



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Isto Väre

Sairaalan järjestelmien välisten integraatioiden dokumentointipohjan suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

12.12.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Isto Väre Sairaalan järjestelmien välisten integraatioiden dokumentointipohjan suunnittelu 23 sivua 12.12.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	projektipäällikkö Jani Kautto lehtori Kai Virta
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Granlund Oy:lle. Työn tavoitteena oli suunnitella dokumentointipohja, jota voitaisiin käyttää sairaalan eri järjestelmien ja niiden välisten yhteyksien sekä integraatioiden dokumentoimiseen.</p> <p>Työn alussa on kerrottu rakennusautomaation perusteista ja sairaalan eri järjestelmistä. Loppuosassa on kerrottu dokumentointi pohjien luonnista sekä valmiista dokumentointipohjasta.</p> <p>Dokumentointipohjien tekemiseen käytettiin tässä työssä Microsoft Visio ja Microsoft Word ohjelmia.</p> <p>Insinöörityön tuloksena saatiin kaksi valmiista mallipohjaa sairaalan eri järjestelmien välisten yhteyksien ja integraatioiden dokumentoimista varten.</p>	
Avainsanat	sairaala, dokumentointipohja, Granlund Oy, integraatiot, automaatiotekniikka

Author Title Number of Pages Date	Isto Väre Documentation template for the integrations between hospital systems 23 12 December 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Jani Kautto, Project Manager Kai Virta, Senior Lecturer
<p>This thesis work was done for Granlund Oy. The aim of this thesis was to design a documentation template that can be used to document integrations and connections between different hospital systems.</p> <p>The basics of building automation systems and variety of hospital systems are introduced at the beginning of this thesis. After introductions of those systems, the process of making the documentation templates are showcased. At the end of this thesis the completed documentation template is presented, and its contents explained.</p> <p>The tools that were used for the creation of the documentation templates were Microsoft Visio and Microsoft Word.</p> <p>As the result of this thesis, the documentation templates were successfully created for the purpose of documenting integrations and connections between different hospital systems.</p>	
Keywords	hospital, documentation template, Granlund Oy, integrations, automation engineering

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	2
2.1	Tulot ja lähdöt	4
2.2	Yleisimmät kenttäväylät rakennusautomaatiossa	4
3	Sairaalan järjestelmät	7
3.1	Leikkaussalien ohjausjärjestelmät	7
3.2	Sairaalakaasu järjestelmät	8
3.3	Hoitajakutsujärjestelmä	10
3.4	Rakennusautomaatiojärjestelmät	11
4	Dokumentointi nykytilanne	13
5	Projektin eteneminen	14
5.1	Työn aloitus	14
5.2	Dokumenttipohjan luonti	15
5.3	Dokumentoinnin työkalut	17
6	Valmis dokumenttipohja	18
7	Yhteenveto	21
	Lähteet	22

Lyhenteet

BACnet	Väyläprotokolla, joka tulee englannin kielisistä sanoista Building Automation and Control Networks.
I/O	Input/output = sisään- ja ulostulo.
KNX	Kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi.
LVISA	Lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö, automatiikka
M-Bus	Väyläprotokolla, joka on suunniteltu mittarointia varten.

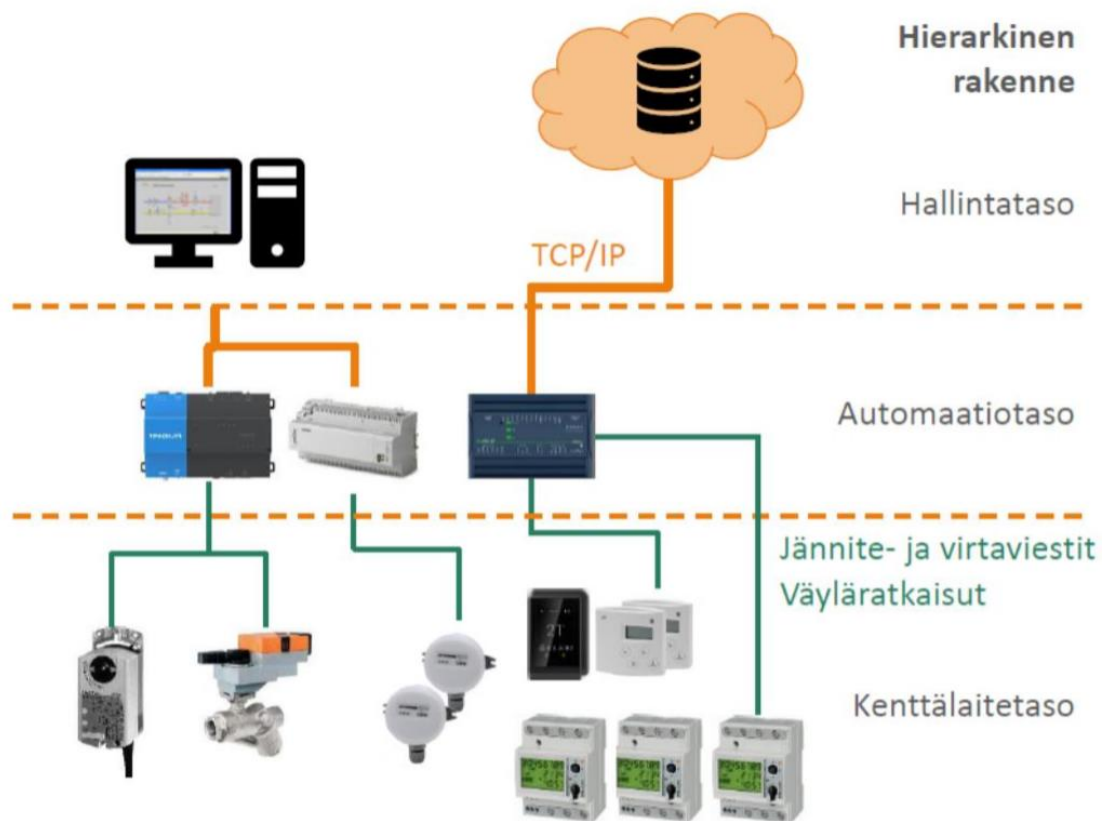
1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Granlund Oy:lle. Granlund Oy on suomalainen kiinteistö- ja rakennusalan asiantuntijakonserni, jonka päätoimialana on talotekninen suunnittelu. Granlundin tärkein tavoite on parantaa kiinteistöjen älykkyyttä ja toimivuutta sekä parantaa ihmisten hyvinvointia rakennetussa ympäristössä. Yritys on perustettu vuonna 1960 ja se työllistää satoja asiantuntijoita ympäri suomen. Granlund on Suomen markkinajohtaja LVI-, sairaala- ja konesalisuunnittelussa. [1.]

