

# **Rakennusautomaation vastaanoton kehittäminen**

Jani Markkanen

Opinnäytetyö

Joulukuu 2015

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Markkanen, Jani	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 04.12.2015
	Sivumäärä 30	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Rakennusautomaation vastaanoton kehittäminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Teppo Flyktman, Seppo Rantapuska		
Toimeksiantaja(t) Insinööritoimisto J. Markkanen Oy		
Tiivistelmä <p>Rakennusautomaation vastaanotto ja siihen liittyvät toimintakokeet ovat keskeisiä vaiheita rakennusautomaatioprojektin laadun varmennuksessa. Senaatti-kiinteistöjen talotekniikan asiantuntija Timo Keskikuru oli havainnut koko alaa koskevia puutteita vastaanottoprosessissa ja toivoi asiaa tutkittavan.</p> <p>Työn tavoitteena oli kehittää rakennusautomaation vastaanoton toimintatapoja. Työssä selvitettiin aiheeseen liittyviä säännöksiä ja toimintatapoja kirjallisista lähteistä. Kehitystyön kannalta tärkein tutkimismenetelmä oli alan eri toimijoiden haastattelut. Käytännön kokemuksia saatiin pilottikohteesta, jossa kehitystyön tuloksia testattiin. Työssä kehitettiin vastaanoton tueksi myös tarkastusdokumentointia.</p> <p>Vastaanoton kehittämistarpeet nousivat työn aikana selvästi esille. Dokumentoinnin kehittämiseen on tulevaisuudessa varattava lisää resursseja, jotta laajempi uudistus vallitseviin käytäntöihin olisi mahdollinen. Myös vastaanoton toimintatapojen uudistaminen koko rakennusautomaatioalalla vaatii loppuun asti kehitettyjä ohjeistuksia ja valmiita dokumentteja, jotka myös otetaan käyttöön.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Rakennusautomaatio, vastaanotto, vastaanottotarkastus, automaatioprojekti		
Muut tiedot		

Author(s) Markkanen, Jani	Type of publication Bachelor's thesis	Date 04.12.2015 Language of publication: Finnish
	Number of pages 30	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Developing acceptance of building automation</b>		
Degree programme Automation Engineering		
Supervisor(s) Flyktman Teppo, Rantapuska Seppo		
Assigned by Insinööritoimisto J. Markkanen Oy		
Abstract  <p>Acceptance of building automation and functional test are important subjects when developing building automation system projects. Timo Kesikuru, Expert in Building Services Engineering in Senaatti-Kiinteistöt, had noticed some deficiencies in the acceptance procedure and wanted a research to be done.</p> <p>The goal was to a develop procedure for building automation acceptance. In the execution rules and working policies were studied from literature of the field. The most important way of research was interviews of professionals from different perspectives. Practical experience was gathered in a pilot project, which gave an opportunity to test some results of the development. As a result, a documentation was developed to support acceptance.</p> <p>The need of development in acceptance was clear. More resources must be given to research and development of documentation to reform the procedure more. Also documents and instructions must be properly improved and finished to make difference in larger scale.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Building automation, acceptance, acceptance inspection, automation project		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Rakennusautomaatioprojekti.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Rakennusautomaation vastaanotto .....</b>	<b>6</b>
	3.1 Itselleluovutus .....	7
	3.2 Toimintakokeiden edellytykset .....	8
	3.3 Toimintakokeet .....	9
	3.4 Yhteiskoekäytöt.....	9
	3.5 Dokumentointi .....	10
	3.6 Vastaanottotarkastus .....	11
<b>4</b>	<b>Kehityskohteita ja ratkaisuja .....</b>	<b>11</b>
	4.1 Haastattelut.....	11
	4.1.1 Urakoitsija.....	12
	4.1.2 Suunnittelija.....	14
	4.1.3 Tilaaaja.....	16
	4.2 Analyysi.....	17
	4.3 Kehittäminen .....	18
	4.3.1 Suunnittelun kehittäminen.....	18
	4.3.2 Jälkiseuranta .....	19
	4.3.3 Etävalvonta .....	20
	4.3.4 Yhteistyö kiinteistönvalvonnan kanssa.....	20
<b>5</b>	<b>Pilottityö EVIRA.....</b>	<b>21</b>
	5.1 Kehitystyö.....	22
	5.1.1 Toimintakoedokumentointi.....	22
	5.1.2 Toimintakokeet.....	26

5.2 Tulokset .....	27
<b>6 Pohdinta .....</b>	<b>28</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>30</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>31</b>

