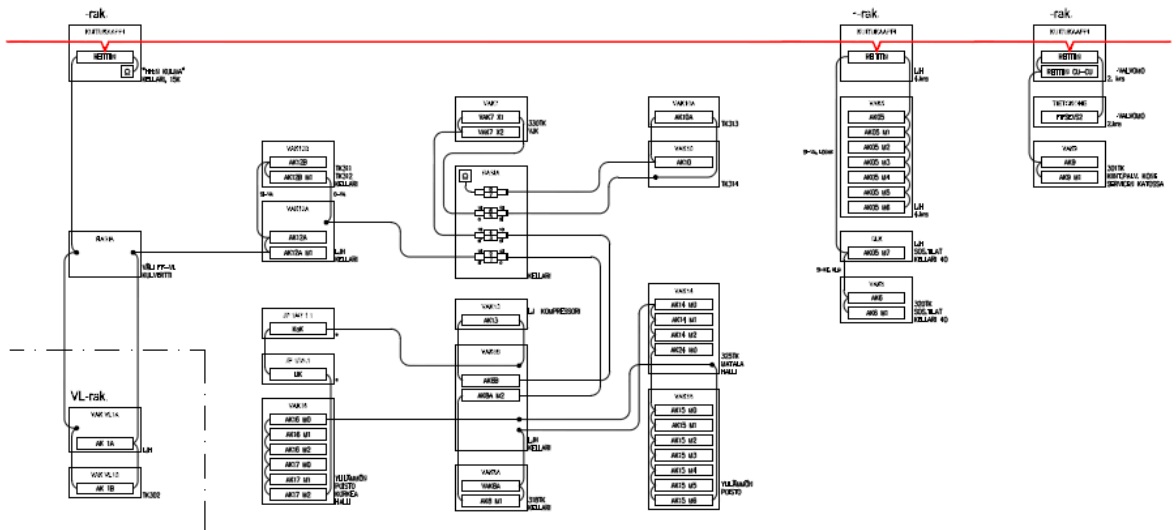
TAC Menta on graafinen suunnittelutyökalu Xenta-säätimen ohjelmointiin. Sen avulla voidaan ladata ohjelmia Xentoihin, testata ohjelmien toimivuutta offline-simulaattorissa, määritellä trendiseurannat, aikaohjelmat ja hälytykset ja paljon muuta. (TAC 2008, 26.)

6 TYÖN TOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ SEKÄ LOPPUTULOSTEN ARVIOINTI

Tämän työn tavoitteena oli selvittää Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin Seinäjoen keskussairaalan alueen kiinteistöautomaatiojärjestelmän alakeskusten, reitittimien, päätevastusten, taajuusmuuttajien ja energiamittareiden sijainnit ja luoda siitä esimerkkipiirustusten (kuvio 12) mukaiset dokumentit, joista nähdään, millä tavalla nämä järjestelmän eri osat ovat kytkettyinä toisiinsa.

6.1 Esimerkkipiirustukset

Esimerkkipiirustukset saatiin Schneider Electric Finland Oy:n Timo Mäeltä. Piirustukset olivat tarkoitettu vain henkilökohtaiseen käyttöön, mutta työhön haluttiin kuitenkin tuoda yksi kuva esille, koska siitä näkee hyvin, millaiset piirustukset tätä työtä varten haluttiin saada. Kuviossa 12 esitettyä kuvaa kaapelointipiirustuksesta on muokattu sen verran, että alkuperäinen käyttö ja asiayhteys eivät siitä ilmene.



Kuvio 12. Esimerkkikuvaa LON-johdotuksesta (Schneider Electric Finland Oy)

Kuviossa 12 punaisella erottuva runkokaapelina toimiva valokuitu kulkee reitittimeltä toiselle, joista lähtee eteenpäin valvonta-alakeskuksille kuvassa mustalla merkitty kierretty parikaapeli. Kuvasta näkee, missä järjestyksessä kaapeli millekin

alakeskukselle menee, ja miten alakeskukset liittyvät toisiinsa. Alakeskusten sisällä parikaapeli kulkee TAC Xenta -säätimeltä toiselle, sekä joissain alakeskuksissa myös riviliittimiltä toiselle. Kuvasta erottuvat myös päätevastusten sijainnit, jotka on merkitty Ω -merkillä. Rakennusosat, alakeskusten ja alakeskusten sisällä olevien säätimien tunnistenumero/kirjain-yhdistelmät olivat myös merkittynä kuvaan, mutta ne on poistettu yksityisyydensuojasyistä. Samankaltaiset kuvat oli siis tarkoitus tehdä tähän opinnäytetyöhön.