Opinnäytetyön tavoitteena on tutustua sairaalan eri järjestelmiin ja niiden välisiin integraatioihin sekä tehdä mallipohja niiden dokumentoimista varten. Pohjan valmistuttua sitä tullaan käyttämään Jyväskylän uuden keskussairaalan järjestelmien välisten integraatioiden dokumentoimiseen. Dokumentointipohjaa lähdetään myös markkinoimaan uutena palveluna muiden sairaaloiden ja isojen kiinteistöjen järjestelmien välisten integraatioiden dokumentoimiseen.

2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaation avulla voidaan automaattisesti ohjata ja säätää rakennusten LVIS-järjestelmiä, kuten ilmanvaihtokoneita, lämmitysjärjestelmiä sekä valaistusta. Rakennusautomaation avulla voidaan parantaa kiinteistöjen mukavuutta ja energiatehokkuutta esimerkiksi ohjaamalla ilmanvaihtoa ja lämmitystä. Rakennus- tai kiinteistöautomaatiojärjestelmä koostuu yleensä hallintatasosta, automaatiotasosta sekä kenttälaite- tasosta. Kuvassa 1 on esitettyä rakennusautomaatiojärjestelmän eri tasot.



Kuva 1. Perinteisen rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne [2].

Hallintatasoon kuuluu paikallinen valvomo tai etävalvomo. Valvomo on rakennusautomaatiojärjestelmän ja sen käyttäjän välinen rajapinta, jonka avulla voidaan tarkastella kiinteistön eri automaatiotoimintoja tai manuaalisesti muuttaa niitä.

Automaatioasolla sijaitsee alakeskukset sisältöineen. Kuvassa 2 on esitettyä esimerkki alakeskuksessa sijaitsevasta keskusyksiköstä, joka ohjaa ja säätää kiinteistön automaatio toimintoja kenttälaitteilta saatujen tietojen perusteella. Kenttälaitteet ovat liitettynä alakeskuksissa sijaitseviin keskusyksiköihin joko suoraan tai I/O-moduulin välityksellä.



Kuva 2. Fidelixin valmistama FX-3000-c-keskusyksikkö [3].

Kenttälaitetaso koostuu kenttälaitteista, joita ovat esimerkiksi mittalaitteet ja toimilaitteet. Mittalaitteet ovat antureita tai lähettäjiä, jotka mittaavat esimerkiksi lämpötilaa, paineroa, ilmavirtausta tai jotakin muuta suuretta. [4.] Toimilaitteella tarkoitetaan laitetta, joka vaikuttaa ohjattavaan prosessiin toimielimen välityksellä. Esimerkiksi vesikiertoisen lämpöpatterin veden virtausta säättävä venttiili on toimielin ja venttiiliä liikuttava sähkömoottori on toimilaite [5]. Kenttälaitteet siirtävät tietoa alakeskusten keskusyksiköiden kanssa väylän tai fyysisen I/O:n välityksellä [6].

2.1 Tulot ja lähdöt

Keskusyksikköön tai siihen liitettävään I/O-moduuliin kytkettävät kenttälaitteet kommunikoivat toistensa kanssa lähtö- ja tulosignaaleilla, jotka nimensäkin mukaisesti tulevat tai lähtevät joko kenttälaitteista tai alakeskuksen keskusyksiköltä. Lähtö- ja tulosignaalit ovat joko analogisia tai digitaalisia.

Digitaalinen signaali on yleensä joko 0 tai 1. Digitaalisen signaalin ollessa 0 V tai alittessaan esimerkiksi 2 V:in jännitteen, tulkitsee kenttälaitte tai alakeskuksen prosessori digitaalisen viestin olevan 0. Digitaalisen signaalin ollessa 10 V tulkitsee kenttälaitte tai alakeskuksen prosessori viestin olevan 1. Digitaalisen viestin avulla ohjataan yleensä jokin toiminto päälle tai pois. Sitä voidaan käyttää myös indikaattorina erilaisista tapahtumista kuten hälytyksestä tai laitteen käynnistymisestä sekä sammumisesta.

Analoginen signaali on joko jännite- tai virtasignaali. Virtaviesti toimii yleensä välillä 4–20 mA ja jänniteviesti 0–10V välillä. Rakennusautomaatiossa käytetään pääosin jänniteviestejä, koska tällöin signaalin vastaanottopäähän ei tarvita ylimääräistä muuntovastusta. Analogista signaalia käytetään eri suureiden mittauksissa tai sillä ohjataan suhteellisesti laitteita, kuten puhallinta tai venttiiliä. [6.]

2.2 Yleisimmät kenttäväylät rakennusautomaatiossa

Kenttäväylällä tarkoitetaan sellaista digitaalista tiedonsiirtotapaa, joka on kaksisuuntaista ja minkä avulla voidaan yhdistää älykkäät kenttä- ja mittausrakennuslaitteet toisiinsa sekä alakeskuksiin samalla kaapeloinnilla. [7.]

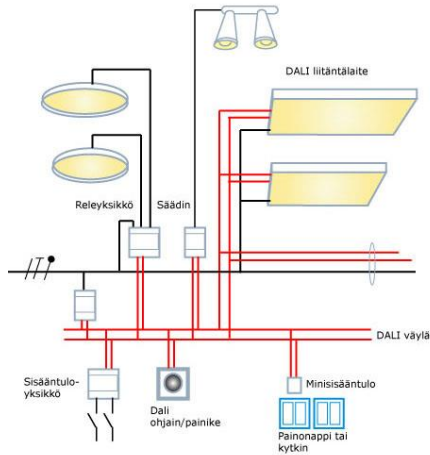
Modbus on vuonna 1979 Modiconin kehittämä täysin avoin ja lisenssimaksuton väyläprotokolla. Alun perin se kehitettiin Modiconin valmistamiin ohjelmoitaviin logiikoihin väyläprotokollaksi, mutta myöhemmin siitä tuli suosittu niin teollisuus- kuin rakennusautomaatiossakin. Modbus on isäntä-orja sarjaliikenneprotokolla, jonka avulla voidaan luoda yhteys älykkäiden laitteiden välille. Modbus-protokollan avoimuuden ansiosta eri laitevalmistajien laitteet voivat kommunikoida toisensa kanssa, mikä onkin yksi syy Modbus-protokollan suureen suosioon. [8.]

BACnet on avoin väyläprotokolla, joka on suunniteltu rakennus- ja kiinteistöautomaation tarpeita varten. *BACnet* väyläprotokollan avulla eri laitevalmistajien valmistamat laitteet voivat kommunikoida keskenään, jos laitteet tukevat *BACnet* protokollaa. *BACnet* protokollaa alettiin kehittää vuonna 1987. Vuonna 1995 *BACnet* määriteltiin ANSI-standardiksi ja ISO-standardiksi vuonna 2003. ASHRAE SSPC 135-niminen komitea vastaa *BACnet*-protokollan kehittämisestä. Komitea koostuu suurimmaksi osin niistä henkilöistä, jotka ovat olleet alun perin kehittämässä *BACnet* protokollaa. Jotta laitevalmistajat saavat laitteisiinsa *BACnet*-sertifikaatin sekä pääsevät viralliselle BTL-listalle, tulee laitteet testauttaa BTL-laboratoriossa. BTL-hyväksynnöistä päättää *BACnet International* -järjestö. Järjestö vastaa myös *BACnet*-protokollaan valvonnasta sekä muista siihen liittyvistä asioista. [9.]