**Kuviot**

Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän perusrakenne (Piikkilä 2012, 94) .....	5
Kuvio 2. Videoneuvottelutilan ilmamääräsäätimien säätökaavio .....	21
Kuvio 3. LVI- ja RAU-tarkastuslista .....	23
Kuvio 4. RAU- tarkastuslista .....	24

# 1 Johdanto

Työ tehtiin yhteistyössä insinööritoimisto J. Markkanen Oy:n kanssa. Aihe-ehdotus rakennusautomaation vastaanoton kehittämisestä tuli Senaatti-kiinteistöltä, joka on valtion työympäristö- ja toimitila-asiantuntija, sekä insinööritoimiston pitkäaikainen asiakas.

Rakennusautomaation merkitys LVIA-suunnittelussa on kasvanut automaation ja älyn lisääntyessä talotekniikan säätö- ja ohjausjärjestelmissä. Yhä useammin LVI-laitteiden ohjaukset ja säädöt hoidetaan jonkin automaatiojärjestelmän avulla. Automaatiojärjestelmien kehitys on tehostanut rakennusten energiankäyttöä, lisännyt säätömahdollisuuksia, parantanut asumis- ja työskentelyolosuhteita ja kehittänyt turvajärjestelmiä.

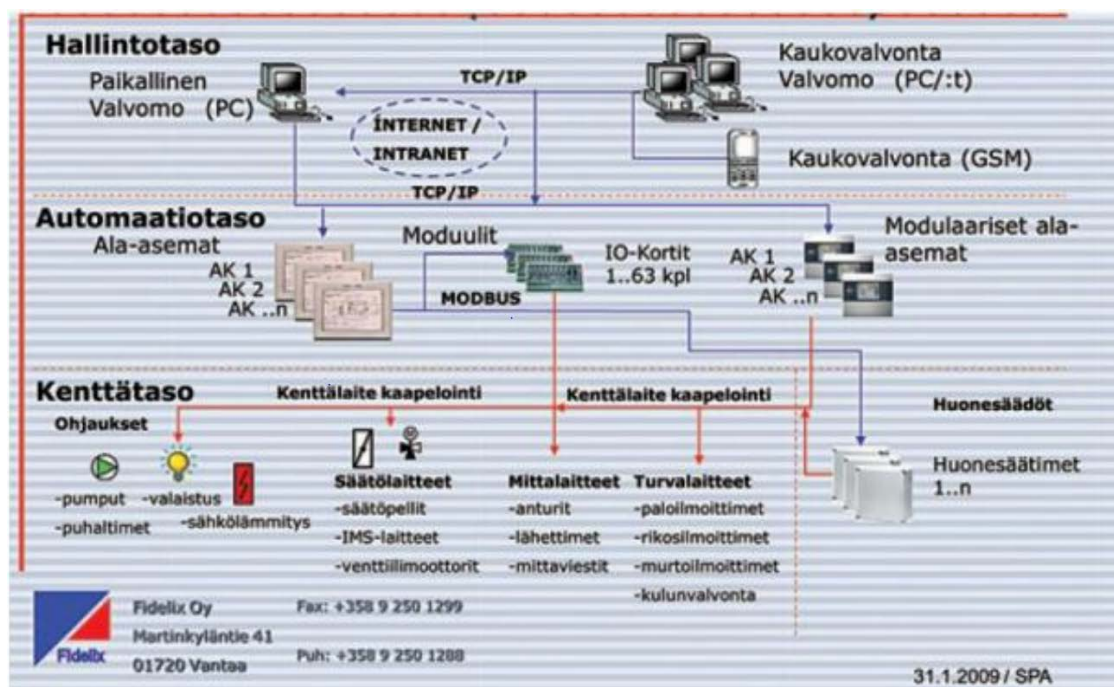
Vaikka rakennusautomaation suunnittelun merkitys on kasvanut, rakennusautomaation vastaanottoon ei panosteta riittävästi. Liian kevyet toimintakokeet ja puutteellinen jälkiseuranta aiheuttavat usein vikatilanteita käyttäjälle, lisätöitä suunnittelijoille, energiahukkaa kiinteistölle ja hankaluuksia tulevaisuuden saneerauksissa.

