



# Rakennusautomaatiourakoinnin dokumentaation kehittäminen

Niklas Toivonen

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2022

Sähköinen talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähköinen talotekniikka

TOIVONEN, NIKLAS:  
Rakennusautomaatiourakoinnin dokumentaation kehittäminen

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Huhtikuu 2022

---

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin rakennusautomaatioprojektin aikaista dokumentaatiota järjestelmäasiantuntijan näkökulmasta. Dokumentoinnilla on suuri merkitys projektin onnistumisen sekä tulevaisuuden huollettavuuden ja kunnossapidon kannalta. Laadukkaalla dokumentaatiolla vähennetään takuu- sekä vikakorjauksia. Työn toimeksiantajana toimi Siemens Osakeyhtiö. Työn lopputulokset sisälsivät luottamuksellista tietoa, jotka on jätetty pois tästä opinnäytetyöstä. Luottamuksellista tietoa olivat työkalun käyttöohje ja järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön valmistetut dokumenttipohjat.

Työssä toteutettiin haastattelututkimus sekä perehdyttiin rakennusautomaatioprojektin teoriaan. Teoriaosuus käsittelee kattavasti rakennusautomaatioprojektin eri vaiheita sekä niissä suoritettavaa dokumentointia. Opinnäytetyöhön on haastateltu rakennusautomaation parissa toimivia asiantuntijoita. Haastatteluiden avulla tunnistettiin dokumentaation ongelmakohdat sekä löydettiin uusi työkalu järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön.

Kirjallisuus- ja haastattelututkimuksen perusteella järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön laadittiin vaiheistusmalli sekä valmiita pöytäkirjapohjia urakan eri vaiheisiin. Näiden lisäksi laadittiin käyttöohje uuden raportointityökalun käyttöä varten. Näillä tuloksilla mahdollistetaan helpompaa dokumentaatiota, jonka lopputuloksena saataisiin tuotettua standardisoitua ja tasalaatuista dokumentaatiota koko rakennusautomaatioprojektin ajan. Työn lopputuloksen onnistumista on vielä varhaista arvioida ja se vaatii ohjeistuksen avulla toteutettuja projekteja, jotta pöytäkirjapohjien kattavuutta ja työkalun hyödyllisyyttä voidaan arvioida. Tulokset onkin esitettävä järjestelmäasiantuntijoille ja ohjata heitä käyttämään niitä, jotta heiltä voidaan saada palautetta tulosten kehitystä varten.

---

Asiasanat: rakennusautomaatio, dokumentointi, urakka

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Systems

TOIVONEN, NIKLAS:  
Improving the Quality of Documentation in Building Automation Contracting

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 1 pages  
April 2022

---

This thesis was made for Siemens Smart Infrastructure, and its purpose was to improve and standardise the quality of documentation in building automation contracting by finding and creating new tools for system specialists to use.

The theoretical section covers the process of a building automation project and the required documentation during it. The information regarding the current state of documentation in Siemens Smart Infrastructure was gathered by interviewing system specialists, a project manager and two first level supports.

The interview held with the project manager indicated that the handover material given to the customer varies a lot, depending on the system specialist in the project. The system specialists also stated that there were no easy-to-use templates for commissioning and tuning reports.

As a result, a process chart of project phases and a manual for a new reporting tool were created. With the new reporting tool and the report templates, the production of unified quality handover material and reports will be easier. More projects are needed to determine how these results can be improved.

---

Key words: building automation, project, documentation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Siemens Osakeyhtiö .....	6
2	RAKENNUSAUTOMAATIOURAKKA.....	8
2.1	Projektiorganisaatio.....	8
2.2	Rakennusautomaatiourakan vaiheet.....	10
2.2.1	Projektin aloitus ja suunnittelu .....	10
2.2.2	Työmaakokoukset .....	12
2.2.3	Rakennusautomaatiosuunnitelmat .....	12
2.2.4	Laitetilaukset.....	13
2.2.5	KytKentäsuunnittelu .....	14
2.2.6	Ohjelmistosuunnittelu .....	16
2.2.7	Pistetestaus.....	17
2.2.8	Valvomon grafiikka .....	18
2.2.9	Käytönopastus.....	19
2.2.10	Vastaanotto ja siihen valmistautuminen .....	20
2.2.11	Laite- ja asennustarkastukset .....	21
2.2.12	Itselleluovutus .....	22
2.2.13	Urakoitsijoiden väliset toimintakokeet .....	23
2.2.14	Rakennuttajan toimintakokeet.....	24
2.2.15	Säätö- ja viritystoimenpiteet .....	25
2.2.16	Koekäytöt ja kuormituskokeet .....	26
2.2.17	Luovutus ja takuu-aika .....	27
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	28
3.1	Tutkimusmenetelmä.....	28
3.2	Haastattelut.....	29
4	DOKUMENTAATION KEHITTÄMINEN .....	30
4.1	Vaiheistusmalli ja pöytäkirjapohjat .....	30
4.2	Raportointityökalun käyttöohje .....	31
5	POHDINTA .....	32
	LÄHTEET .....	34
	LIITTEET.....	36
	Liite 1. Uuden työkalun muodostama pistetestauspöytäkirja .....	36

## 1 JOHDANTO

Rakennusautomaatioprojektin dokumentoinnilla on suuri merkitys siihen, kuinka ammattimaisen kuvan järjestelmän toimittaja antaa tilaajalle. Se on myös suuressa roolissa koko projektin onnistumisen ja varsinkin sen tulevaisuuden huollon, kunnossapidon ja laajentamisen kannalta.

Yrityksen sisäisellä dokumentaation standardoinnilla ja vaiheistusmallin avulla voidaan saavuttaa tasalaatuista ja yhteneväistä dokumentointia. Laadukas dokumentointi edellyttää, että jokaisella projektiorganisaatioon kuuluvalla henkilöllä tulee olla tiedossa mitä dokumentteja hänen on tehtävä missäkin projektin eri vaiheissa sekä mistä tarvittavat dokumenttipohjat ja työkalut löytyvät.

Tarve opinnäytetyön aiheeseen syntyi siitä, että projektien parissa toimivat projektiorganisaation jäsenet tekivät dokumentteja ja pöytäkirjoja eri tavoilla. Lisäksi jokaisella projektinhoitajalla ja järjestelmäasiantuntijalla on oma kädenjälkensä ja toimintamallinsa, jonka seurauksena eri projekteissa tuotettujen dokumenttien välillä on paljon vaihtelua.

Opinnäytetyön tarkoituksena on standardisoida dokumentaatioprosessi projekti-liiketoiminnassa järjestelmäasiantuntijan työn näkökulmasta. Työn tavoitteena on toteuttaa vaiheistusmalli rakennusautomaatioprojektin eri vaiheiden dokumentointiin. Vaiheistusmalli toimisi projektityöntekijän muistilistana, johon voisi tukeutua projektin eri vaiheissa. Lisäksi tarkoituksena on tuottaa pöytäkirjapohjia, sekä löytää jo olemassa olevia työkaluja järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön, joilla saataisiin helpotettua järjestelmäasiantuntijoiden työtä, sekä valmistaa yhteneväistä materiaalia projektista riippumatta.

Työn lopputuloksen toivotaan helpottavan ja nopeuttavan järjestelmäasiantuntijan työtä. Lisäksi lopputuloksena syntyvää ohjeistusta urakoinnin eri vaiheista ja niissä tapahtuvasta dokumentaatiosta voitaisiin mahdollisesti hyödyntää uusien kokemattomien järjestelmäasiantuntijoiden perehdytyksessä.

Työ aloitetaan käymällä läpi rakennusautomaatiourakan eri vaiheita ja niissä syntyvää dokumentaatiota. Teorian jälkeen käsitellään valitun tutkimusmenetelmän, haastattelututkimuksen teoriaa ja sitä, miten haastattelut toteutettiin, ketkä ovat tutkimuksen kohderyhmää, ketkä valikoituivat haastateltaviksi sekä mitä haastatteluissa ilmeni.

Neljännessä luvussa avataan mitä materiaalia hyödynnettiin dokumentaation kehittämisenä, mitä saatiin aikaiseksi haastatteluissa ilmenneiden ongelmien ja haasteiden pohjalta sekä niitä toimenpiteitä, joita tehtiin dokumentoinnin kehittämiseksi. Luvussa käsitellään uutta raportointityökalua, joka löydettiin järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön sekä miten sen käyttöönoton tueksi tuotettiin.

Pohdintaa työn onnistumisesta sekä tuotetuista konkreettisista hyödyistä avataan kuudennessa luvussa. Luvussa käsitellään myös sitä mitä työssä olisi voitu parantaa ja miten työtä voisi jatkokehittää ja viedä eteenpäin.

Työn tilaajana toimi Siemens Osakeyhtiön Smart Infrastrukturen Turun ja Tampereen toimipiste. Smart Infrastructure osasto toteuttaa ja tuottaa rakennusautomaatoratkaisuja. Työn lopputuloksen olisi tarkoitus tulla ainakin ensimmäiseksi Tampereen toimipisteen järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön.

## **1.1 Siemens Osakeyhtiö**

Werner von Siemens loi perustuksen nykypäivän Siemens AG:lle, kun hän kehitti osoitinlennättimen Johann Georg Halsken kanssa vuonna 1847. Vuonna 1848 heidän perustamansa yritys saivat sopimuksen rakentaa ensimmäisen kaukolenälinjan Eurooppaan. Siemens rakensi myös Suomen ensimmäisen lennätinlinjan Pietarista Helsinkiin, joka valmistui vuonna 1855 ja vuotta myöhemmin Turkuun.