KNX on vuonna 1996 luotu kansainvälinen ja avoin kiinteistöjen sähköjärjestelmien ohjaukseen tarkoitettu standardi. Maailmassa on jopa yli 200 sertifioitua *KNX*-laitteiden valmistajaa. *KNX* on järjestelmä, jossa ei ole keskusyksikköä. Sen johdosta siihen liitettävissä laitteissa tulee olla mikroprosessori, joka tukee *KNX*-väyläprotokollaa. *KNX*-väylässä olevat anturit ja ohjauslaitteet saavat virtaa 30 V:in virtalähteestä. Yhdessä *KNX*-väyläjärjestelmässä voi olla jopa 50 000 väylälaitetta. *KNX*-järjestelmässä on jokaisella laitteella oma osoite. [10.]

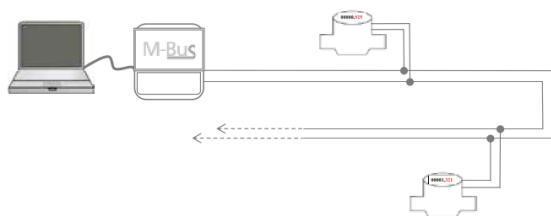
Dali on digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä ja väylä. Se tulee englannin kielisistä sanoista ”Digital Addressable Lighting Interface”, joka karkeasti suomennettuna tarkoittaa digitaalista ja osoitteellista valaistuksen käyttöliittymää. Protokolla on luotu valaistuksen ohjaukseen varten ja hoitamaan se paremmin kuin muut rakennusautomaatiojärjestelmät. *Dali* on avoin ja standardisoitu protokolla, johon kaikki valmistajat voivat päästä käsiiksi. *Dali*-järjestelmässä jokaista laitetta ohjataan laitekohtaisesti. Jokaisella laitteella on osoite väliltä 0–63 eli yhden ohjelmointilaitteen verkossa voi olla maksimissaan 64 laitetta. Yhteen verkkoon mahtuu myös maksimissaan 16 eri valaistustilannetta ja ryhmää. [11.]

Kuvassa 3 on esitettyä Dali-järjestelmä yleiskuva. Dali-valonohjausjärjestelmä on helppo integroida rakennusautomaatiojärjestelmään sellaisten kenttäväylien välityksellä kuten KNX ja BACnet [12].



Kuva 3. Esimerkki Dali-järjestelmästä ja laitteista [13].

M-Bus tai toiselta nimeltään Meter-Bus on kenttäväylä, joka kehitettiin yksinomaan sähkön, veden ja kaasun kulutusmittareiden tietojen siirtoa sekä niiden etäluenta varten. *M-Bus* väyläkokonaisuus muodostuu mittalaitteista, jotka ovat liitettynä mittausväylään sekä väylää ylläpitävästä keskuslaitteesta. Keskuslaite toimii rajapintana mittauslaitteilta saatavaan mittaus tietoon. Protokolla perustuu standardiin EN 1434-3, joka määrittelee tiedonsiirron vaatimukset liittyen lämpöenergiamittareihin. *M-Bus* -järjestelmä koostuu väylään liitetyistä päälaitteista eli mittalaitteista sekä keskuslaitteesta. Väylässä tapahtuva tiedonsiirto on yksisuuntaista ja se tapahtuu keskuslaitteen käskystä. Kuvassa 4 on esitettyä *M-Bus* järjestelmän rakenne. [14.]



Kuva 4. *M-Bus* väyläkokonaisuuden rakenne [14].

3 Sairaalan järjestelmät

Tässä luvussa kerrotaan sairaaloiden keskeisimmistä järjestelmistä sekä niiden välisistä integraatioista muihin järjestelmiin.

3.1 Leikkaussalien ohjausjärjestelmät

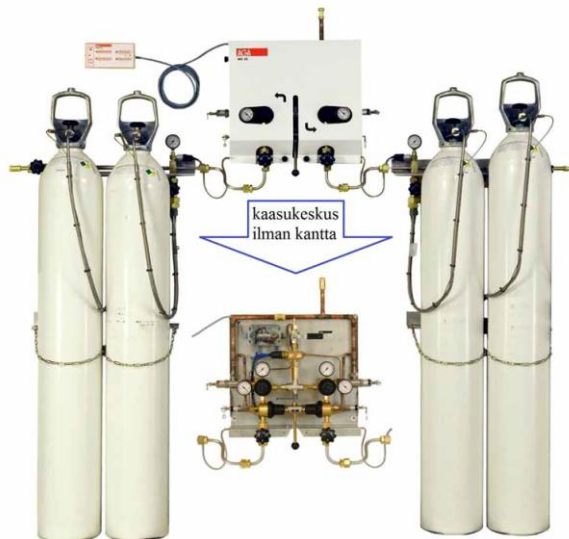
Leikkaussalien ohjausjärjestelmä on käyttöliittymä, jonka avulla leikkaushenkilökunta voi ohjata ja valvoa leikkausympäristöä. Nykyisissä ohjauskeskuksissa on kiinni myös kosketusnäyttö, jonka avulla voidaan tarkastella leikkaussalien olosuhteita kuten esimerkiksi lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta sekä leikkaussalin paine-eroa verrattuna viereisiin tiloihin. Olosuhteiden säätö on myös mahdollista, mutta se on useimmiten rajoitettu lämpötilan säätöön ja ilmanpaineen esiasetettuihin säätöasetuksiin. Esiasetettuja asetuksia ilmanpaineen säädöille leikkaussaleissa voivat olla esimerkiksi leikkaustila sekä lepotila. Leikkaustilassa leikkaussalin ilmanpaine-eroa viereisiin tiloihin verrattuna pidetään noin 10–15 pA:ssa, kun taas lepotilassa paine-ero voi olla jonkin verran alhaisempi. Leikkaussalit ovat ylipaineistettuja, jotta niihin ei pääse kulkeutumaan epäpuhtauksia tai pieneliöitä. [15.]

Ohjausjärjestelmään tulee leikkaussalikohtaisten kaasujen loppumisesta hälytystieto. Myös valaistukset ja mahdolliset pimennysverhot ovat säädettävissä ohjausjärjestelmän avulla. Ohjausjärjestelmällä on oma ohjauskeskuksensa, jonka sisällä on ohjausjärjestelmän UPS-laitteisto, johdonsuojakatkaisijat sekä sulakkeet.

Ohjauskeskukselta siirtyy tieto käyttäjän valitsemasta olosuhdeasetuksesta rakennusautomaatiojärjestelmään, minkä perusteella rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa leikkaussalin ilmanvaihtokonetta. Leikkaussalin ohjausjärjestelmällä on yhteyksiä ja integraatioita muihin järjestelmiin mahdollisimman vähän, jotta voitaisiin minimoida ulkoiset häiriötekijät. [15.]