Työn tarkoituksena on selvittää rakennusautomaation vastaanoton ongelmakohtia. Työssä selvitetään aiheeseen liittyviä säännöksiä ja ohjeistuksia, sekä eri osapuolien näkökulmia vastaanoton järjestämisestä ja kehityskohteista. Työssä luotiin myös mallidokumentti toimintakokeiden läpi viemiseen. Mallia päästiin testaamaan insinööritoimiston suunnittelukohteessa, johon oli suunniteltu ilmanvaihtojärjestelmien uusintaa. Kohteen toimintakokeissa kokeiltiin luotua mallidokumenttia ja otettiin muutenkin huomioon käytännössä tässä työssä esille tulleita asioita.

## 2 Rakennusautomaatioprojekti

”Rakennusautomaatio on automaation osa-alue, jolla on omat ominaispiirteensä. Rakennusautomaatio on työkalu, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennusten teknisiä laitteita ja pyritään optimoimaan energiankulutus, laitteiden kuluminen, melu ja maksimoimaan laitteiden käytöstä saatavat hyödyt.” (BAFF, 2010)

Rakennusautomaatio on osa rakennuksen LVIA-toteutusta. Automaatiojärjestelmän ohjelmat ohjaavat ja tarkkailevat lämmitystä, vedenjakelua ja ilmvaihtoa, viihtyvyyden ja energiankulutuksen ehdoilla. Automaatiojärjestelmällä voidaan myös ohjata ja valvoa valaistusta, turvalaitteita, kulunvalvontaa ja muita kiinteistön käyttöön liittyviä tapahtumia. Säädöillä ja ohjauksilla saadaan lisättyä rakennuksen viihtyisyyttä ja turvallisuutta, sekä pienennettyä energiankulutusta. (Ks. kuvio 1)



Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän perusrakenne (Piikkilä 2012, 94)



Rakennusautomaation toteuttamisen kiinteistössä kuuluu kolme vaihetta, suunnittelu, rakentaminen ja käyttö. RAU-suunnittelija pyrkii suunnitteluvaiheessa selvittämään tilaajan tai rakennuttajan kanssa kiinteistön käytön tarpeet ja suunnittelemaan niitä vastaavat järjestelmät. Urakoitsijan tehtävänä on rakentaa suunnitelmien mukainen järjestelmä. Kiinteistöhuollon henkilöstölle tulee kouluttaa automaatiojärjestelmän käyttöä, jotta järjestelmän tuomat hyödyt saadaan mahdollisimman hyvin käyttöön.

### **3 Rakennusautomaation vastaanotto**

Urakoitsija tai rakennuttaja voi pyytää vastaanottotarkastusta pidettäväksi, kun kohde on valmis tai kesken olevat työt keritään suorittaa ennen vastaanottotarkastusta. Urakoitsijan on ennen tarkastusta varmistuttava, että rakennus on valmis ja täyttää sopimuksen mukaiset vaatimukset. Pyyntö on tehtävä kirjallisena ja toimintakokeet on aloitettava 14 päivän kuluessa pyynnön kirjaamisesta.

Vastaanotossa tarkastetaan, että kohde on sopimusten mukainen ja valmis vastaanotettavaksi. Vähäiset työt eivät haittaa vastaanottamista, elleivät ne haittaa käyttöönottoa. Tarkastuspöytäkirjaan merkitään mm. hyväksytäänkö kohde vastaanotettavaksi, syyt mahdollisesta hylkäämisestä, puutteet, sekä niiden korjaamisen aikataulu, taloudelliset vaikutukset urakoihin, takuuajat, tarvittavat jälkitarkastukset ja tarvittavien asiakirjojen toimittamisesta rakennuttajalle. (YSE 1998 71 §)

Vastaanotossa urakoitsijat esittävät tilaajalle kohteen sopimuksenmukaisuuden. Vastaanoton vaiheet on määritelty tarkemmin urakan sopimusasiakirjoissa, mutta niihin kuuluu:

- valmistautuminen
- itselleluovutus
- toimintakokeet

- koekäyttö
- käytön opastus ja koulutus
- loppudokumentointi
- vastaanottotarkastus

Suunnitelmia ja aikatauluja laadittaessa olisi tärkeää, että tarkastuksille ja vastaanotolle varataan riittävästi aikaa. Työmaakouksissa on pidettävä huoli, että urakan viivästyessä tai muissa ongelmatilanteissa aikataulun kiristyessä aikaa ei viedä vastaanottotarkastuksesta ja muista lopputöistä. (Piikkilä 2012, 217)