Nykypäivänä 174-vuotias Siemens AG on valtava teknologiayhtiö, joka toimii noin 200 maassa ja tarjoaa ratkaisuja muun muassa teollisuudelle, sähköverkoille, liikenteelle sekä talotekniikalle. Siemensillä oli kansainvälisesti vuonna 2021 62 miljardin euron liikevaihto ja tilikauden päätyttyä 300 000 työntekijää. (Siemens AG 2021)

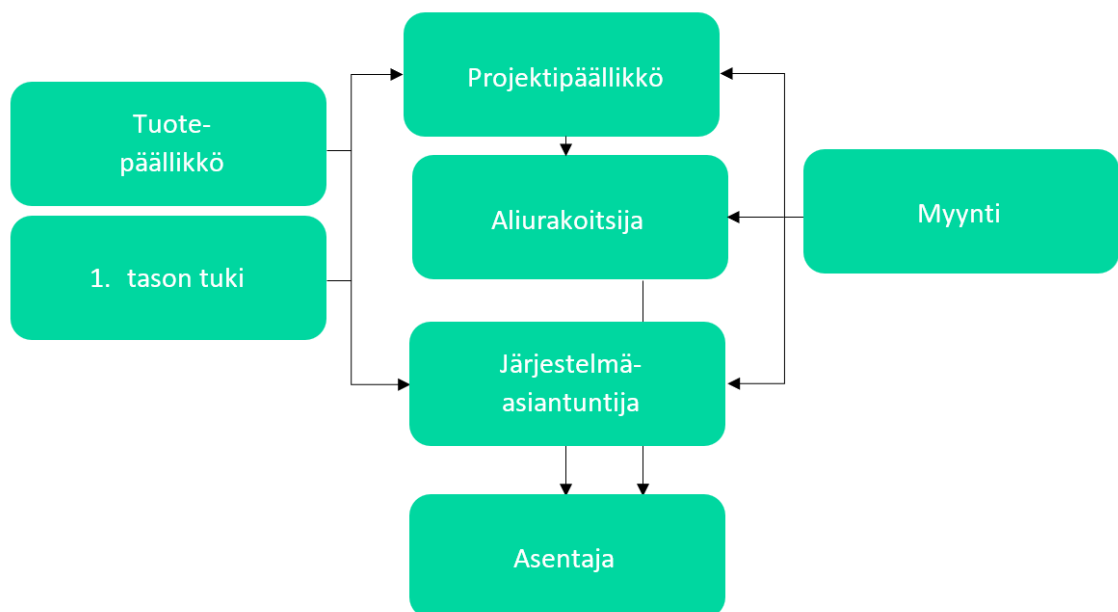
Siemens Osakeyhtiö on vuonna 1919 Suomeen perustettu Siemens AG:n täysin omistama tytäryhtiö, jonka toimialue Suomessa, Virossa, Latviassa ja Liettuassa toimii paikallisten aluetoimistojen kautta. Tällä toimialueella vuoden 2021 liikevaihto oli noin 190 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä oli noin 415. Suomessa Siemensillä on konttoreita Kouvolaissa, Espoossa, Tampereella, Turussa ja Oulussa. (Siemens)

## 2 RAKENNUSAUTOMAATIOURAKKA

Tässä luvussa käsitellään rakennusautomaatiourakan etenemistä, sen eri vaiheita ja sitä, miten ne vaikuttavat ja näkyvät projektinhoitajan tai järjestelmäasiantuntijan työkuvassa. Lisäksi käydään läpi rakennusautomaatioprojektin keskeimpien toimihenkilöiden eli projektipäällikön, sekä toimihenkilöiden työtehtävät projektin aikana.

### 2.1 Projektioorganisaatio

Kuvassa 1 on esitetty suuremman rakennusautomaatioprojektin organisaation rakenne Siemens Osakeyhtiössä.



KUVA 1. Siemens Osakeyhtiö projektioorganisaatio

Projektioorganisaation kokoonpano vaihtelee projektin laajuuden ja haastavuuden mukaan. Pienemmissä projekteissa kokenut järjestelmäasiantuntija voi toimia projektinhoitajana, jolloin hän hoitaa myös osittain projektipäällikön vastuulle kuuluvia tehtäviä.

Järjestelmäasiantuntijan työ on rakennusautomaatiourakan keskiössä. Järjestelmäasiantuntijan tehtäviin kuuluu pääsääntöisesti koko käytännön toteutukseen

liittyvät työtehtävät, kuten ohjelmistosuunnittelu, valvomon grafiikan laatiminen, käytönopastus, toimintatarkastukset- ja kokeet sekä eri vaiheiden dokumentaatio.

Järjestelmäasiantuntijan tulee myös hallita eri järjestelmien integrointi yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmäasiantuntijan on teknisen osaamisen lisäksi omattava hyvät sosiaaliset taidot, sillä tämän tehtävissä yhteistyö muiden toimijoiden kanssa on arkipäivää. Työtehtäviin kuuluu lisäksi työmaa- ja urakoitsijakokoukset, sekä muut palaverit muiden toimijoiden kanssa. (Härkönen ym. 2018)

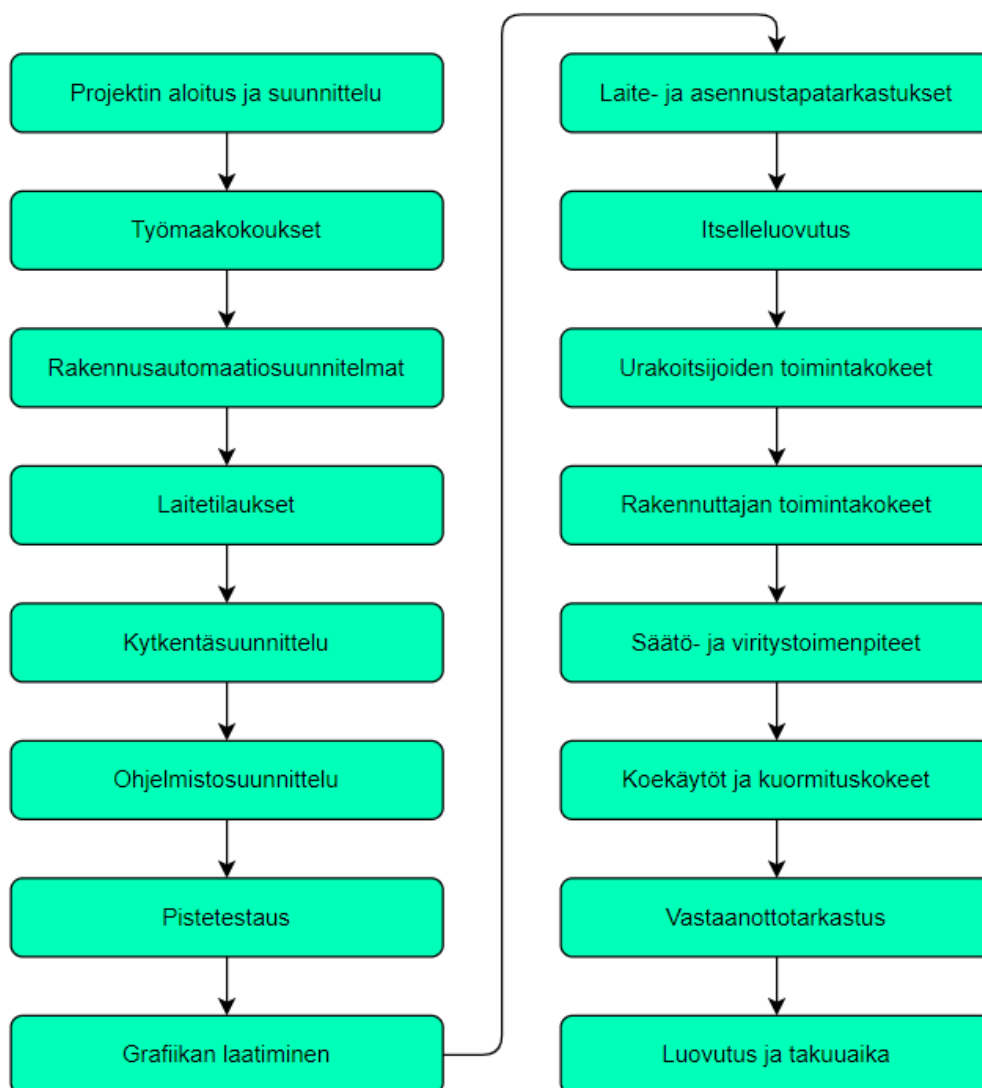
Projektipäällikön tehtäviin kuuluu vastata ensisijaisesti asiakasprojektitoimituksesta alusta loppuun. Projektipäällikön rooli projektissa voi alkaa jo silloin, kun asiakkaaseen ollaan yhteydessä myyntivaiheessa, mutta viimeistään, kun projekti tulee toteutukseen, jolloin asiakkaan kanssa käydään läpi projektin toteutusmalli. Projektipäällikkö on mukana jokaisessa projektin vaiheessa siihen asti, kunnes projekti luovutetaan asiakkaalle. Eli käytännössä projektipäällikkö vastaa projektin hallinnollisista asioista ja tavoitteista, kuten aikataulusta, materiaalitilauksista, projektin laadullisesta onnistumisesta ja sen kustannustavoitteista. Projektista riippuen projektipäällikkö hoitaa myös projektin aikaiset urakoitsijakokoukset. (Karjalainen 2022)

Ensimmäisen tason tuen tehtäviin kuuluu pääasiassa tuen antaminen järjestelmäasiantuntijalle, eri työkalujen käytön suhteen. Näitä työkaluja ovat muun muassa Desigo Xworks Plus, ABT ja Desigo CC, jotka ovat ohjelmointi- ja valvomo-ohjelmia.

Asentajat ovat yleensä joko Siemens partnereita, eli Siemensin virallisia yhteistyökumppaneita tai jostain muusta sähkö- ja automaatioalan yrityksestä, jolta Siemens ostaa alihankintana asennustyön. Asentajan työtehtäviin kuuluu toimilaitteiden, kuten venttiilien, antureiden ja mittareiden asentaminen. Lisäksi asentajan tehtäviin kuuluu kaapelien kytkentä kentällä sekä alakeskuksessa. Asentajan ja järjestelmäasiantuntijan yhteistyö jatkuu läpi projektin laitetoimituksista itselle luovutukseen.