3.2 Sairaalakaasujärjestelmät

Sairaaloissa on omat sairaalakaasujärjestelmänsä, joiden avulla voidaan johtaa eri käyttötarkoituksiin tarkoitettuja lääkkeellisiä kaasuja oikeisiin paikkoihin. Lääkkeellisiin kaasuihin kuuluu esimerkiksi lääkkeellinen happi, ilokaasu, lääkkeellinen hiilidioksidi, instrumentti-ilma ja lääkkeellinen hengitysilma. Lääkkeellistä happea käytetään esimerkiksi hapenpuutteen ja häämyrkytyksen hoitoon. Ilokaasua käytetään muun muassa kipulääkkeenä synnytyksessä ja anestesian ylläpitoon. Lääkkeellistä hiilidioksidia käytetään joidenkin leikkauksien yhteydessä esimerkiksi sisäelinten ja kudosten laajentamiseen. Instrumentti-ilmaa tarvitaan joidenkin sairaalalaitteiden tai työkalujen kuten luusahan tai paineilmapistoolin käyttövoimaksi. Lääkkeellistä ilmaa käytetään esimerkiksi tilanteissa, joissa halutaan varmistaa puhtaan hengitysilman saanti potilaalle.



Kuva 5. Kaasukeskus [16].

Sairaalakaasuilla on yleensä omat kaasukeskuksensa, paitsi instrumentti-ilmalle ja lääkkeelliselle hengitysilmalle riittää joissain tapauksissa pelkät paineilmakompressorit. Kaasukeskusten kaasujen täytön tai kaasupullojen vaihdon hoitaa kaasuntoimittaja. Paineilmakompressorit tuottavat instrumentti-ilman sekä lääkkeellisen hengitysilman paikan päällä. Kaasukeskukset sijaitsevat joko sairaalan ulkopuolella tai sairaalarakennuksen katutasossa. Kuvassa 5 on esitettyä AGA:n kaasukeskus, josta käy ilmi, että kaasukes-

kuksilla on yleensä kaksi puolta. Jos toiselta puolelta loppuu kaasu kesken, vaihtaa kaasukeskus automaattisesti kaasunsyötön toiselle puolelle ja lähettää hälytyksen toisen puolen kaasun loppumisesta kiinteistövalvomoon valvonta-alakeskusten kautta. Kaasukeskuksilta saadaan rakennusautomaatiojärjestelmään myös esimerkiksi verkostopaineenmittaustieto, jonka avulla voidaan luoda ohjelmallinen hälytys paineen liiallisesta noususta tai laskusta. [17.]

Sairaalan eri osastoille virtaavien kaasujen käyttöpainetta valvoo painevahti. Painevahdilta saadaan kaasukohtaiset hälytykset rakennusautomaatiojärjestelmään paineen muutoksista. Painevahtia voidaan käyttää myös varasyöttöjärjestelmänä, jos kaasukeskukseen tulee toimintahäiriö. Tällöin varakaasupullot voidaan kytkeä väliaikaisesti painevahtiin kiinni ja sen avulla hoitaa sairaalan eri osastojen kaasun syöttö. [18.] Sairaaloissa voi myös olla käytössä varakaasukeskus, joka alkaa automaattisesti syöttämään kaasua, jos pääkaasukeskus vikaantuu tai jos kaasun syöttö ei sieltä jostakin syystä onnistu [19]. Kuvassa 6 on esiteltyä painevahti.



Kuva 6. AGA:n valmistama painevahti [16].

Pikasulkukoteloiden avulla voidaan katkaista kaasun syöttö leikkaussaleihin, jos kaasun jakelu järjestelmässä havaitaan vuoto. Koska pikasulkukotelot sijaitsevat jokaisen leikkaussalin ulkopuolella, voidaan kaasun jakelu katkaista siitä leikkaussalista, missä mahdollinen kaasuvuoto on. Tämän avulla säästytään siltä, että kaasua ei tarvitse katkaista laajemmalta alueelta. Pikasulkukoteloilta saadaan tieto leikkaussalien ohjausjärjestelmään, jos kaasu suljetaan kyseisestä leikkaussalista. [18.] Kuvassa 7 on esimerkki pikasulkukotelosta.



Kuva 7. AGA:n valmistama pikasulkukotelo [16].

3.3 Hoitajakutsujärjestelmä

Hoitajakutsujärjestelmän avulla voidaan välittää potilaan avuntarpeesta viesti hoitohenkilökunnalle. Avunpyynnön aikaansaamiseksi on potilaan painettava kutsupainiketta, joka on yleensä joko potilaan kutsurannekkeessa tai potilashuoneessa. Useimmissa hoitajakutsujärjestelmissä on lisäapukutsuominaisuus, jonka avulla voidaan kutsua muita henkilökuntaan kuuluvia ihmisiä paikan päälle. Hoitajakutsujärjestelmään tehty hälytys voi tulla muun muassa hoitohenkilökunnan puhelimiin, käytävänäytölle tai kanslian tietokoneelle. Joissakin hoitajakutsujärjestelmissä voi olla myös paikannusjärjestelmä, kulun-

hallinta sekä potilaskuljetusten hallinta kaikki samassa paketissa. Erityisesti paikannusjärjestelmä on hyvä suurissa sairaalarakennuksissa, sillä se helpottaa hoitohenkilökunnan työtä avunpyyntötilanteessa.

3.4 Rakennusautomaatiojärjestelmät

Sairaaloiden rakennusautomaatiojärjestelmillä pyritään ylläpitämään sairaaloiden olosuhteita optimaalisina. Keskeisimmät järjestelmät olosuhteiden kannalta ovat sairaaloissa niin kuin muissakin kiinteistöissä suurpiiteittäin samat. Näihin järjestelmiin kuuluvat muun muassa ilmanvaihtokoneet, jäähdytysjärjestelmät, lämmitysjärjestelmät sekä huonesäätölaitteet.

Rakennusautomaatiojärjestelmä tai ilmanvaihtokoneen ohjauskeskus ohjaavat ilmanvaihtokoneen eri osia sillä tavalla, että ilmanvaihtokoneen vaikutusalueella voidaan ylläpitää haluttua lämpötilaa, kosteutta sekä ilmanvaihtuvuutta. Kuvassa 8 on esitettyä esimerkki ilmanvaihtokoneesta.



Kuva 8. Kuvassa on AmbeAir-ilmanvaihtokone [20].