### 3.1 Itselleluovutus

Yleiset sopimusehdot YSE 1998 RT 16-10660 sitovat urakoitsijan itse varmistumaan työn valmiudesta ja sopimuksen vaatimusten täyttymisestä ennen kuin vastaanottotarkastus pidetään. Urakoitsijan itse suorittamaa tarkistusta kutsutaan itselleluovutukseksi. Urakoitsija on velvollinen huolehtimaan että kaikki sopimuksen mukaiset tarkastukset on tehty ennen vastaanottoa. (Piikkilä 2012, 213)

Itselleluovutus dokumentoidaan ja tarkistuslista luovutetaan rakennuttajalle, jotta rakennuttaja näkee toimenpiteiden valvonnat ja tarkastukset. Tarkastukset on syytä tehdä huolellisesti kaikkien pisteitten ja ohjelmien osalta, sillä virheistä aiheutuvat korjauskäynnit ovat kalliita ja vaikuttavat urakan lopputulokseen. Kiinteistönkäyttäjälle aiheutuvat toimintahäiriöt ja käyttäjien valitukset myös pilaavat urakoitsijan maineen muiden osallisten silmissä. (Piikkilä 2012, 213)

Itselleluovutus on tarpeellinen apukeino automaatiourakoitsijalle, mutta sillä on myös suuri merkitys tilaajalle, kun pidetään vastaanottotarkastusta. Urakoitsijan on tärkeää dokumentoida itselleluovutus mahdollisimman hyvin, sillä dokumenteilla osoitetaan laitteiston ja järjestelmien toimivuus tilaajalle.

Suunnitteluvaihe on tärkeä, mutta vastaanotossa tarkastetaan, miten hyvin suunnitelmat ovat toteutuneet. Tilaaja odottaa urakoitsijalta hyvää viimeistelyä ja dokumentoitua itselleluovutusta ennen kuin pyydetään vastaanottotarkastusta. On kuitenkin urakoitsijan etu pyytää vastaanottotarkastus heti töiden valmistuttua, sillä jos rakennuttaja ei pyydä tarkastusta, aikataulu voi venyä. Urakoitsijalla on mahdollisuus pyytää vastaanotto kun itselleluovutus on tehty. Urakoitsijalta odotetaan myös pääprosessien toiminnan tarkastamista takuuajkana. Se luo pohjaa hyvälle asiakassuhteelle. (Bremer, 2015)

### 3.2 Toimintakokeiden edellytykset

Tarkastettuaan kojeet ja laitteet urakoitsija pyytää kirjallisesti toimintakokeiden suoritusta tilaajalta. Jotta toimintakokeet voidaan järjestää, on kuitenkin suurin osa rakennustöistä oltava jo tehtynä. Konehuoneet, sähkökeskukset ja valvomot tulee olla valmiina ja siivottu. Pölyävät rakennustyöt ja pölyttömäksi siivoaminen on oltava suoritettu, sillä ilmapirrat kuljettavat rakennuspölyn suodattimiin ja laitteisiin. Jotta toimintakokeet voidaan pitää, tulee rakennuksen olla valmis säätöön ja viritukseen vaikuttavilta osin, kuten seinät, ovet ja ikkunat paikoillaan. Säätö ja viritustoimet aloitetaan toimintakokeiden jälkeen.

Pääurakoitsijan on huolehdittava, että toimintakokeiden edellyttämät toimenpiteet on tehty kaikilta osin ennen toimintakokeiden aloitusta. Toimintakokeissa on hyvä olla edustaja kaikilta urakoitsijoilta, jolloin rakennuttaja voi tarkistaa toimintakokeiden edellytyksiä kaikkien urakoitsijoiden ollessa paikalla. Näin saadaan myös ajantasainen tieto puutteista ja muutoksista. Toimintakokeissa tarvittavat laitteet ovat käytössä, kun kaikki urakoitsijat ovat paikalla. Myös tarvittavista muutoksista ja korjauksista on helpompaa sopia kaikkien urakoitsijoiden ollessa paikalla. (Piikkilä 2012, 214)

### 3.3 Toimintakokeet

Urakan loppuvaiheessa rakennuttaja ja urakoitsija pitävät toimintakokeet osana yhteistä laadunvarmistusta. Urakoitsija osoittaa rakennuttajalle, että toteutuksessa on seurattu suunnitelmia ja järjestelmät ja laitteet toimivat, kuten on suunniteltu, olosuhteista riippumatta. Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu varmistua työn valmiudesta, itselleluovutuksesta ja havaittujen vikojen ja puutteitten korjaamisesta ennen luovutusta.