## 2.2 Rakennusautomaatiourakan vaiheet

Tässä luvussa käsitellään rakennusautomaatioprojektin työvaiheita järjestelmäasiantuntijan näkökulmasta. Kuvassa 2 on esitetty urakan työvaiheet yksinkertaistettuna. Eri työvaiheet eivät kulje yhtä suoraviivaisesti kuin alla on esitetty, vaan eri työvaiheiden järjestys voi vaihdella ja ne voivat olla käynnissä samanaikaisesti (Härkönen ym., 2018, s.267).



KUVA 2. Rakennusautomaatioprojektin vaiheet (Mukaillen; Härkönen ym. 2018)

### 2.2.1 Projektin aloitus ja suunnittelu

Seuraavaksi käsitellään kuvan 2 eri vaiheita ja sitä, mitä dokumentteja näiden vaiheiden aikana tarvitaan ja tuotetaan. Myyntitapahtuman aikana sovitut asiat ja

velvoitteet siirtyvät projektiorganisaatiolle, kun projekti perustetaan. Projektia perustettaessa se identifioidaan antamalla sille oma projektinumero, jonka avulla se on tunnistettavissa ja sen avulla voidaan kohdistaa tunteja ja tehdä materiaalityöläisiä. Projektille määrätään myös projektipäällikkö sekä järjestelmäasiantuntija, jotka vastaavat projektin toteutuksesta. (ST 736.00 2013)

Samalla kun projekti luodaan, sille perustetaan projektikansio verkkolevyille. Projektikansioon luodaan hakemistot ja kansiot, joista voidaan löytää projektiin liittyvät dokumentit kuten tilaukset, sopimukset, projektisuunnitelma, laadunvarmistussuunnitelma, projektille laadittu aikataulu, projektin yleisaikataulu, työsuunnitelmat, alihankintasopimukset ja tilaukset, aliurakkasopimukset, koulutusohjelma, tarkastuspöytäkirja, työmaakokouspöytäkirjat, lisätyötarkistukset ja -tilaukset sekä mahdolliset reklamaatiot. Projektikansion ylläpitäminen ja ajantasainen ylläpito ovat avaintekijöitä projektin ja dokumentaation onnistumiseen, sekä siinä, että mahdolliset muutokset ja huoltotyöt ovat helpommin toteutettavissa tulevaisuudessa. (Härkönen ym. 2018, 270)

Kun projekti on luotu ja siirretty toteutukselle, pidetään aloituspalaveri projektipäällikön, järjestelmäasiantuntijan ja myyjän kesken. Aloituspalaverissa käydään läpi projektin lähtötiedot ja se, mitä kuuluu rakennusautomaatiourakkaan. Aloituspalaverissa käydään läpi myös projektille varatut tunnit sekä budjetti. (Härkönen ym. 2018, 270) Tiivistettynä aloituspalaverin tarkoituksena on siirtää informaatio järjestelmäasiantuntijalle projektin toteutuksen ja suunnittelun aloittamista varten.

Projektin työmaa alkaa aloituskokouksella, johon osallistuvat urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja tilaajien edustajat. Aloituskokouksessa käydään läpi projektin lähtötiedot, toimijat ja työmaan käytännöt. (Härkönen ym. 2018, 270) Alussa onkin myös tärkeää selvittää tilaajan sekä muiden urakoitsijoiden yhteystiedot. Työmaakokouksista kerrotaan lisää seuraavassa luvussa.

### 2.2.2 Työmaakokoukset

Työmaakokoukset ovat tärkeä osa työmaan toimintaa. Niiden pitämisestä vastaa pääurakoitsija ja pitämisen tiheydestä on sovittu usein jo urakkasopimuksen tekemisen yhteydessä. Työmaakokous on tilaisuus, jossa eri osapuolien edustajilla on mahdollisuus tavata ja sopia työmaahan liittyvistä asioista. Kokouksessa seurataan työmaan edistymistä ja sitä, ovatko eri urakat pysyneet aikataulussa. Lisäksi käydään läpi ja sovitaan ilmenneiden ongelmien ratkaisusta. (RT 16-10837 2005)

Tärkein osa työmaakokousta on sen seurauksena tuotetut pöytäkirjat. Ne ovat asiakirjoja, joihin voidaan palata mahdollisissa riitatilanteissa ja esimerkiksi tarkastaa, mitä on mistäkin asiasta sovittu. Siksi onkin erityisen tärkeää käydä kokouspöytäkirja läpi välittömästi, kun se on tullut saataville, varsinkin, jos se sisältää rakennusautomaatiourakkaa koskevia asioita. Esimerkiksi muiden urakoitsijoiden kirjaukset, jotka viivästyttävät mahdollisesti rakennusautomaatiourakkaa, on tärkeää huomioida ja ilmoittaa sen vaikutuksesta kirjallisesti tekemällä kirjallinen vastine. (Härkönen ym. 2018, 270–271)

Työmaakokoukseen osallistuu projektista riippuen joko projektipäällikkö tai järjestelmäasiantuntija. Osallistujan tehtäviin kuuluu työvaihe ilmoitusten täyttäminen, joissa kerrotaan mitä on tehty, mikä on seuraava työvaihe, työmaavahvuus, sekä se, että ollaanko aikataulussa. Työvaiheilmoituslomakkeen toimittaa yleensä kokouksesta vastaava pääurakoitsija ja se toimitetaan täytettynä kokouksen pitäjälle, sekä ne esitellään myös suullisesti kokouksen aikana. (RT 16-10837 2005)

### 2.2.3 Rakennusautomaatiosuunnitelmat

Järjestelmäasiantuntijalle on tärkeää saada säätökaaviot ja rakennusautomaatiosuunnitelmat varhaisessa vaiheessa, pisteiden määrän ja järjestelmän koon määrittämiseksi. Lisäksi on tärkeää saada tieto, tuleeko järjestelmä sisältämään mahdollisia väylälaitteita, joita varten täytyy hankkia mahdolliset rekisterit laitetuottajalta ohjelmistosuunnittelua varten. Rakennusautomaatiosuunnitelmat ovat

siis hyödyllisiä dokumentteja ja ne tulee tallettaa projektikansioon, jotta ne ovat helposti löydettävissä esimerkiksi lomien aikana.

#### **2.2.4 Laitetilaukset**

Laitehankintojen urakkarajat määräytyvät urakkasopimuksessa. Tyypillisesti kenttälaitteiden ja järjestelmälaitteiden hankinta kuuluu rakennusautomaatioura-koitsijalle.

Projektin alussa on tärkeää selvittää, millaiset venttiilit projektille on laskettu tarjousvaiheessa, säätökaavioihin merkittyjen virtaamien ( $\text{dm}^3/\text{s}$ ) ja sulkupaineiden (kPa) pohjalta. Jos venttiilivalinnat vastaavat suunnitelmissa olevia venttiilikokoja (DN) sekä KVS-arvoja, on valinnat tehty oikein ja ne voidaan hyväksyttää tilaajalla. Kun tilaaja on hyväksynyt venttiilirungot, laaditaan tilauskaavake ja tilataan kyseiset venttiilit. Tämä on tärkeää pyrkiä tekemään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia, koska toimitusajat saattavat olla mahdollisesti hyvinkin pitkiä. (Härkönen ym. 2018, 273)

Venttiileiden lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmään kuuluvat laitteet on hyvä selvittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta ne saataisiin tilattua nopeasti. Tuotantoketjuissa esiintyvät ongelmat saattavat aiheuttaa viiveitä toimitusaikoihin, jotka tulee ottaa huomioon materiaaleja tilatessa. Mahdolliset viivästyneet toimitukset vaativat laitteiden valinnassa tarkkaavaisuutta, ettei laitteita jouduta tilaamaan myöhemmin uudelleen, jonka seurauksena aikataulu voisi venyä. Rakennusautomaatiojärjestelmän laitteiden asennus tapahtuu kuitenkin vasta, kun muut urakoitsijat ovat saaneet osuutensa valmiiksi.

Toimilaitteiden ja järjestelmäkomponenttien lisäksi on tärkeää tilata alakeskuskaappi aliurakoitsijalta, joka on yksi rakennusautomaatiourakoitsijan ensimmäisistä toimituksista työmaalle. Ennen kaappien tilaamista on kuitenkin tehtävä alustavaa järjestelmäsuunnittelua. Järjestelmäsuunnittelun jälkeen osataan tilata oikean kokoinen kaappi, johon mahtuu kaikki tarvittavat moduulit ja järjestelmälaitteet laajennusvaralla.



Projektista riippuen kytkentäsuunnitelmat tehdään joko itse tai tilataan aliurakoitsijalta. Pääsääntöisesti kuvat tilataan, mutta pienemmissä kohteissa voidaan tehdä kaapelivetoluettelot, alakeskuskuvat ja kytkentäkuvat itse. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki kytkentäluettelosta.