Ohjattaviin ja säädettäviin ilmanvaihtokoneen eri osiin voi kuulua muun muassa puhallin, lämpöpatteri, jäähdytyspatteri, jäähdytys- tai lämpöpatterin säätöventtiili sekä höyrykostutin. Ilmanvaihtokoneissa on yleensä tulo- ja poistopuhaltimet, joita säätämällä voidaan vaikuttaa tulo- ja poistoilman määriin. Puhaltimia on yleensä molempia yksi kappale, mutta joissain tapauksissa niitä voi olla useampiakin. Lämmitystarpeen noustessa rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin venttiilin auki, jolloin lämmin vesi virtaa lämmityspatterin läpi ja tuloilma lämpenee. Vastaavasti jäähdytystarpeen kasvaessa avautuu jäähdytyspatterin venttiili, minkä ansiosta kylmä vesi pääsee virtaamaan jäähdytyspatterin läpi ja tuloilma viilenee.

Rakennusautomaatiojärjestelmä tai ilmanvaihtokoneen oma ohjauskeskus ohjaa höyrykostuttimen päälle, jos ilmankosteus laskee liian matalaksi. Höyrykostutin kostuttaa tuloilmaa ja sen avulla nostaa ilmanvaihtokoneen palvelualueen ilmankosteuden halutulle tasolle.

Sairaaloiden ja muiden rakennusten lämmitys tapahtuu useimmiten kaukolämmön, maalämmön tai öljylämmityksen avulla [21]. Lämmönsiirtimen avulla voidaan tuotettu lämpöenergia siirtää kiinteistön eri nesteverkostoihin, kuten esimerkiksi patteriverkostoon tai ilmanvaihdon lämmitysverkostoon. Verkostojen kautta lämpöenergiaa voidaan siirtää rakennuksen eri osiin. Myös rakennusten jäähdytyksessä käytetään apuna nesteverkostoja, jotka toimivat samantapaisesti kuin lämmitysverkostot. Verkostossa oleva neste voidaan jäähdyttää esimerkiksi kaukojäähdytyksen tai vedenjäähdytyskoneiden avulla.

4 Dokumentoinnin nykytilanne

Sairaanhoitopiireillä on useimmiten oma yksikkönsä tai henkilönsä, joiden vastuulla on sairaanhoitopiirin eri sairaaloiden teknisen dokumentaation arkistointi ja keräily. Dokumentaatioiden taso on hyvä siinä mielessä, että suurin osa teknisistä dokumenteista, joita vuosien varrella on tehty, ovat säilössä arkistossa. Tänä päivänä arkistot ovat yleensä digitaalisia eli sairaanhoitopiiri kerää ja säilyttää dokumentteja sähköisessä muodossa. LVIAS ja ICT-dokumentit sekä suunnitelmat ovat arkistoituina sairaaloittain ja suunnittelualoittain. Koska dokumentit ovat yleensä tällä tavalla siilomaisesti arkistoituna, on työlästä selvittää yhteyksiä eri suunnittelualoihin kuuluvien järjestelmien välillä. Selvitystilanteessa joudutaan käymään läpi monen eri suunnittelualan dokumentteja ja mahdollisesti myös vertaamaan toisiinsa, kun yritetään selvittää yhteyksiä ja integraatioita näiden järjestelmien välillä. Myöskään sairaaloiden hälytyksistä ja jatkohälytyksistä ei aina ole olemassa kokonaisvaltaista dokumenttia. Henkilöt, jotka ovat vastuussa eri osista sairaala- ja turvajärjestelmiä, tietävät oman vastuun alueensa hälytyksistä ja niihin liittyvistä dokumenteista tarkemmin. Selvitystilanteessa voi joutua kuitenkin kommunikimaan toisten vastuun alueiden vastuuhenkilöiden kanssa, mikä lisää työtaakkaa. Vielä monimutkaisemmaksi asian tekee se, että samasta asiasta saatetaan käyttää eri nimitystä eri suunnittelualojen dokumenteissa. [22.]

Yhtä yhtenäistä dokumenttia, josta näkisi järjestelmien väliset yhteydet ja integraatiot, ei ole aikaisemmin tehty. Tällaisesta dokumentaatiosta olisi kuitenkin huomattavia hyötyjä sellaisten vikatilanteiden selvittämisessä, joissa on eri suunnittelualoihin kuuluvien järjestelmien välisiä yhteyksiä tai integraatioita. Myös mahdollisissa saneerauksissa ja korjaustyössä olisi tällaisesta dokumentaatiosta hyötyä. Järjestelmien välisten integraatioiden ja yhteyksien kokonaisvaltaisesta dokumentaation avulla voitaisiin myös huomata helpommin mahdolliset puuttuvat dokumentit, joita eri järjestelmien ja osajärjestelmien toimittajat eivät ole toimittaneet.

5 Projektin eteneminen

Työn tarkoituksena oli luoda dokumentointipohja, johon voidaan dokumentoida kaikki sairaalan järjestelmät ja niiden väliset integraatiot. Valmiista dokumentaatiosta tulisi selvittää, millä tavalla järjestelmien väliset yhteydet, integraatiot ja rajapinnat on toteutettu.

5.1 Työn aloitus

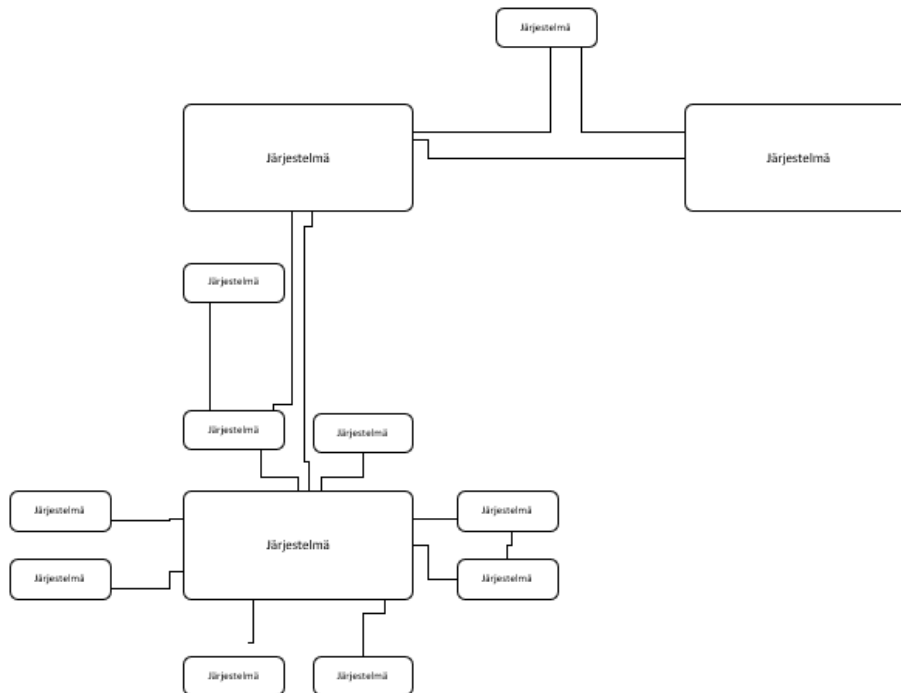
Opinnäytetyön aloituspalaveri pidettiin Granlundin tiloissa maaliskuun puolessavälissä. Palaverissa oli paikalla osastonjohtaja Jukka Karhu, projektipäällikkö Jani Kautto ja opinnäytetyön tekijä Isto Väre.