Toimintakokeissa tarkastetaan mm. että,

- Instrumentointi ja merkinnät on tehty
- Puhaltimien ja pumppujen pyörimissuunnat tarkastettu
- Hälytykset ja varolaitteet ovat kunnossa ja testattu
- Ohjaukset ja pakkokytkennät on tehty ja tarkastettu
- Taloteknistenlaitteiden säädöt on testattu ja tarkastettu

(Piikkilä 2012, 214)

### 3.4 Yhteiskoekäytöt

Kun kaikki urakoitsijat ovat saaneet laitteet säädettyä ja viritettyä, kaikille järjestelmille suoritetaan yhteiskoekäyttö. Myöskin loppusiivoukset teknisissä tiloissa on oltava suoritettu ennen yhteiskoekäyttöä. Yhteiskoekäytöllä testataan eri järjestelmien toimivuus ja toiminta tulevaa käyttöä vastaavissa olosuhteissa. Yhteiskoekäytössä noudatetaan LVISA-suunnittelijoiden laatimaa ohjelmaa, jossa on määritelty urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden velvoitteet. Ohjelmassa kerrotaan kenen mittareilla mitataan, mitä mitataan ja kuka mittaukset tekee. Toimintaa seurataan yleisesti automatiojärjestelmän valvomosta trendien ja historiatietojen avulla.

Mikäli järjestelmää tullaan käyttämään muuttuvissa olosuhteissa esimerkiksi vuoden-aikojen vaihtelun takia, voidaan sopia joitakin kokeita tehtäväksi takuuajana, olosuhteiden muuttuessa. Rakennuksen tulisi kuitenkin olla otettavissa käyttöön yhteiskäytön jälkeen. (Piikkilä 2012, 214)

### 3.5 Dokumentointi

Huolellinen dokumentointi on tärkeää heti projektin alusta lähtien. Dokumentit ovat luonteva tapa välittää tietoa toimijoiden välillä ja ne jäävät todisteeksi tarkistuksista ja muista toimenpiteistä. Riitatilanteissa dokumentit, kuten kokouspöytäkirjat ja RAU-tarkastuslistat ovat todistusaineistoa sovituista asioista, sopimusten ohella.

Esimerkiksi lisätöistä kannattaa sopia etukäteen ja kaikki sovittu kirjata neuvottelupöytäkirjaan. Muutoksista tulisi olla lisä- ja muutostyötartjoukset, jotta maksaja pysyy kaikille selvänä. Urakkasopimus on tärkein asiapaperi, jonka jälkeen tulevat urakka-neuvottelupöytäkirjat ja yleiset sopimusehdot. Ristiriitatilanteissa kirjaukset ovat tärkeässä roolissa, joten automaatioprojektin dokumentoinnin olisi syytä olla jatkuvaa. (Sahlsten, 2015)

Vastaanoton pöytäkirja, johon kirjataan tarkastuksen eteneminen ja suoritettut tehtävät, on vastaanoton tärkein dokumentti. Mahdollisista virheistä ja puutteista on tehtävä lista pöytäkirjan liitteeksi ja tarvittaessa pöytäkirjaan kirjataan jälkitarkastuksen ajankohta.

### 3.6 Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastuksessa tilaaja varmistuu kohteen vastaanottovalmiudesta ja suunnitelmanmukaisuudesta.(ST 711.04) Vastaanottotarkastuksesta laaditaan pöytäkirja johon kirjataan virheet ja puutteet, mahdollisesti taloudellinen loppuselvytys, sekä jälkitarkastuksen ja taloudellisen loppuselvityksen ajankohdat mikäli tarpeellista. (Piikkilä 2012, 218)

## 4 Kehityskohteita ja ratkaisuja

### 4.1 Haastattelut

Selvittääkseni vastaanoton toimivuutta ja ongelmakohtia haastattelin alan toimijoita. Teemahaastattelu on paljon käytetty tutkimustapa ja tiedonkeruun muoto. Teemahaastattelussa haastattelijalla on tarkkaan pohditut ja rajatut teemat, joihin haetaan vastauksia asiantuntijoiden kautta. Teemahaastattelussa ei kuitenkaan ole valmiiksi laadittuja kysymyksiä ja vastausvaihtoehtoja, vaan haastattelu on avoin teemoista nouseville ajatuksille.

Jotta haastattelusta olisi apua tiedonkeruussa, valitsin haastateltavaksi rakennusautomaatioalan ammattilaisia. Eri näkökantojen varmistamiseksi haastattelin kaikkia kolmea eri toimijaa rakennusautomaatioprojektissa, urakoitsijaa, suunnittelijaa ja tilaajaa. Kokonaiskuvan saamiseksi kyselin heiltä vastaanoton menetelmistä, jälkiseurannasta, mahdollisista ongelmista ja kehityskohteista.