DO-MODULIT	Mistä							Minne				
Tunnus	AK	Moduli	Piste	Liitin	Kaapeli nro	Tyyppi	Koko	Pari/johdin	Liitin	Ryhmä	Testaus	Paikka
VJ03-LV01	3	66	1									
ULKOVALOT K1				2		MMO						RYHMÄKESKUS
				3								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-LV02	3	66	2									
ULKOVALOT K1				5		MMO						RYHMÄKESKUS
				6								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-LV03	3	66	3									
ULKOVALOT K2				8		MMO						RYHMÄKESKUS
				9								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-LV04	3	66	4	10								
ULKOVALOT K2						MMO						RYHMÄKESKUS
				11								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-SV01	3	67	1									
KÄYTÄVÄVALAISTUS 1				2		MMO						RYHMÄKESKUS
				3								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-SV02	3	67	2									
KÄYTÄVÄVALAISTUS 2				5		MMO						RYHMÄKESKUS
				6								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-SV03	3	67	3									
KÄYTÄVÄVALAISTUS 3				8		MMO						RYHMÄKESKUS
				9								
Ohjaus Seis/ Käy												
VJ03-SV04	3	67	4	10								
KÄYTÄVÄVALAISTUS 4						MMO						RYHMÄKESKUS
				11								
Ohjaus Seis/ Käy												

KUVA 4. Kytkentäluettelo (ST 736.00 2013)

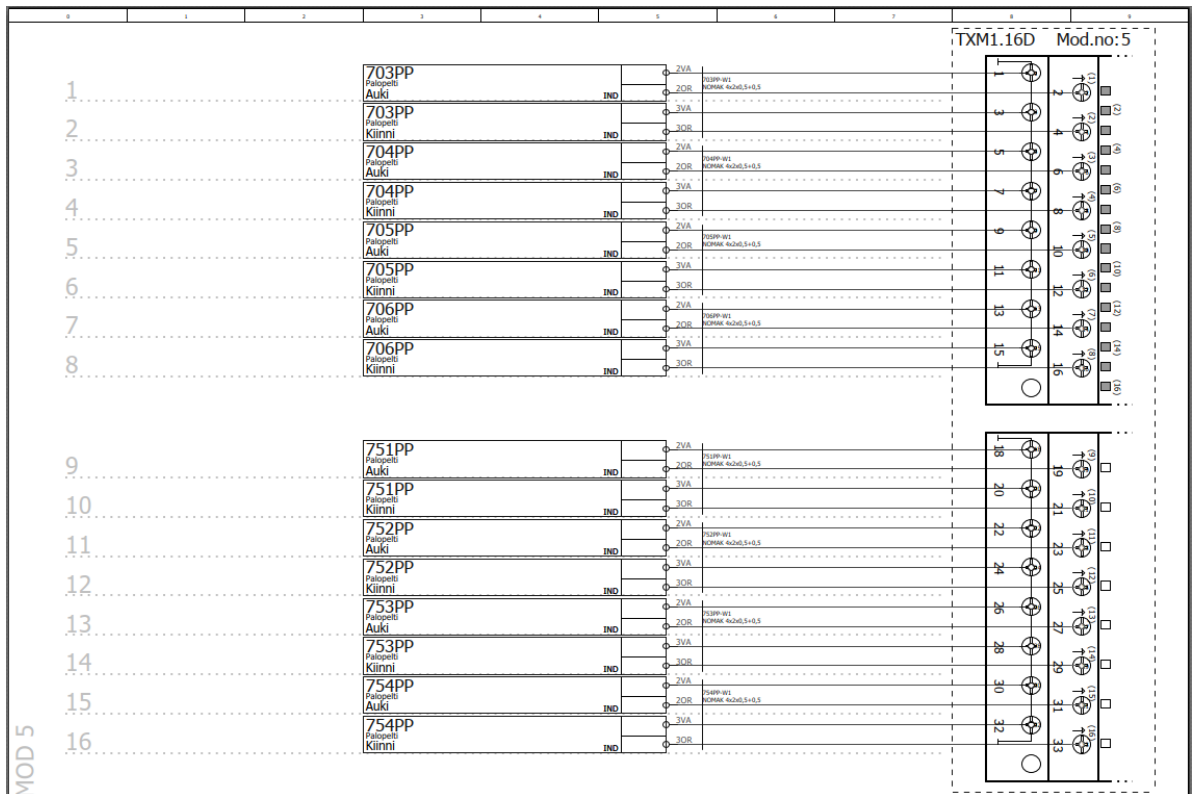
Kytkentäsuunnitelmat ja kaapelivetoluettelot laaditaan säätökaavioiden, piste-luetteloiden ja sijaintipiirustusten avulla. Suunnitelmissa on tärkeää huomioida toimilaitteiden kaapelivaatimukset sekä merkitä kaapelitiedot kaapelivetoluetteloon ja kytkentäkaavioon. Kuvissa 5 ja 6 on esitetty erään projektin kaapeliluettelo ja kytkentäkuvat, jotka on teetetty aliurakoitsijalla. Kuvan 5 luetteloon on merkitty kaapelitunnus ja -tyyppi sekä toimilaite, jolle kaapeli tulee vetää. Kuvassa 6 on esitetty laadukas kytkentäkuva, josta asentajan on helppo ja nopea katsoa, kuinka kaapelit tulee kytkeä.

Kaapeliluettelo

KaapeliluetteloTemplate\_v3

Kaapelitunnus	Keskuspositio (Keskuspositio: 0000000000000000)	Positio	Kaapelityyppi	Kaapeloitu	Huomioita
600-KSK-W1		600KSK	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
600-TE16-W1		600TE16	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
600-TV-W1		600TV	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
700-KSK-W1		700KSK	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
700-TE16-W1		700TE16	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
700-TV-W1		700TV	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
800-KSK-W1		800KSK	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
800-TE16-W1		800TE16	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
800-TV-W1		800TV	NOMAK 2x2x0,5+0,5		
601PP-W1		601PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
602PP-W1		602PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
603PP-W1		603PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
604PP-W1		604PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
605PP-W1		605PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
606PP-W1		606PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
651PP-W1		651PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
652PP-W1		652PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
653PP-W1		653PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
654PP-W1		654PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
701PP-W1		701PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
702PP-W1		702PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
703PP-W1		703PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
704PP-W1		704PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
705PP-W1		705PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
706PP-W1		706PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
751PP-W1		751PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
752PP-W1		752PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
753PP-W1		753PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
754PP-W1		754PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		
801PP-W1		801PP	NOMAK 4x2x0,5+0,5		

KUVA 5. Kaapeliluettelo



KUVA 6. Kytentäkuva

2.2.6 Ohjelmistosuunnittelu

Ohjelmistosuunnittelu on yksi rakennusautomaatioprojektin keskeisimmistä ja aikaa vievimmistä työvaiheista. Monille aloittaville järjestelmäasiantuntijoille ohjelmointi on aluksi haastavaa. Tästä syystä yleensä aloitetaan pienemmistä projekteista, joissa järjestelmä ovat yksinkertaisempia. Yksinkertaisten järjestelmien kautta syntyy rutiineja ja perusasiat ohjelmointiin tulevat tutuiksi. Siemensillä on käytössään myös erilaisia kirjastoja, joihin on kerätty valmiita ohjelmapaketteja. Ohjelmapaketit on kehitetty tyypillisempien järjestelmien ympärille siten, että niitä olisi helppo muokata. Varsinkin aloittelevana ohjelmoijana on hyvä yrittää pyrkiä hyödyntämään näitä valmiita kirjastoja, jolloin ohjelmointityö nopeutuu ja virheiden mahdollisuus pienenee.

Siemensillä on myös pyrkimys saada järjestelmäasiantuntijat käyttämään mahdollisuuksien mukaan SSPEU-kirjastoa, jonka avulla rakennettavien kohteiden järjestelmät ja järjestelmien toimintaperiaatteet olisivat mahdollisimman yhteneväisiä. Yhteneväisellä kirjastojen käytöllä saavutettaisiin muun muassa se, että eri järjestelmäasiantuntijoilla olisi yhtenäinen tyyli ohjelmoida eikä eri konttoreiden välillä ohjelmissa olisi tyyleitään paljoa erilaisuuksia. Tämä myös helpottaisi mahdollista vianetsintää ja muutosten tekemistä muiden tekemiin ohjelmiin.

Järjestelmäohjelmiston dokumentaatio, kuten järjestelmärakenne, laiteohjelmistoversiot ja verkkoasetukset, syntyy samalla, kun järjestelmää tuotetaan ohjelmistovalmistajien toimesta (ST 711.15 2018). Siemensillä tämä tarkoittaa, että kaikki nämä asiat tulee täyttää ja asettaa ohjelmistoon samalla kun projektia perustetaan, joko XWorks Plus tai ABT-ohjelmistolla. Valmiit projektit tallennetaan verkkolevyille, jossa ne pysyvät tallessa ja ovat kaikkien järjestelmäasiantuntijoiden saatavilla.

### **2.2.7 Pistetestaus**

Pistetestaukset suoritetaan usein heti, kun alakeskusohjelmointi on tehty ja alakeskukseen on ladattu laiteohjelmisto ja ohjelma. Pistetestaus on edellytyksenä itselleluovutukselle. Pistetestauksessa on tarkoitus tarkastaa järjestelmän IO-pisteet ja varmistaa, että ohjelmoidut pisteet näkyvät ja toimivat alakeskuksessa oikein. (Härkönen ym. 2018, 273)

Pistetestausta suoritetaan yleensä yhteistyössä aliurakoitsijan kanssa, joka on suorittanut laitteiden kytkennät. Testauksen tuloksena syntyy pistetestauspöytäkirja (kuva 7), johon merkitään, toimiiko piste oikein vai ei, pöytäkirjaan voidaan myös kommentoida tai merkitä esimerkiksi syy miksi pistettä ei ole voitu testata. Kuvassa 7 on esitetty otos Xworks Plus ohjelmiston Point Test-työkalulla tuotetusta pistetestausraportista.