Aloituspalaverissa ideoitiin seuraavia asioita:

- Lopullisesta dokumentaatiosta tulee käydä ilmi mahdollisimman selkeästi ja yksinkertaisesti järjestelmien väliset yhteydet sekä integraatiot.
- Kaikkea tietoa ei tarvitse välttämättä kuvata, mutta dokumentaatioissa pitää olla viittaus niihin tiedostoihin tai dokumentteihin mistä tarkemmat tiedot esitetyistä järjestelmistä ja niiden välisistä yhteyksistä löytyvät.
- Dokumenttipohja voisi olla enemmän kuin yksi, jos se selkeyttäisi yhteyksien ja integraatioiden esittämistä.
- Dokumenttipohja voisi olla lohko- tai järjestelmäkaavion tapainen ratkaisu.
- Dokumentaatiosta pitäisi käydä ilmi siirrettävä tieto, minkä järjestelmien välillä tietoa siirretään ja m sekä esimerkiksi lyhyt kuvaus siirrettävän tiedon tarpeellisuudesta.
- Lopulliset dokumentit pitäisi pystyä muuttamaan PDF-muotoon

5.2 Dokumenttipohjan luonti

Aloituspalaverissa käytyjen asioiden pohjalta päätettiin, että järjestelmäkaavio, josta näkisi järjestelmien ja niiden väliset yhteydet sekä integraatiot, olisi hyvä ratkaisu järjestelmien integraatioiden ja yhteyksien esittämiseksi. Kuvassa 9 on varhainen luonnos siitä, miltä järjestelmäkaavio voisi näyttää.

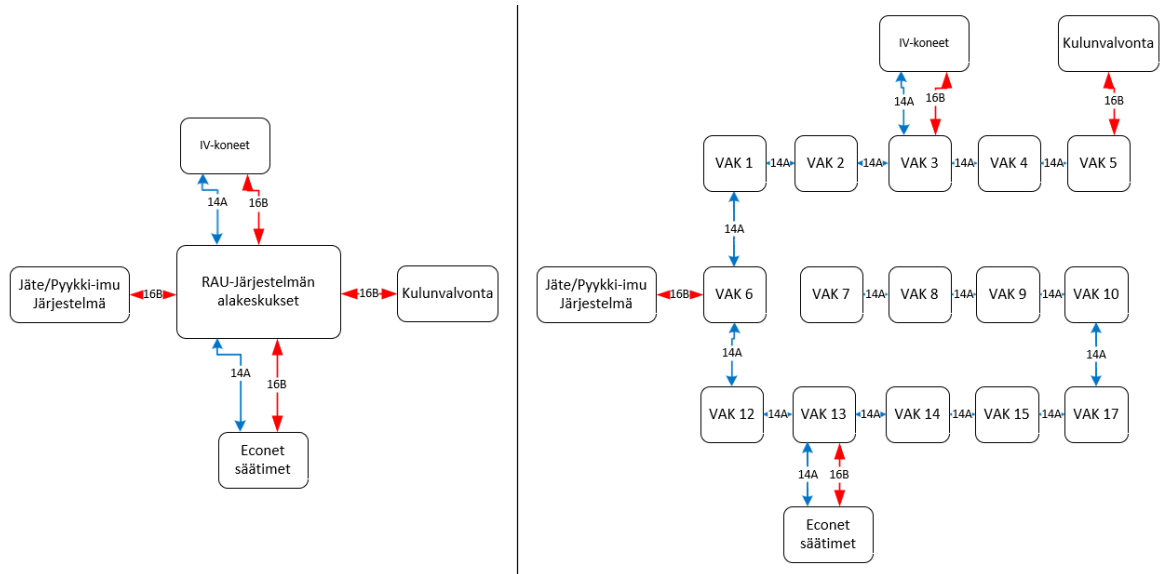


Kuva 9. Aloituspalaverissa käytyjen asioiden pohjalta luotu järjestelmäkaavio luonnos.

Järjestelmäkaavioon olisi ollut kuitenkin vaikea mahduttaa kaikkea tarvittavaa tietoa, joten toisen dokumenttipohjan tekeminen oli tarpeellista. Toiseksi dokumenttipohjaksi luonnosteltiin taulukon tai lomakkeen mallista dokumentointipohjaa, johon pystyisi täydentämään, mitä ja miten tietoa siirretään eri järjestelmien välillä.

Jos kaikki järjestelmät dokumentoitaisiin järjestelmäkaavion dokumentointipohjaan erikseen, tulisi valmiista dokumentaatiosta liian laaja käyttötarkoitukseen nähden. Sen takia oli tärkeä määritellä mitkä järjestelmät voitaisiin yhdistää osaksi isompaa kokonaisuutta ilman, että järjestelmäkaaviosta tulisi liian suurpiirteinen. Mahdollisesti tämän tyyppisiä järjestelmiä ovat esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskukset ja

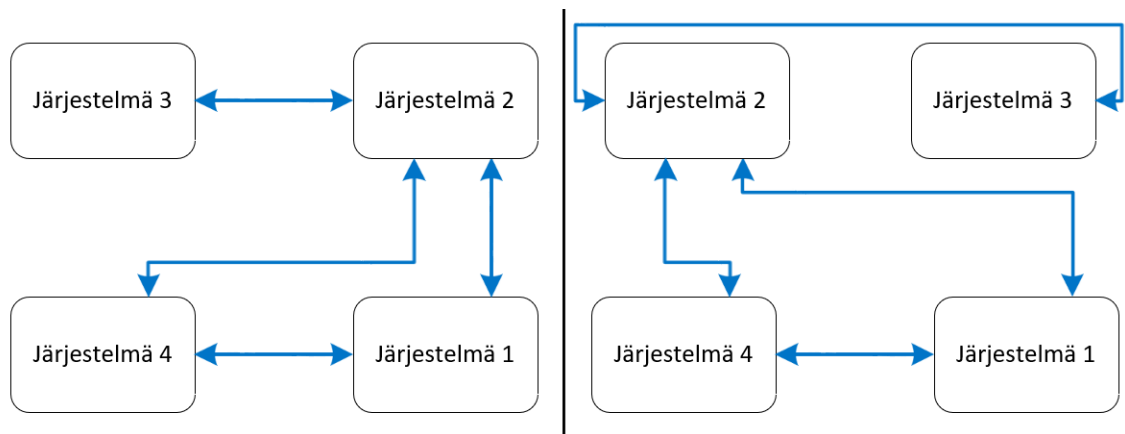
joidenkin pienempien laitteiden ohjauskeskukset. Kuvassa 11. on esitettyä esimerkki järjestelmien yhdistämisestä järjestelmäkaaviossa.



Kuva 10. Vasemmalla puolella alakeskukset yhdistettynä, kun taas oikealla keskukset ovat esitettyinä omina järjestelminään.