#### 4.1.1 Urakoitsija

Rakennusautomaation urakoitsijana haastatteluun osallistui Jataku Oy:n Jari Kurtti. Häneltä sain näkemyksiä urakoitsijan näkökulmasta ja mielipiteitä vastaanottoon liittyen.

Kurtin mukaan vastaanotossa tilaaja arvioi tarkistuslistojen ja puute- ja virhelistojen avulla onko kohde siinä kunnossa, että se voidaan vastaanottaa. Vastaanotossa pitää olla saatavilla mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat, sekä suunnittelijan tai valvojan laatimat puute- ja virhelistat. IV-tarkastuspöytäkirja on yksi vastaanoton tärkeimmistä dokumenteista. Yleensä tilaaja hyväksyy kohteen ja vastaanotto tehdään vaikka puutteita tai virheitä olisi. Puutteet ja virheet, sekä suoritettavat jälkitarkastukset kirjataan vastaanottopöytäkirjaan. Mikäli vastaanoton jälkeen on puutteita, sovitaan saakoista tai maksujen suorittamisen siirtämisestä jälkitarkastukseen asti.

Vastaanotossa voidaan sopia myös joidenkin säätöjen ja toimintojen testaus tarkastuksen jälkeen, mikäli olosuhteet sitä vaativat. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi jäähdytys, sekä kesä/-talvikäytöt. Tällaisista testauksista suunnittelija tekee tarkastusdokumentit ja toimittaa tarvittaessa tilaajalle.

Kurtti kertoo, että vastuunjako tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan välillä on urakkakohtaista ja se määritellään urakkaohjelmaan. Vastaanottoon mennessä tulee urakoitsijan, urakoitsijoiden välisten ja suunnittelijan tekemien tarkastusten olla tehty. Varsinaista yhteiskoekäyttöä ei välttämättä tarvita, sillä urakoitsijat tekevät yhteistyötä omia tarkastuksia tehdessään. Suurissa kohteissa vastaanotto voidaan tehdä osissa, jotta tarkistukset tulee tehtyä kunnolla.

Kurtin mukaan urakkaohjelmassa tulee olla sovittu urakan vastaanoton jälkeinen toiminta ja mahdollisesti tarvittava seuranta. Jälkiseuranta kuuluu usein takuuhuoltoon,

jossa urakoitsija käy neljä kertaa kahden vuoden aikana tekemässä huoltotarkastuksen. Tarkastuksessa urakoitsija tarkastaa laitteet ja niiden toiminnan. Joskus tilaajan vaatimuksesta pidetään toimivuustarkastus noin kolmen kuukauden kuluttua vastaanotosta, jolloin paikalle saapuvat tilaaja, suunnittelija ja urakoitsijat ja laitteiden ja ohjelmien toiminta tarkastetaan. Vastaanotossa puutelistaan voidaan kirjata vaatimus trendeistä valitulta ajalta, jos tilaaja tai suunnittelija haluavat suorittaa jälkiseurantaa. Usein seurantapalvelua tarjoaa kuitenkin kiinteistönhuolto.

Kurtin mielestä suurimmat ongelmat vastaanotossa ovat aikatauluissa. Vastaanotto on sovittu tehtäväksi niin pian, etteivät urakoitsijat ehdi tekemään kaikkia tarkastuksia, tai tarkastukset jäävät pintapuoleisiksi. Tällöin on mahdollista että joitakin virheitä tai puutteita ei huomata tarkastuksissa ja vasta kiinteistön käyttäjä huomaa ongelmat. Tarkastuksien ongelmana ovat myös vastuukysymykset. Mikäli suunnitelmissa ei ole tarkkaan kerrottu kenen vastuulla laitteen toimittaminen asentaminen ja testaus ovat, voi testaus jäädä kokonaan tekemättä. Jos laitteen toimittaa joku muu kuin automaatiourakoitsija, toimittaja ei välttämättä osaa testata automaation toimintaa. Vaikka laitteen toimittaja suorittaisikin testaukset, ei suorituksesta välttämättä jää dokumentteja. Ratkaisuna tähän ongelmaan Kurtti näkee suunnitelmien tarkentamisen. Toimitus-, asennus- ja testausvastuu tulisi käydä ilmi laitekohtaisesti suunnitelmissa. Suunnittelijalla on vastuu kokonaisuudesta ja suunnittelussa tulee ottaa huomioon laitteet ja kokonaisuudet, joissa osapuolina voi olla useampi urakoitsija. Varsinkin sellaisissa laitteissa testausvastuu tulisi selkeästi osoittaa. Kurtti näkee myös tässä työssä kehitystyön alla olevan tarkastusdokumentin todella hyödyllisenä välineenä tilaajan ja suunnittelijan kannalta.