IO address	Feedback address	TD	Description	Type	Number of tests	Commissioning status	Commissioning by	Date Time	Comment	Responsible
T=2.1		B1' A3' Fnc1600' TE16' AI		AI	1	Tarkastettu	Nto	15.6.2021 10.43.49		
T=1.7		B1' A3' Fnc1600' AO		AO	0	Ei tarkastettu		15.6.2021 8.14.35	Ei sähköä.	
T=1.8		B1' A3' Fnc1600' TY06		AO	1	Tarkastettu	Nto	15.6.2021 10.44.21		
T=3.3		B1' A3' Fnc1600' Aim		BI	0	Ei tarkastettu		15.6.2021 8.14.35	Ei sähköä.	
T=1.6		B1' A3' Fnc1700' TE16' AI		AI	1	Tarkastettu	Nto	15.6.2021 10.39.13		
T=1.4		B1' A3' Fnc1700' AO		AO	0	Ei tarkastettu		15.6.2021 8.14.36	Ei sähköä.	
T=1.5		B1' A3' Fnc1700' TY06		AO	1	Tarkastettu	Nto	15.6.2021 10.40.15		
T=3.2		B1' A3' Fnc1700' Aim		BI	0	Ei tarkastettu		15.6.2021 8.14.36	Ei sähköä.	
T=1.3		B1' A3' Fnc1800' TE16' AI		AI	1	Tarkastettu	Nto	15.6.2021 10.37.26		
T=1.1		B1' A3' Fnc1800' AO		AO	0	Ei tarkastettu		9.6.2021 9.50.13	Ei sähköä.	

KUVA 7. Pistetestauspöytäkirja

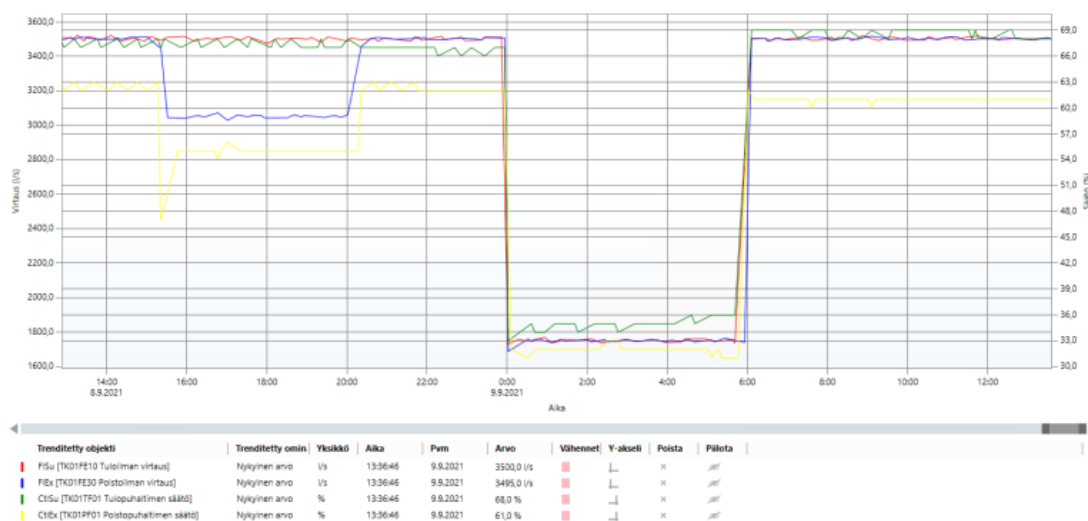
Rakennusautomaatiojärjestelmässä on tyypillisesti neljän tyyppisiä pisteitä. Näitä pisteitä ovat indikointi- (DI), säätö- (AO), ohjaus- (DO) ja mittauspiste (AI). Indikointipisteet testataan ohjaamalla laite tai indikointikärki päälle ja pois. Tilatiedon tulisi muuttua sitä mukaan, kun laitetta ohjataan. Piste voidaan myös testata aiheuttamalla oikosulku johtimiin, joka kuvaa sitä, että kärki olisi kiinni. Mittauspisteen testaaminen riippuu anturityypistä, usein testaaminen onnistuu siten, että irrotetaan anturi, jolloin järjestelmässä syntyy avoin silmukka, jonka alakeskus tunnistaa. Ohjauspiste testaamaan pakottamalla ohjauspiste päälle tai pois ja varmistetaan siitä, että ohjaus toimii. Säätöpiste testataan pakottamalla säätöviesti laitteelle, joka tarkastetaan mittaamalla ja tarkastamalla pyörimissuunta.

## 2.2.8 Valvomon grafiikka

Valvomon ja sen grafiikkakuvat ovat keskeinen osa rakennusautomaatioprojektia. Lähes jokaisessa automaatioprojektissa toteutetaan jonkinlainen valvomo ja

se on projektin näkyvin osa kiinteistön loppukäyttäjälle. Valvomo voi olla selaimella toimiva käyttöpaneeli alakeskuksen kyljessä tai paikallinen tietokone, jonka kautta palvelimella olevaa valvomoa käytetään. (Liedes ym. 2017, 4)

Valvomon grafiikan toteutukseen ei itsessään liity minkäänlaista dokumentaatiota, vaan sitä voidaan myöhemmin hyödyntää muun muassa säätöjen toiminnan tarkastamiseen trendien avulla, sekä dokumentoida valvomon toimintoja käyttäjäkoulutusta varten. (Liedes ym. 2017, 80) Kuvassa 8 on toimintakokeita varten otettu trendiajo ilmanvaihtokoneen virtaussäädöstä toimintakokeita varten.



KUVA 8. Tuloilmakoneen virtaussäätö

## 2.2.9 Käytönopastus

Järjestelmän turvallisen ja sujuvan käytön kannalta on erittäin tärkeää pitää käyttäjille kunnollinen käytönopastus. Kunnollisella käytönopastuksella mahdollistetaan se, että huoltohenkilöstö osaa tunnistaa ja diagnosoida vikoja paremmin. Käytönopastuksen jälkeen käyttäjä osaa muuttaa asetusarvoja ja aikaohjelmia ilman, että heidän tarvitsisi tehdä automaatiourakoitsijalle työpyyntöjä yksinkertaisten asioiden hoitamiseen, johon heillä on riittävät käyttöoikeudet. (Liedes ym. 2017, 121)

Käytönopastus toteutetaan asiakirjoissa vaaditulla tavalla. Vaadittuun tapaan voi projektista riippuen kuulua pelkästään yksinkertainen käyttökoulutus, esimerkiksi

käyttöpaneelin käyttöä varten. Toisissa projekteissa käyttökoulutus voi taas olla laajempi ja pitää sisällään esimerkiksi PowerPoint-muotoisen käyttökoulutuksen koko käyttöjärjestelmää varten. Käytönopastuksen laajuus riippuu pitkälti siitä, onko koulutettavilla aikaisempaa käyttökokemusta valvomoista ja mitä heidän tarvitsee osata tehdä. Käytönopastuksessa läpikäytäviä asioita ovat yleisesti hälytysten kuittaaminen, laitteiden ja ohjelmistojen käyttö, ohjaus häiriötilanteiden hallintaa varten, huoltokoulutus, käyttöliittymän muutokset ja täydentäminen. Käytönopastuksen jälkeen järjestelmän käyttäjän tulisi kyetä tulkitsemaan hälytys- ja ilmoitustietoja. (Liedes ym. 2017, 121)

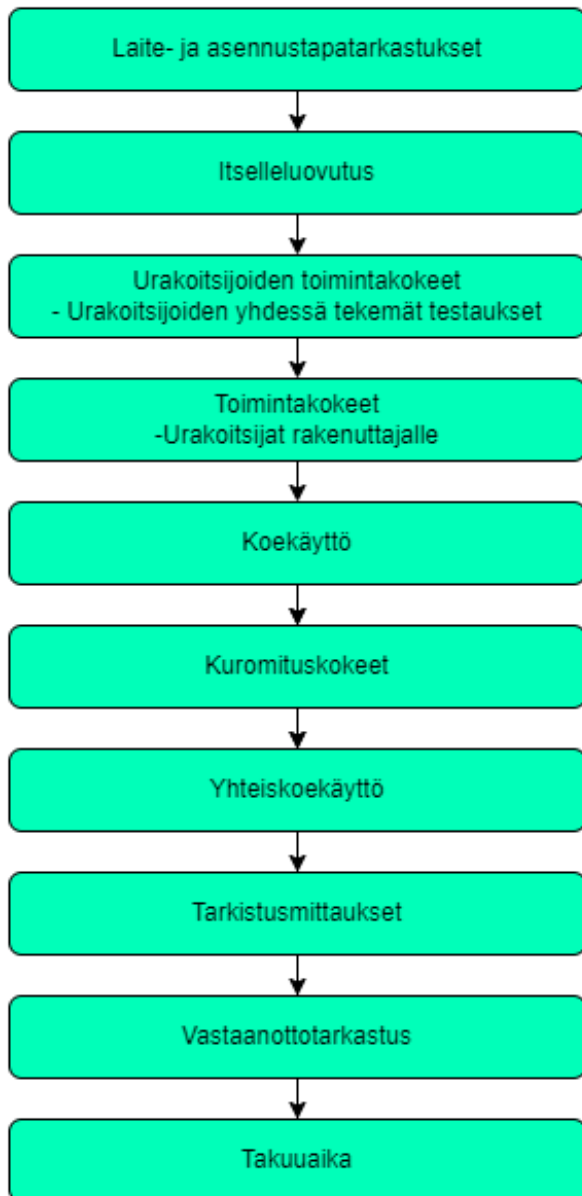
Käytönopastuksen jälkeen osanottajilta on pyydettävä allekirjoitus pöytäkirjaan, jotta saadaan todistus siitä, että käytönopastus on pidetty kaikille halutuille henkilöille. Pöytäkirjaan merkitään myös mitä kaikkea koulutuksessa on käyty läpi.