5.3 Dokumentoinnin työkalut

Dokumenttipohjan luonnin alkuvaiheessa järjestelmäkaavion luomiseen testattiin vektorigrafiikka ohjelmaa nimeltä AutoCAD, joka on laajasti käytössä Granlund Oy:n eri suunnitteluosastoilla. AutoCAD-ohjelmiston tilalla päätettiin kuitenkin käyttää Microsoftin Visio-ohjelmaa, sillä siinä oleva liimaustoiminto osoittautui erittäin hyödylliseksi järjestelmäkaaviota tehdessä. Liimaustoiminto tarkoittaa käytännössä sitä, että kahden objektin välinen yhdistäjänuoli pysyy objekteissa kiinni, vaikka niitä liikutettaisiin pois alkuperäisestä sijainnista (kuva 11). Liimaustoiminnon tärkeys korostuu varsinkin siinä vaiheessa, kun järjestelmiä alkaa olemaan järjestelmäkaaviossa kymmeniä tai mahdollisesti jopa satoja.

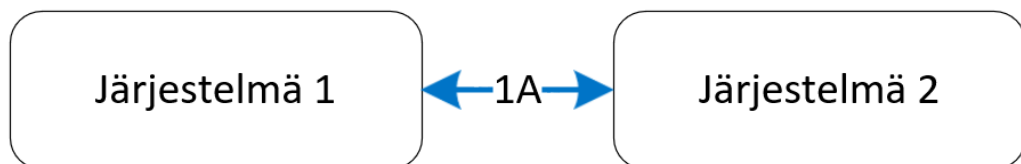


Kuva 11. Oikealla puolella Järjestelmä 2 ja Järjestelmä 3 ovat vaihtaneet paikkaa, mutta liimaustoiminnon avulla yhdistäjänuolet pysyvät paikoillaan.

Järjestelmälistauksen dokumentointipohjan luontiin päätettiin käyttää Microsoft Word-ohjelmistoa sen helppokäyttöisyyden ja monipuolisuuden vuoksi. Microsoft Word-ohjelmisto on myös siitä hyvä työkalu dokumentointipohjan luomiseen, että se on suurimalle osalle ihmisistä tuttu työkalu ja sen takia myös helppo käyttää.

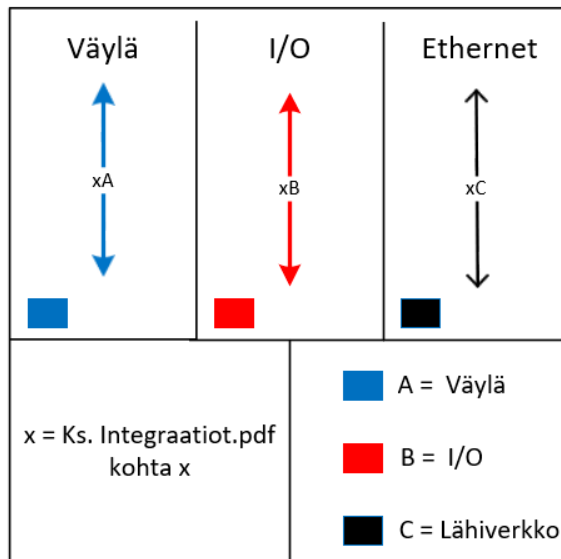
6 Valmis dokumenttipohja

Lopullisessa järjestelmäkaavion dokumenttipohjassa yhteydet ja integraatiot ovat esitettyinä eri värisillä nuolilla. Yhteys- ja integraationuolien väriytyy määräytyy tiedonsiirtotavan perusteella. Nuolten puolivälissä olevalla numerolla viitataan järjestelmälistaus liitetiedoston siihen kohtaan, josta käy ilmi kyseisen yhteyden tai integraation tarkemmat tiedot. Kuvassa 12 on esimerkki kahden järjestelmän välisestä yhteysnuolesta. Sininen väri sekä numeron jälkeen tulevan A-kirjain kertovat siitä, että tiedonsiirto järjestelmien välillä tapahtuu jonkin väyläprotokollan välityksellä. Punainen väri sekä B-kirjain tarkoittaa, että yhteys järjestelmien välillä on toteutettu I/O:n välityksellä. Järjestelmien välistä Ethernet-yhteyttä kuvastaa musta väri ja C-kirjain. Nuolten väriytyksen avulla dokumentista näkee jo nopealla vilkaisulla, mitä tiedonsiirtotapaa on käytetty. Nuolen suunta kertoo tiedon kulkusuunnasta. Tiedon kulku kahden järjestelmän välillä on kaksisuuntaista, jos yhteys- tai integraationuolen molemmissa päissä on nuolen kärki. Nuolen kärjen ollessa vain toisella puolella yhteys- tai integraationuolta on tiedon kulku yksisuuntaista. Nuolen kärjen osoittama suunta indikoi tiedon kulkusuuntaa.



Kuva 12. Esimerkki kahden järjestelmän välisen integraation tai yhteyden esitystavasta.

Järjestelmäkaavion dokumenttipohjan vasemmassa yläreunassa on selitekenttä, jossa on esitetty malliyhteydet sekä selostettu dokumentin käyttäjälle mitä mikäkin asia tarkoittaa. Kuvassa 13 on esitettyinä selitekenttä. Dokumenttipohjaan tehtyjen malliyhteyksien ansiosta dokumentaatioon on helppo lisätä uusia integraatio- tai yhteystapoja. Esimerkiksi kahden eri järjestelmän langattoman yhteyden voisi esittää seuraavalla vapaalla kirjaimella aakkosjärjestyksestä (D-kirjain) ja yhteysnuolen katkoviivalla tai vaihtoehtoisesti eri väriä käyttämällä.



Kuva 13. Järjestelmäkaavion vasemmassa yläkulmassa sijaitseva tekstikenttä, jossa selitetään mitä värikoodaus sekä kirjain- ja numeroyhdistelmät tarkoittavat.

Järjestelmälistaus dokumentin alussa on sisällysluettelo, jossa on lueteltuna kaikki yhteydet ja integraatiot numerojärjestyksessä. Jokaiselle yhteydelle ja integraatiolle on varattu dokumentista yksi sivu, jossa on kuvan 14 mukainen lomakkeen tapainen valmis pohja. Pohjassa on valmiina kentät, joihin voi kirjoittaa seuraavat integraatioihin ja yhteyksiin liittyvät asiat:

- käytettävä tiedonsiirtotapa
- mahdollinen tiedonsiirtoprotokolla
- siirrettävä tieto
- lyhyt kuvaus yhteyden ja integraation käyttötarkoituksesta
- Viittaus dokumentteihin, josta löytyvät tarkemmat tiedot.

Pohjaan on myös helppo lisätä rivejä tai sarakkeita, jos siihen on tarvetta.