Kehittämiskohteena Kurtti näkee kommunikointiongelman. Usein loppukäyttäjät näkee toteutuksen vasta vastaanottohetkellä. Tällöin voi tulla tilanteita, joissa suunnitellut laitteet tai järjestelmät eivät sovellu kohteen käyttötarkoitukseen. Kurtin mielestä suunnitteluvaiheessa pitäisi panostaa suunnittelijan ja loppukäyttäjän väliseen kommunikointiin, jotta suunnitelmat palvelisivat käyttötarkoitusta.



Kurtin mukaan myös valvomografiikoiden yhdenmukaistaminen helpottaisi niiden käyttöä. Varsinkin jälkiseurantaa tai etävalvontaa käytettäessä ajanhukkaa aiheuttaa valvomon opiskelu, sillä valvomoiden grafiikoita on todella monenlaisia.

Kurtin mielestä toimintatapojen kehittämisessä käytäntöjen yhdenmukaistaminen ja tiedon välittäminen varsinkin tilaajan suuntaan on pääosin suunnittelijan tehtävä. Suunnittelijan vastuulla on tuoda esille hyödyllisiä toimintatapoja ja valvontaan liittyviä käytäntöjä, ellei tilaaja tai valvoja niitä osaa vaatia, eikä urakoitsija tarjota.

#### 4.1.2 Suunnittelija

Rakennusautomaatiosuunnittelijalta näkemystä vastaanottoon sain, kun haastattelin Insinööritoimisto J. Markkasen RAU-suunnittelijaa Taneli Verrosta.

Verrosen mukaan vastaanoton tarkoitus on, että tilaaja tarkastaa kohteen urakoitsijojen saatua urakat valmiiksi. Vastaanotto on tilaisuus jossa tilaaja varmistaa että kohde on siinä määrin valmis, että se voidaan vastaanottaa. Vastaanottotarkastuksen välineenä toimivat dokumentit toimintakokeista, sekä muista tarkastuksista, joita kohteessa on tehty. Samalla vastaanotto on urakoitsijoiden kannalta hetki jolloin kohde on valmis ja siirrytään takuuajalle, mikäli vastaanotto hyväksytään. Vastaanoton pöytäkirjaan kirjataan vastaanoton aikana tarkastetut kohteet, havaitut viat ja puutteet, sekä hyväksytäänkö vastaanotto.

Verronen kertoo vastaanoton edellytyksenä olevan, että kohteessa on kaikki valmista, tarkastukset ovat tehtynä ja virheet ja puutteet korjattuna. Urakoitsijan tekemä itselleluovutus, sekä toimintakokeet tulee olla tehty ja dokumentit niistä on oltava esillä vastaanottotarkastuksessa. Tiukkojen aikataulujen vuoksi tästä joudutaan usein joustamaan ja vastaanottoja järjestetään ennen kuin kaikki on valmista. Tällöin

mahdollisia puutteita ja ongelmia jää tarkastettavaksi takuuajalla. Joskus toimintakokeetkin pidetään vasta vastaanoton yhteydessä, jolloin on mahdollista, että tarkastukset eivät ole riittävän tarkkoja.

Verrosen mukaan jälkiseuranta toteutetaan lähinnä urakoitsijan toimesta. Seurantaan kuuluu yleensä neljä takuuajalla tehtävää huoltoa. Huolloissa tarkastetaan, että säädöt ovat kohdallaan ja laitteet toimivat. Huollon yhteydessä kiinteistön käyttäjä toimii tilaajan roolissa. Käyttäjän tulisi kiinteistön käytön aikana kirjata ylös ongelmia ja vikoja, jotka takuuajan huollon yhteydessä tulee tarkastaa ja korjata. Käyttäjän tulisi muutenkin olla aktiivinen huoltojen valvonnan ja ongelmakohtien kanssa. Verrosen mielestä huoltojen valvontaan tulisi kiinnittää huomiota, jotta tarvittavat tarkastukset tulisi varmasti tehtyä vaaditulla tarkkuudella.