#### **2.2.10 Vastaanotto ja siihen valmistautuminen**

Rakennusurakan yleisien sopimusehtojen YSE1998:n luvun 11 § 1 mukaan urakoitsijan tehtävänä on tarkastaa työnsä laatu sekä korjata virheet ja puutteet, jos sellaisia havaitsee ennen tilaajalle luovutusta. Lisäksi pykälässä kolme sanotaan, että järjestelmien ja laitteistojen toimintojen tarkastus tulee suorittaa käyttökokeilla. Toiminnallisuus tulee tarkastaa ennen käyttöönottoa tai viimeistään silloin, kun vastaanottotarkastusta suoritetaan laitteiston ollessa täysin toiminnassa. (RT 16-10660 1998, 5)

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (RT 10-10660 1998, 71 § 1) sanotaan, että ”sekä urakoitsijalla että rakennuttajalla on oikeus pyytää vastaanottotarkastus pidettäväksi, kun sopimuksen tarkoittama rakennuskohde on siinä valmiudessa, että mahdollisesti kesken tai suorittamatta olevat työt ehditään suorittaa valmiiksi ennen vastaanottotarkastusta.”

Projektin lähestyessä loppuaan aletaan tarkastamaan järjestelmän toimintaa projektin luovutusta ja vastaanottoa varten. Tässä vaiheessa tarvitaan ja tuotetaan eniten dokumentaatiota ja lisäksi sen merkitys kasvaa. Vastaanottoa valmistelevat erilaiset tarkastukset, testaukset ja toimintakokeet on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Luovutusta valmistelevat toimenpiteet (Mukaiillen; RT 10-11301 2018)

### 2.2.11 Laite- ja asennustarkastukset

Vastaanottomenettelyn ensimmäinen vaihe alkaa jo heti projektin alussa oman työn laite- ja asennustapatarkastuksilla. Laite- ja asennustapatarkastusten hyväksytyt suorittaminen on edellytys toimintakokeiden aloittamiselle. (RT 10-11301 2018) Laite- ja asennustapatarkastuksissa tarkastetaan asennusten asennustapa ja kytkentöjen toimivuus sekä seurataan ja varmistetaan dokumenttien paikkansapitävyyttä tehtyjen asennusten, muutosten ja lisäysten osalta. Tällä ennaltaehkäistään merkittävästi toimintakoevaiheen ongelmia. (Härkönen ym. 2018, 273) Malliasennuksia tehdään projektista riippuen esimerkiksi kenttälaitteisiin, kuten antureihin, palopelteihin ja säätölaitetekeloihin (RT 10-11302 2018).





Tarkastetut järjestelmät tulee dokumentoida pöytäkirjaan, jossa yksilöidään toiminnot sekä mahdolliset virheet ja puutteet. Laite- ja asennustapapöytäkirja (kuva 10), pistetestauslista (kuva 7) ja itselleluovutusraportti (kuva 11) ovat sellaisia dokumentteja, jotka tulee liittää myös urakoitsijoiden välisen toiminnan tarkastuspöytäkirjan liitteeksi. Myös toiminnantarkastuksissa ilmenneet puutteet ja huomiot tule kirjata ylös sekä laatia näistä virhe- ja puutelistat, joihin tulee merkitä vastuuhenkilö tai -taho sekä korjaustoimenpiteiden aikataulu. Kuvassa 12 on esimerkki puutelistasta.

#### Vika- ja puutelistat

Toimintatarkastuksissa havaitut viat ja puutteet

Työkohde:				Projektinumero:				
Työnimike	Tehty	Lisätyö	Tilattu	Tarkempi kuvaus	Vastuu	Deadline	Korjattu/ nimi	Toiminta varmistettu
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					
	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei					

KUVA 12. Vika- ja puutelistat

### 2.2.14 Rakennuttajan toimintakokeet

Rakennuttajan toimintakokeet pidetään hyväksytyjen urakoitsijoiden toimintakokeiden jälkeen. Toimintakokeet suoritetaan rakennuttajan ja urakoitsijoiden kesken. Toimintakokeiden laajuus vaihtelee kohdekohtaisesti, mutta vaativimmissa kohteissa, niiden laajuus kattaa 100 % järjestelmistä. (RT 10-11302 2018) Yleisesti toimintakokeissa kuitenkin keskitytään rakennuksen turvallisuuden, käytettävyyden ja energiatehokkuuden kannalta keskeisimpien järjestelmien testaamiseen.

Ennen rakennuttajan toimintakokeita on syytä tarkastaa, että yhteys valvomoon on kunnossa, pisteet on kiinnitetty grafiikalle oikein, halutut käyttäjät on luotu ja niiden käyttöoikeudet ovat kunnossa. Lisäksi tulee tarkastaa, että jatkohälytykset on ohjelmoitu ja halutut trendit toimivat.

Järjestelmien toimintojen tarkastaminen tapahtuu pääsääntöisesti piste- ja toiminto simuloinnilla. Tämä tarkoittaa sitä, että simuloidaan jokin tilanne esimerkiksi nostamalla jotakin asetusarvoa, simuloimalla mittaustulosta tai kääntämällä indikoinnin polariteettia vikatilanteen aikaansaamiseksi. Samalla testataan, että toteutuuko halutut jatkohälytykset. Toimintoja pyritään seuraamaan samanaikaisesti kohteen valvomon välityksellä. (RT 10-11301 2018)

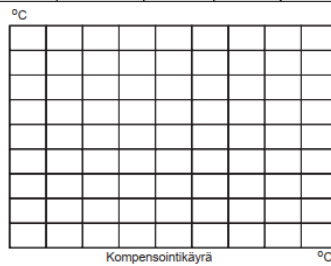
### **2.2.15 Säätö- ja viritustoimenpiteet**

Kun ilmanvaihto- ja putkiurakoitsijat ovat asettaneet ilmavirrat ja putkiverkostojen virtaukset halutuiksi, rakennusautomaatiourakoitsijan tehtävänä on virittää säädöt sekä asettaa lopulliset asetusarvot säädöille ja mittauksille. Virityksellä pyritään siihen, ettei säätöpiireihin jää jatkuvaa värähtelyä ja asetusarvopoikkeamat olisivat mahdollisimman pieniä. (RT 10-11302 2018)

Virityksistä on hyvä täyttää kuvan 13 mukainen virituspöytäkirja, josta selviää verkoston rakenne sekä sille asetetut säätöparametrit ja asetusarvot. Kun verkostot on viritetty, tulee verkoston säädöistä ottaa trendiajot. Trendiajot tulee toimittaa liittämällä osaksi virituspöytäkirjaa ja toimittaa rakennuttajalle hyväksyttäväksi. Jotta säädöt voidaan toteuttaa, niin rakennuksen tulee olla jo lähes valmis, jotta siellä olisi mahdollisimman todenmukaiset kuormitusolosuhteet. Jos kohteen vastaanotto on kesällä, tulisi lämmityskaudelta eli talvelta tehdä myös trendiajot ja taas, jos vastaanotto tehdään talvella, niin trendiajot tulisi myös tehdä jäähdytyskaudella.

## VIRITYSPÖYTÄKIRJA

Urakoitsija											
Työkohde						Järjestelmä					
Suunnittelija						Tilaaja					
Kone tai säätöpiiri	Alakeskus säädin	Viritysparametrit							Viritetty pvm./nimi	Huomautukset/puutteet, epäselvyydet	Korjattu pvm./nimi
		Asetus-arvo	Muutettu/uusi asetusarvo (pvm./nimi)	Suhdealue	Integrointi-aika	Derivointi-aika	Minimirajoitus	Maksimirajoitus			



KUVA 13. Virityspöytäkirja (ST 730.02 2018)

### 2.2.16 Koekäytöt ja kuormituskokeet

Hyväksytyjen toimintakokeiden, säätöjen ja viritysten jälkeen suoritetaan rakennuksen järjestelmille vielä koekäytöt. Ensimmäiseksi koekäytöt suoritetaan järjestelmä kerrallaan, jonka jälkeen siirrytään yhteiskoekäyttöön. Yhteiskoekäytössä seurataan koko järjestelmän toimintaa mahdollisimman todellisuutta vastaavissa olosuhteissa. Osa koekäytöistä voidaan sopia tehtäväksi takuuajana, joka mahdollistaa järjestelmien toiminnan testaamisen kesä- ja talviolosuhteissa. (Härkönen ym. 2018, 213)

Yhteiskoekäytössä järjestelmien toimintoja seurataan ensisijaisesti rakennusautomaatiovalvomosta trendien ja historiatietojen avulla. Kun yhteiskoekäytöt on suoritettu, rakennuksen ja järjestelmien tulisi olla siinä pisteessä, että ne voitaisiin ottaa normaaliin käyttöön. (RT 10-11302 2018, 9)

Kuormituskokeet voidaan suorittaa järjestelmille, kuten jäähdytysjärjestelmät, lämpöpumput ja varavoimakoneet. Tarvittavien laitteiden ja kuromien toimittamisesta vastaa järjestelmän toimittanut urakoitsija. (RT 10-11302 2018, 9)

### 2.2.17 Luovutus ja takuu aika

Projektin päätteeksi luovutettavat asiakirjat ja materiaalit määritellään urakkasopimuksessa. Luovutusmateriaalia syntyy projektin aikana alusta loppuun. Projektin alussa syntyviä aineistoja ovat muun muassa hyväksytyt materiaalilistat ja laiteluettelot. Kaikkiin alkuperäisiin dokumentteihin tulleet muutokset ovat myös syytä dokumentoida luovutusaineistoa varten. (Härkönen ym. 2018, 216)

Tyypillisimpiä dokumentteja, jotka liitetään osaksi luovutusmateriaalia ovat oman työn tarkastuksena syntyneet dokumentit kuten, laite- ja asennustapapöytäkirjat, hyväksytyt venttiili- ja materiaalilistat, alakeskusten valmistustarkastukset, mallihuonetarkastukset, piste-, kytkentä- ja kaapelinvetoluettelot, viritys- sekä tarkastuspöytäkirjat. Luovutusdokumentaation lisäksi tulee tehdä alakeskuskohtainen loppudokumentaatio luovutuskansioihin. Loppudokumentaatioon kuuluu ajantasaiset ja päivitettyt säätökaaviot, kytkentäkuvat, pisteluettelot, laiteluettelot sekä laite-esitteet. Luovutuskansiot tulee toimittaa urakkasopimuksen mukaisesti. Tyypillisesti kansioita toimitetaan vähintään tilaajalle ja alakeskuskaappiin. Luovutusmateriaalin ja loppudokumentaation lisäksi rakennusautomaatiourakoitsijan tulee liittää järjestelmänsä luokse, eli käytännössä alakeskukseen tiedot siitä, kuinka toimia vikatilanteissa. Tämä tarkoittaa sitä, että alakeskuksesta tulisi löytyä yhteystiedot mihin ottaa yhteyttä, kun järjestelmä vikaantuu. (Härkönen ym. 2018, 217)