Yhteys, Tiedonsiirtotapa Ja Protokolla	Järjestelmä 1->	<-Järjestelmä 2
Väylä xA	Tähän kenttään täytetään järjestelmästä 1 järjestelmään 2 väylän välityksellä lähtevä tieto.	Tähän kenttään täytetään järjestelmästä 2 järjestelmään 1 väylän välityksellä lähtevä tieto.
I/O xB	Tähän kenttään täytetään järjestelmästä 1 järjestelmään 2 I/O:n välityksellä lähtevä tieto	Tähän kenttään täytetään järjestelmästä 2 järjestelmään 1 I/O:n välityksellä lähtevä tieto.
Kuvaus	Tähän lyhyt kuvaus siitä, miksi yhteyttä tai integraatiota tarvitaan tai mitä sen avulla tehdään/mihin tietoja tarvitaan.	
Lisätiedot	Dokumentti 6300	

Kuva 14. Järjestelmälistaus-dokumentin mallipohja.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä luotiin sairaalan eri järjestelmien välisten yhteyksien ja integraatioiden dokumentoimista varten dokumentointipohja, jota voidaan käyttää mahdollisissa tulevaisissa sairaalahankkeissa. Tarvittaessa dokumenttipohjaa voidaan hyödyntää myös muissa isoissa kiinteistö- ja rakennushankkeissa.

Järjestelmien välisten yhteyksien ja integraatioiden dokumentoinnin avulla voidaan yhdistää nykyistä siilomaista dokumentaatiota. Tämän avulla voidaan vähentää työtaakkaa, joka aiheutuu eri suunnittelualojen välisten järjestelmien yhteyksien selvittämisestä esimerkiksi virhetilanteissa tai kun jo valmistunutta rakennusta saneerataan. Yhteyksien ja integraatioiden dokumentoimiseen olisi hyvä nimittää jo rakennusprojektin alussa dokumentoinnin vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö täyttäisi dokumenttipohjaan kaikki rakennuksen järjestelmien väliset yhteydet ja integraatiot. Dokumentaation täyttämisen aloittaminen jo projektin alussa varmistaisi sen, että järjestelmien välinen integraatio suunnitellaan eri järjestelmiin samalla tavalla.

Projektin aikana opin paljon rakennusautomaatiojärjestelmistä sekä niiden toiminnasta. Projektin myötä pääsin myös oppimaan paljon uutta sairaaloiden eri järjestelmistä ja niiden välisistä integraatioista. Sairaalan järjestelmien ja integraatioiden lukumäärä ja niiden dokumentoinnista aiheutuva työtaakka oli huomattavasti suurempi kuin olin ennen projektin alkamista kuvitellut.

Lähteet

- 1 Meistä 2019. Verkkoaineisto. Granlund Oy <<https://www.granlund.fi/granlund/meista/>>. Luettu 20.09.2019.
- 2 Ihasalo, Heikki 2019. Automaatiojärjestelmät 2. Verkkoaineisto. Aalto <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/897655/mod_resource/content/2/Automaatioj%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20%20rakennusautomaatio%20luento.pdf>. Luettu 10.10.2019.
- 3 Fidelix 2019. Verkkoaineisto. Fidelix Oy <<https://www.fidelix.fi/tuotteet/>> Luettu. 12.10.2019.
- 4 Harju, Pentti. 2014. Talotekniikan mittauksia, säätöjä ja automatiikkaa. 3., painos Kouvola: Penan Tieto-Opus cop 2014.
- 5 Jalonen, Olli 2004. Säättöjen peruskäsitteet ja periaatteet parempaan hallintaan. <https://web.archive.org/web/20140426234012/http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Peruskasitteet_OJ.pdf> Luettu 14.10.2019.
- 6 Kippo, Asko K., 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita 2008.
- 7 Automaationkenttäväylät 2014. Verkkoaineisto. Aalto yliopisto. <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod_resource/content/1/ELEC-C1210_4.1_automaation_kenttavaylat.pdf>. Luettu 13.10.2019
- 8 Modbus. Verkkoaineisto. < <http://www.modbus.org/tech.php/>>. Luettu 15.10.2019.
- 9 BACnet International 2014. Verkkoaineisto. <https://www.big-eu.org/fileadmin/downloads/Introduction_to_BACnet-V3-1.pdf> Luettu 17.10.2019
- 10 Järjestelmä-opas 2014. Verkkoaineisto. ABB Oy. <http://asennustuotteet.fi/documents/Esitteet/KNX_Jarjestelmaopas_62012.pdf> Luettu 21.10.2019
- 11 The dali guide 2018. Verkkoaineisto. <<https://artisticlicence.com/WebSiteMaster/User%20Guides/the%20dali%20guide.pdf>>. Luettu 14.11.2019
- 12 KNX-Dali taustoja 2014. Verkkoaineisto. Avoin automaatio Ry. <<http://tate.blogs.tamk.fi/files/2016/12/KNX-DALI-TAUSTOJA.pdf>>. Luettu 23.11.2019

- 13 DALI 2009. Verkkoaineisto. Ensto pro. <<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1228387313247/1228466781352/1231503046191/1231503057256.html>>. Luettu 15.11.2019
- 14 M-Bus etäluennan suunnitteluohje 2018. Verkkoaineisto. Saint-Gobain Finland Oy. https://www.pamline.fi/Download/22669/Ohje_MIT_M-Bus%20-et%C3%A4lu-enta.pdf>. Luettu 20.11.2019
- 15 Holm, Kurt 2019. Projektipäällikkö, Granlund Oy, Helsinki. Haastattelu 04.11.2019.
- 16 Tärkeää tietoa kaasusta 2015. Verkkoaineisto. Oy Aga Ab. <https://www.linde-healthcare.fi/fi/images/Important%20information%20about%20use%20of%20gas-es%20in%20hospitals.%20Finnish%20version_tcm633-177744.pdf>. Luettu 12.11.2019
- 17 Jansson, Tommi 2019. LVI-Suunnittelija, Granlund Oy, Helsinki. Haastattelu 11.11.2019.
- 18 Kaasunjakelujärjestelmä 2019. Verkkoaineisto. Linde AG. <https://www.linde-healthcare.fi/fi/products_services_ren/products_services_category/hospital_equipment/central_gas_system/index.html>. Luettu 20.11.2019
- 19 Sairaalakaasujen varasyöttöjärjestelmät ja niiden toimintatarkastukset ja testaukset 2019. Verkkoaineisto. Linde AG. <https://www.linde-healthcare.fi/fi/news_events/aura_vitalis/news_thirteenth/index.html>. Luettu 20.11.2019
- 20 Salsa Ambeair. Verkkoaineisto. Teknocalor. <<https://www.teknocalor.fi/moduulikoneet>>. Luettu 20.10.2019
- 21 Lämmitysratkaisut 2017. Verkkoaineisto. Hanakat. <<https://www.hanakat.fi/am-mattilaisille/l%C3%A4mmitysratkaisut>>. Luettu 24.11.2019
- 22 Nevalainen, Jani 2019. Ryhmäpäällikkö, Granlund Oy, Helsinki. Haastattelu 7.11.2019