6.2 Työn lähtökohdat

Esimerkkikuvien perusteella lähdettiin työstämään tätä opinnäytetyötä. Työtä oli paljon, sillä kuten kuviosta 13 käy ilmi, on Seinäjoen keskussairaalan alue varsin laaja ja koostuu monesta rakennusosasta.



Kuvio 13. Seinäjoen keskussairaalan rakennusosat (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri)

Valvonta-alakeskuksia sijaitsee keskussairaalan jokaisessa rakennusosassa eri IV-konehuoneissa, lämmönjakokeskuksissa sekä sähkökaappien lähetyvillä.

Seinäjoen keskussairaala on laajentunut vuosien aikana paljon ja samalla myös kiinteistöautomaatiojärjestelmä on kokenut paljon muutoksia ja laajennuksia. Käytössä oli osittain vielä vanhaa säätötekniikkaa, josta oltiin luopumassa, sekä uu-

dempaa LonWorks-tekniikkaa. Osa keskussairaalan kiinteistöautomaatiojärjestelmän LON-verkosta on liitetty suoraan ATK-verkkoon, varsinkin uudemmat alakeskuskokonaisuudet. Keskussairaalan muutkin alakeskukset tullaan tulevaisuudessa liittämään ATK-verkkoon, koska vanha kiinteistöautomaatioväylä on kuormitettu jo äärimmilleen ja on haavoittuvainen tiedonkulun osalta. (Eerikäinen 2012.)

6.3 Väyläkaapeloinnin selvittäminen

Väyläkaapeloinneista oli olemassa jonkin verran vanhoja piirustuksia, joita käytettiin apuna tätä työtä tehdessä. Olemassa olevien kuvien osalta täytyi lähinnä tarkastaa kaapelointi, pitivätkö kuvat sen suhteen edelleen paikkansa.

Kaapeloinnit, joista ei ollut olemassa mitään aiempia piirustuksia, täytyi tutkia itse. Jos kaapeloinnin tutkiminen silmämääräisesti ei tuonut selvyyttä siihen, mihin tietty kaapeli kulki, täytyi kaapeli irrottaa ja katsoa valvomopäätteeltä, mikä järjestelmän osa ”pimenee”. Jossain tapauksissa tämäkään ei tuonut toivottua tulosta, vaan täytyi vain todeta, että kaapelointia ei pystynyt sillä erää sen alakeskuksen osalta selvittämään.

Keskussairaalan rakennusosien laajuudesta ja ajan puutteesta johtuen kaikkia kaapelointireittejä ei saatu selvitettyä, mutta kaiken kaikkiaan työn tuloksena saatiin melko kattavat piirustukset väyläkaapeloinnista sairaalan eri rakennusosissa.

6.4 Selvitystä tehdessä havaitut puutteet

Työtä tehdessä ensimmäisenä huomiota kiinnittivät puutteelliset merkinnät niin alakeskuksissa kuin LON-kaapeleissakin. Esimerkiksi alakeskuksien sisällä olevista TAC Xenta -säätimistä saattoi puuttua niiden tunnistenumero/kirjain-yhdistelmä, jota olisi tarvittu väyläkaapelointipiirustuksia varten. Muita tunnistetietoja/merkintöjä saattoi myös puuttua. Merkintöjen puuttuessa näitä tietoja ei näin ollen voinut liittää valmiisiin piirustuksiin ja dokumentteihin. Näistä asioista koottiin puutelista, joka luovutettiin työn tilaajalle.

Hankalin osuus työssä oli kuitenkin se, ettei alakeskuksilta lähtevään runkokaapelin ollut merkitty, minne ne menevät. Kaapelissa tulisi selkeästi lukea, mille alakeskukselle ja mihin rakennusosaan kaapeli liittyy. Merkitsemättömät kaapelit aiheuttavat melkoisesti päänvaivaa esimerkiksi huoltotöitä tekeväälle, joka joutuu melkein pä arvuuttelemaan, minne mikäkin kaapeli menee. Uudemmissa asennuksissa kaapeloinnit oli merkitty melko hyvin, mutta vanhemmista asennuksista kaapelointimerkinnot puuttuivat lähes täysin.