Suoritettujen toimintakokeiden, käyttäjäkoulutuksen, koekäyttöjen, kuormituskokeiden ja vastaanottotarkastuksen jälkeen projektin ollessa valmis, se voidaan luovuttaa tilaajalle. Luovutuksen jälkeen alkaa takuu aika. Takuuajana urakoitsijan velvollisuutena on hoitaa urakkasopimuksessa mainitut takuuajaiset tehtävät, kuten takuuhuollot ja -tarkastukset. Takuuajaisia tehtäviä voivat olla esimerkiksi aikaisemmissa luvuissa mainitut talvi- tai kesäaikaiset toiminnantarkastukset. Takuuajana hoidetaan myös toiminnantarkastusten jälkeen ilmenneet virheet ja puutteet. (ST 736.00 2013)

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään mikä tutkimusmenetelmä valittiin, mitkä tämän tutkimusmenetelmän hyödyt ovat ja miten tutkimus päätettiin toteuttaa. Luvussa käydään läpi, ketkä valikoituivat haastateltaviksi ja mitä heiltä haluttiin selvittää.

#### 3.1 Tutkimusmenetelmä

Työhön liittyvä tutkimus päätettiin toteuttaa laadullisena, eli kvalitatiivisena tutkimuksena, koska järjestelmäasiantuntijoiden ja projektipäälliköiden tieto dokumentaatioon liittyen on pitkälti kuvailevaa ja kokemusperäistä, eikä dokumentaatioon liittyviä toimintatapoja yrityksen sisällä ole määritetty kirjallisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2009)

Kvalitatiivinen tutkimus päätettiin toteuttaa haastatelluilla, koska sitä toteutustapaa pidettiin helpoimpana ja lähestyttävimpänä. Lisäksi haastattelut tarjosivat joustavuutta kysymysten asetteluun ja vastaamisen, joka oli tärkeää, koska eri henkilöillä on pitkälti erilaiset toiminta- ja työskentelytavat rakennusautomaatioprojektin aikana. Haastateltaviksi valittiin Tampereen toimipisteellä työskentelevä projektipäällikkö sekä kolme järjestelmäasiantuntijaa. Projektityöntekijöiden lisäksi haastateltiin kahta tuotetuessa työskentelevää ensimmäisen tason tukea. Enempää järjestelmäasiantuntijoita tai projektipäälliköitä ei haastateltu, koska koettiin, että tällä otannalla saataisiin riittävän laaja kuva dokumentaation nykytilanteesta

Haastattelututkimuksella haluttiin selvittää projektipäälliköiltä, mitä ongelmia dokumentaation kanssa on havaittu ja mitä siinä voisi heidän mielestään parantaa. Järjestelmäasiantuntijoilta haluttiin kysyä ja selvittää, minkä he ovat kokeneet haasteelliseksi, mitä he tekisivät toisin ja mitä he kaipaisivat helpottamaan urakan aikaista dokumentaatiota. Näiden lisäksi järjestelmäasiantuntijoilta haluttiin selvittää heidän toimintamallejansa dokumentaatioon liittyen. Tuotetuelta haluttiin selvittää sitä, että onko heidän tiedossaan jotakin sellaisia työkaluja, jotka olisivat jossain muualla jo käytössä tai onko nykyisissä ohjelmissa joitakin sellaisia ominaisuuksia, jotka eivät välttämättä ole järjestelmäasiantuntijoiden tiedossa.

### 3.2 Haastattelut

Projektipäällikön haastattelussa nousi esiin ensimmäisenä projektidokumentaatioon käytettävän verkkolevyn hyödyntäminen. Verkkolevyä, jonne on avoin pääsy kaikilla Siemens Osakeyhtiön työntekijöillä, käytetään projektikansioiden säilyttämiseen ja ylläpitoon. Yleisesti haasteena tämän kanssa koettiin, että täytyy olla tietyssä verkossa, joka vaikeuttaa ja hidastaa projektikansioihin pääsemistä. Lisäksi koettiin, että verkkolevy oli sekava ja ilman hyviä lähtötietoja ja ymmärrystä siitä mitä haluat etsiä, voi olla vaikeaa löytää jopa haluamansa projekti. Toisena asiana projektipäällikön haastattelussa nousi esiin vaihteleva itselleluovutusmateriaali sekä asiakkaalle toimitettava luovutusmateriaali. Tällä koettiin myös olevan heikentävä vaikutus Siemensin kuvaan rakennusautomaatioimittajana. (Karjalainen 2022)

Järjestelmäasiantuntijoiden kanssa käytyjen keskusteluiden mukaan suurin syy erilaiseen ja jopa hieman puutteelliseen dokumentaatioon on se, ettei valmiita pöytäkirjapohjia ole (Toivonen 2022). Lisäksi mainittiin se, että järjestelmäasiantuntijat ovat todella työllistettyjä. Kiireen takia ei voida paneutua itselleluovutuksen dokumentaation ja tuottaa muuta kuin välttämättömät dokumentit ilman, että joku niitä erikseen pyytää (Kopo 2022).

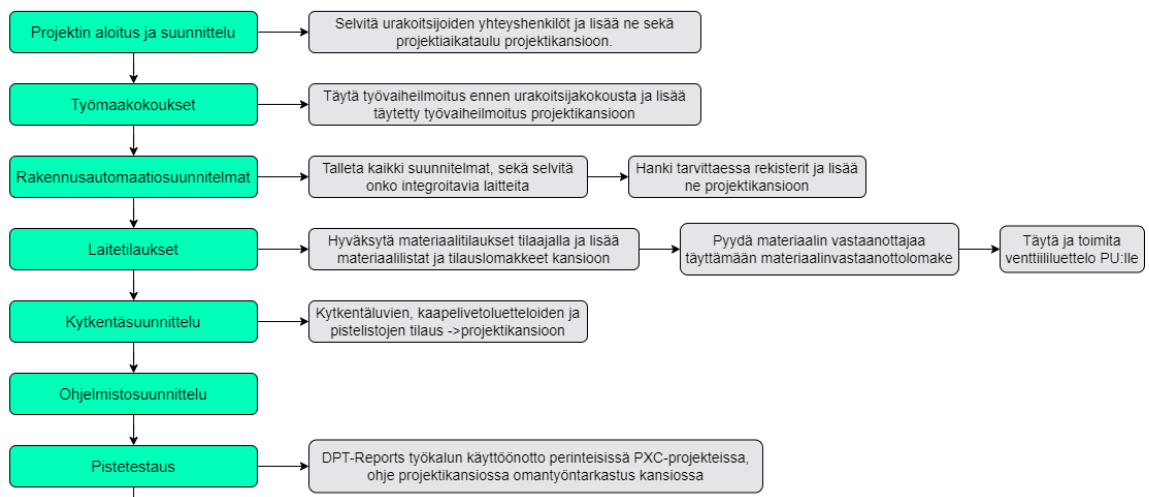
Tuotetuen kanssa käytyjen haastattelujen pohjalta selvisi se, että Saksassa on käytössä raportointityökalu DPT-reports, joka on jo osana ohjelmointiohjelmaa Xworks Plus. Xworks ohjelmalla voidaan luoda projektista DPT-export tiedosto, jota käytetään DPT-reports työkalussa luomaan ajantasainen pistetestauspöytäkirja (Rytkönen 2022). Rytkösellä oli myös omakohtaista kokemusta vastaavan raportointityökalun käytöstä eri ohjelmistolla ja nämä kokemukset olivat positiivisia.

## 4 DOKUMENTAATION KEHITTÄMINEN

Dokumentaation kehittäminen aloitettiin perehtymällä haastatteluissa ilmenneisiin haasteisiin. Tässä luvussa käydään läpi, mitä työn lopputuloksena syntyi ja mitä keinoja dokumentaation kehittämiseksi löydettiin.

### 4.1 Vaiheistusmalli ja pöytäkirjapohjat

Työn lopputuloksena syntyneitä vaiheistusmallia ja pöytäkirjapohjia alettiin tuottaa jo projektin kirjallisuusselvityksen edetessä samalla, kun ST- ja RT-kortistoa käytiin läpi. Kuvassa 14 on esitetty otos työn tuotoksena syntyneestä vaiheistusmallista.



KUVA 14. Rakennusautomaatiourakan vaiheistusmalli

Pöytäkirjapohjia luotiin muun muassa viritys- ja säätötoimenpiteille, käytönopastukseen, laite- ja asentamistapata tarkastukseen, materiaalinluovutukseen, itselleluovutukseen, sekä toimintakokeiden eri vaiheisiin. Näiden lisäksi työn tuotoksena päivitettiin venttiili- ja materiaaliluettelopohjat sekä vika- ja puutelistat. Pöytäkirjapohjien luonnissa hyödynnettiin ST-kortistosarjan 730 esimerkkejä, joita on esitetty kuvissa 3, 7, 10, 11 ja 12.

## 4.2 Raportointityökalun käyttöohje

Haastattelun kautta löytyneen raportointityökalun kehitystyö aloitettiin testaamalla sen toiminta. Työkalu on kehitetty Saksassa ja siitä oli jo tehtynä saksan- ja englanninkieliset ohjeet, joiden avulla työkalun käyttö oli helppo omaksua. Raportointityökalun käyttöä varten luotiin testiprojekti, jonka avulla havainnoitiin sen eri ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia.