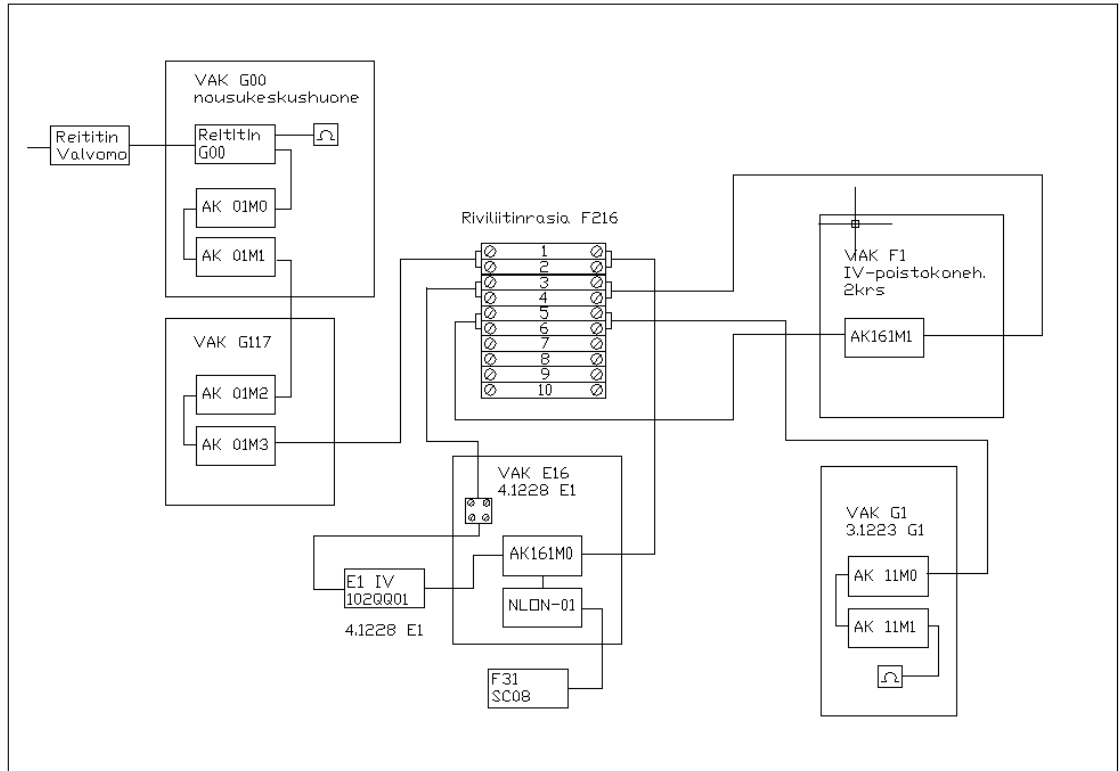
Joissain alakeskuksissa oli myös todella sekavat ja epäsiistin näköiset kaapelointiasennukset, joista oli hyvin hankala selvittää kaapelireittiä.

6.5 Lopputulokset

Työn lopputuloksena syntyivät melko kattavat piirustukset ja dokumentit kiinteistöautomaatiojärjestelmän rakenteesta sekä kaapeloinneista keskussairaalan eri rakennusosissa. Piirustukset tehtiin seuraavista rakennusosista: B, C, F, K, P, E, G, H ja M. Työn tavoitteet tuli siis näiltä osin täytettyä. Dokumenttien ja piirustusten päivittäminen ajan tasalle säästää varmasti jatkossa henkilöstön työaikaa.

Kuviossa 14 on esimerkkikuva valmiista kaapelointipiirustuksesta, joka on tehty eräästä keskussairaalan alakeskuskokonaisuudesta. Kuvioista näkee, miten nämä alakeskukset ovat liitettyinä toisiinsa, sekä niiden sisällä olevat komponentit ja niihin liittyvät muut toimilaitteet.

Kuviossa 14 näkyvät alakeskuksiin liittyvien päätevastusten ja energiamittareiden sijainnit. Energiamittarin tunnus kuvassa on "E1 IV 102QQ01". TAC Xenta-säätimet on merkitty "AK xxxx" -kirjain/numeroyhdistelmällä. Jos alakeskuksiin oli liitettyä taajuusmuuttajia, ne piirrettiin kuvaan myös. Taajuusmuuttaja on tässä kuvassa merkitty tunnuksella "F31 SC08". Alakeskuskaapit sekä niiden nimet (esim. VAK G00) huonenumeroineen näkyvät kuvassa myös, mikä helpottaa tietysti niiden paikantamista rakennuksessa sellaiselle, joka niiden fyysistä sijaintia ei muuten tiedä.



Kuvio 14. Esimerkki valmiista kaapelointipiirustuksesta

Piirustukset tehtiin *ProgeCAD 2009 Smart!* -nimisellä ohjelmistolla, josta sovittiin etukäteen työn tilaajan kanssa. Piirustukset täytyi tehdä mahdollisimman kevyellä ohjelmistolla, sillä piirustuksien tekoon käytetty kannettava tietokone ei kyennyt pyörittämään kovin raskaita CAD-ohjelmistoja.

Sairaalan kiinteistöautomaatiojärjestelmän laajuudesta johtuen selvitystyötä ei saatu tehtyä täysin loppuun. Tämä oli toki tiedossa ja työtä aloittaessa, ja tavoite olikin pyrkiä siihen, että työ tehdään niin pitkälle kuin pystytään aikataulun ja resurssien rajoissa.

Tehdyt piirustukset ja dokumentit (yhteensä 16 kpl) sekä puutelista havaituista seikoista luovutettiin Seinäjoen keskussairaalalle niin sähköisessä muodossa kuin paperiversionakin.

LÄHTEET

- Eerikäinen, H. Huoltomestari. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. <xxx.xxx@epshp.fi> 13.9.2012. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Hanna Viitala. [Viitattu 13.9.2012].
- Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Ei päiväystä. Hanneksenrinteen alueen kartta. [Verkkosivu]. Seinäjoki: Seinäjoen keskussairaala. [Viitattu 22.8.2012]. Saatavana: <http://www.epshp.org/kartat/hanneksenrinne.asp>
- Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Ei päiväystä. Yleisesittely. [Verkkosivu]. Seinäjoki: Seinäjoen keskussairaala. [Viitattu 20.9.2012]. Saatavana: <http://www.epshp.fi/1/yleisesittely>
- Harju, P. 2006. Talotekniikan automaatio. 2. painos. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.
- Honkanen, H. Ei päiväystä. LonWorks. [Verkkojulkaisu]. Kajaani: Kajaanin ammattikorkeakoulu. [Viitattu 18.7.2012]. Saatavana: http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honhar/ma/KAT_LonWorks.pdf
- Kajaanin ammattikorkeakoulu. Ei päiväystä. C++ -ohjelmointikielen taustaa. [Verkkosivu]. Kajaani: Kajaanin ammattikorkeakoulu. [Viitattu 24.9.2012]. Saatavana: <http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/ViOI/C/taustaa.htm>
- Koivisto, H. Ei päiväystä. Automaation digitaaliset kenttäväylät. [Verkkojulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 15.8.2012]. Saatavana: http://www.ac.tut.fi/aci/courses/7601000/pdf/Averkot_2_fieldbus_2p.pdf
- Piikkilä, V. 2004. LonWorks-tekniikan perusteet. Tampere: Tammertekniikka.
- Schneider Electric Finland Oy. Ei päiväystä. Yritys ja uramahdollisuudet. [Verkkosivusto]. [Viitattu 20.9.2012]. Saatavana: <http://www.schneider-electric.fi/sites/finland/fi/yritys/yrityssivu.page>
- Sähkötieto ry. 1998. Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Sähkötieto ry. ST-käsikirja 17. 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Sähkötieto ry. ST-käsikirja 17. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

- Sähkötieto ry. ST-käsikirja 21. 2006. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Sähkötieto ry. ST-käsikirja 22. 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- TAC. 2008. TAC Vista tuoteluettelo. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.9.2012]. Saatavana:
http://www.tac.com/fi/data/internal/data/08/71/1255335652546/CAT_VISTA_A4_suomi_verkkolaatu.pdf
- TAC/Schneider Electric. Ei päiväystä. TAC Xenta Overview. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.9.2012]. Saatavana:
<http://www.staging.tac.com/ap/Navigate?node=1656>
- Turun yliopisto. 2011. Häiriösuojaus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.9.2012]. Saatavana:
<http://www.physics.utu.fi/projects/kurssit/FFYS4291/H%C3%A4iri%C3%B6suojaus%202011.pdf>
- Värjä, P. & Mikkola, J-M. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio. Kuusankoski: Mikro-oppi Ky.