Testauksen tuloksena havaittiin, että raportointityökalun avulla projektin pistetestauksen edistymistä on helppoa seurata. Lisäksi havaittiin, että sen avulla voitaisiin luoda eri urakoitsijoille helposti puutelistoja, jos jotakin ei ole voitu testata heistä aiheutuvan puutteen vuoksi. Testauksen tuloksena päädyttiin siihen, että työkalun käyttöönotto olisi hyvä idea ja sen avulla dokumentoinnin standardisointi olisi helpompaa. Lisäksi työkalussa oli monia sellaisia ominaisuuksia, joiden koettiin tuovan hyötyä projektin seurantaan ja valvontaan. Esimerkiksi uudella raportointityökalulla vanhat raportit saadaan helposti päivitettyä ajantasaisiksi yhdellä painalluksella. Liitteessä 1 on esitetty työkaluntuottama pistetestauspöytäkirja, jonka harmaisiin soluihin voitaisiin merkitä lisätietoa puutteiden korjaamisesta.

Havaintojen ja haastatteluiden perusteella päädyttiin tuoda ohjelman käyttöä helpommin lähestyttäväksi myös Suomessa sekä avata sen mahdollisuuksia järjestelmäasiantuntijoille käyttöohjeen muodossa. Käyttöohjeen tarkoituksena on toimia tukena uuden pistetestausraportointityökalun käyttöä ja koulutusta varten. Käyttöohjeessa käydään raportin luomisen vaiheet yksi kerrallaan läpi, jonka jälkeen kerrotaan, kuinka raporttia voidaan tarvittaessa päivittää. Ohjeen jälkeen kerrotaan työkalun eri mahdollisuuksista ja pöytäkirjoista, joita työkalulla voidaan luoda.

## 5 POHDINTA

Tämän työn tarkoituksena oli kehittää ja standardisoida rakennusautomaatioprojektin dokumentaatiota järjestelmäasiantuntijan näkökulmasta. Työssä tuotettiin valmiita ja helposti muokattavia pöytäkirjapohjia, vaiheistusmalli sekä ohje uudelle raportointityökalulle. Työn lopputuloksen ja tuotosten kuvaamista hankaloitti se, että työn tilaajan pyynnöstä, työssä ei käsitellä tarkemmin lopputuloksena syntyneitä dokumentteja eikä ohjeistuksia.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyneet tuotokset vastasivat sitä, mitä työltä odotettiin ennen sen aloittamista. Lopputulosten avulla pyritään vaikuttamaan työntekijöiden toimintamalleihin, luomaan laadukkaampia projekteja ja vähentämään projektin aikana syntyviä turhia kustannuksia.

Pöytäkirjapohjilla pyritään siihen, että asiakkaalle luovutettava aineisto olisi tyyliiltään ja laadultaan standardisoitua ja yhteneväistä. Tuotetut pöytäkirjapohjat asetettiin saataville malliprojektikansioon, johon kaikilla järjestelmäasiantuntijoilla on pääsy. Malliprojektikansion avulla pöytäkirjapohjat tulevat helposti käyttöön uutta projektikansiota luodessa.

Tuotettu vaiheistusmalli liitettiin myös osaksi projektikansiota ja sen tarkoituksena on toimia järjestelmäasiantuntijan ja projektipäällikön muistilistana koko rakennusautomaatioprojektin ajan. Vaiheistusmallista voi aina tarkastaa mitä eri vaiheissa tulisi muistaa tehdä ja dokumentoida. Siitä voidaan myös luovutusvaiheessa tarkastaa, onko asiakkaalle tuotettu ja toimitettu vaadittavat dokumentit.

Raportointityökalun ohjeella pyritään siihen, että järjestelmäasiantuntijoiden kynys ottaa uusi työkalu käyttöön laskisi. Tarkoituksena on, että projektien aikana syntyvä käyttöönottoraportointi alettaisiin tekemään työkalun avulla, jolloin saadaan tuotettua standardisoidumpaa testaus- ja luovutusmateriaalia. Työkalu pitää myös sisällään muita ominaisuuksia, joita voidaan käyttää projektinhallintaan. Näitä ominaisuuksia ovat käyttöönoton etenemisen seuranta sekä aika- ja kustannusarviointi.

Työssä selvisi, että puutteet dokumentoinnissa johtuivat puutteellisesta ohjeistuksesta, kiireestä ja valmiiden pöytäkirjojen puutteesta. Työn onnistumista ja tulosten merkittävyyttä on vielä varhaista arvioida, koska yhdessäkään projektissa ei ole vielä hyödynnetty tämän työn tuloksena tuotettuja pöytäkirjapohjia tai ohjeistuksia. Työn onnistumisen arviointia edellyttääkin se, että järjestelmäasiantuntijat ottavat pöytäkirjapohjat ja raportointityökalun käyttöön.

Kun lopputulokset saadaan järjestelmäasiantuntijoiden käyttöön, on tärkeää pyytää heiltä palautetta, jotta työn lopputuloksia saadaan jatkokehitettyä vastaamaan paremmin järjestelmäasiantuntijoiden tarpeita. Lisäksi raportointityökalun käytöstä voitaisiin laatia ohje projektipäälliköille, jossa käsiteltäisiin sen projektihallinnan ominaisuuksia.

## LÄHTEET

Congrid. 2022. Laatutarkastukset. Verkkosivu. Viitattu 29.3.2022.  
<https://www.congrid.fi/laatutarkastukset/>

Karjalainen, M. Projektipäällikkö. 2022. Haastattelu 2.2.2022. Tampere.

Kopo, A. Järjestelmäasiantuntija. 2022. Keskustelu 15.1.2022. Tampere.

Härkönen, P., Liedes, R., Mikkola, J., Piikkilä, V., Pusa, K., Sahala, A., Sahlstén, T., Sandström, B., Sirviö, A., Spangar, T. & Sulku, J. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-käsikirja 17. 6 uudistettu painos. Espoo. Sähkö-tieto ry. 2018. ISBN: 978-952-231-285-3

Liedes, R., Piikkilä, V., Sahala, A., Sahlstén, T. & Sulku, J. 2017. Kiinteistöjen valvontajärjestelmät. ST-käsikirja 22. Espoo. Sähkö-tieto ry. 2017. ISBN: 978-952-231-223-5

RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Rakennustieto Oy. Luettu 30.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>

RT 16-10837. 2005. Työmaakokouksen pöytäkirjan laatiminen. Rakennustieto Oy. Luettu 17.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>

RT 10-11301. 2018. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. Rakennustieto Oy. Luettu 23.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>

RT 10-11302. 2018. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. Rakennustieto Oy. Luettu 23.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>

Rytkönen, V. First level support. 2022. Haastattelu 5.2.2022. Tampere.

Siemens. n.d. Telegraphy and Telex. Verkkosivu. Viitattu. 31.3.2022.  
<https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/technology/information-and-communications-technology/telegraphy-and-telex.html>

Siemens. 2020. Siemens Suomessa & Baltiassa. Verkkosivu. Viitattu 4.2.2022.  
<https://new.siemens.com/fi/fi/ytio/siemens-suomessa-ja-baltiassa.html>

ST 711.15. 2018. Ohjelmistojen dokumentointi. Espoo: Sähkö-tieto ry. Luettu 18.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 730.00. 2018. Toimitustarkastuspöytäkirja. Espoo: Sähkö-tieto ry. Luettu 23.3.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 730.01. 2016. Asennus- ja kytkentätarkastuspöytäkirja. Espoo: Sähkö-tieto ry. Luettu 23.3.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 730.02. 2018. Toimintatarkastuspöytäkirjan täyttöohje. Espoo: Sähkötieto ry. Luettu 23.3.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 730.03. 2018. Tarkastuspöytäkirja. Espoo: Sähkötieto ry. Luettu 23.3.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 736.00. 2013. Rakennusautomaatioprojektin hallinta. Espoo: Sähkötieto ry. Luettu 15.2.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Luettu 22.3.2022. Tammi, 127 & 132.

Toivonen, V. Järjestelmäasiantuntija. 2022. Keskustelu 2.2.2022. Tampere.

LIITTEET

Liite 1. Uuden työkalun muodostama pistetestauspöytäkirja

**SIEMENS**

Title: Projekt XYZ  
 Name: Toivonen, Niklas  
 Date: [REDACTED]

26.4.2022

Pendenzentliste Zentralen

26.4.2022

Device Name	Full description	IO address	module Type	Type	Treated by	Date of field test	Comments state	Status
		T=4,7	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	3.11.2021 14.52.16	Checked	Finished
		T=11,7	TXM1,16D	BI	[REDACTED]	3.11.2021 14.52.17	Checked	Finished
		T=11,15	TXM1,16D	BI	[REDACTED]	3.11.2021 14.52.19	Checked	Finished
		T=17,3	TXM1,6R	BO	[REDACTED]	3.11.2021 14.52.18	Checked	Finished
		T=2,8	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	3.11.2021 15.25.27	Checked	Finished
		T=4,16.1	TXM1,6R	BO	[REDACTED]	3.11.2021 15.25.28	Checked	Finished
		T=31,1	TXM1,8U	AI	[REDACTED]	14.9.2021 8.53.05	Checked	Finished
		T=33,1	TXM1,6R	BO	[REDACTED]	11.10.2021 13.07.20	Checked	Finished
	IS 9 Tehoalue merkkilamppu	T=36,2	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	11.10.2021 13.07.57	Checked	Finished
	TX04.5.2.Lämmitysventtiili	T=36,3	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	11.10.2021 13.07.53	Checked	Finished
	TX04.9.Lämmitysventtiili	T=36,4	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	11.10.2021 13.07.08	Checked	Finished
	TX4.10.Lämmitysventtiili	T=36,5	TXM1,8U	AO	[REDACTED]	3.11.2021 15.25.46	Checked	Finished