Etävalvonta järjestetään urakan ulkopuolella, Verronen kertoo. Etävalvonta on usein urakoitsijan tarjoama palvelu tilaajalle, eikä se yleensä kuulu automaatiourakkaan. Mikäli etävalvonnasta on kuitenkin sovittu jo urakan alussa, myös suunnittelija on mukana suunnittelemassa etävalvontaa. Tällöinkin valvonnan järjestää yleensä urakoitsija.

Verrosen mielestä vastaanoton suurimmat ongelmakodot ovat ajan käytössä ja liian tiukoissa aikatauluissa. Liian aikaisiin pidetty vastaanotto aiheuttaa sitä, että vastaanottoon mennessä kohdetta ei ole keretty saada valmiiksi. Automaation osuus koko urakasta on pieni, joten se jää helposti liian vähälle huomiolle tarkastuksissa ja vastaanotossa. Tilaajan tulisi kuitenkin vaatia että automaation toimii, esimerkiksi toimintakokeilla todistettuna, sillä automaatiolla on suuri merkitys kiinteistön käytössä mm. energiankulutukseen, turvallisuuteen ja viihtyvyyteen.

Ratkaisuksi näihin ongelmiin Verronen ehdottaa lisää aikaa testauksiin ja tarkastuksiin. Aikaa pitäisi olla riittävästi urakoitsijan pitämään itselleluovutukseen, toiminta-

kokeisiin ja löydettyjen vikojen ja puutteiden korjaamiseen ennen vastaanottoa. Aikataulussa pitäisi olla riittävästi aikaa joka vaiheeseen, mutta sovitusta päivämäärästä tulisi pitää kiinni. Jos urakassa tulee viivytyksiä, aikataulua tiivistetään yleensä tarkastusten pitämisestä.

Kehitettäviä asioita Verronen näkee jälkiseurannassa, dokumentoinnissa ja jo suunnitteluvaiheessa. Suunnitelmissa tulisi tarkasti selventää toimittajat ja urakoitsijat ja epäselvissä tapauksissa myös käyttöönottaja tulisi määrittää. Esimerkiksi laitteet, joissa on oma automatiikkaa voivat jäädä automaation osalta käyttöönottamatta, sillä laitteen toimitus voi olla toisella urakoitsijalla. Jälkiseurannassa etävalvonnan hyväksikäyttäminen olisi hyödyllistä. Silloin voitaisiin järjestää seurantamahdollisuus kaikille osapuolille ja myös suunnittelija ja käyttäjä näkisivät säätöjen toimivuuden pidemmällä aikavälillä ja muuttuvissa olosuhteissa.

#### 4.1.3 Tilaaja

Aihe-ehdotus koko opinnäytetyölle tuli Senaatti-kiinteistöjen Itä-Suomen alueen talotekniikan asiantuntijalta Timo Keskikurulta. Häneltä sain aihepalaverissa ajatuksia vastaanoton kehittämiseen liittyen tilaajan näkökulmasta.

Keskikurun mukaan suurimmat ongelmat vastaanotossa liittyvät puutteelliseen tarkastukseen ja säätöjen kertaluontoiseen tarkastukseen. Tarkastuksessa huomauttamatta jääneet virheet tuottavat ongelmatilanteita käyttäjälle rakennusten käyttöönoton jälkeen. Tämä aiheuttaa mahdollisesti ylimääräistä työtä vielä pitkään kohteen luovuttamisen jälkeen huoltomiehille, urakoitsijoille ja suunnittelijoille. Vastaanoton kehittämisellä voidaan saada aikaiseksi huomattavia taloudellisia säästöjä.

Ongelmien ratkaisemiseksi Keskikuru ehdotti toimintakokeiden jälkeen jatkuvaa seurantaan laitteiden, ohjelmien ja säätöjen toiminnasta. Pitemmällä seurannalla saataisiin varmuutta ohjelmien toimivuuteen kohteen käytönajan olosuhteissa, sekä olosuhteiden muuttuessa. Seurannan toteuttamiseksi tulisi selvittää mahdollisuuksia etävalvontaan, sekä yhteistyöhön kiinteistöhuollon ja – valvonnan kanssa. Seurannan lisäksi vastaanoton parantamiseksi tulee selvittää miten vastaanoton dokumentointia voidaan kehittää, jotta saataisiin kaikkien laitteiden testaamisesta jonkinlainen todistus.

## 4.2 Analyysi

Haastattelujen perusteella urakoitsijan ja suunnittelijan näkemykset ovat suurimaksi osaksi yhteneväiset. Yhteisiä ongelmakohtia löytyi ja ongelmanratkaisuun, sekä vastaanoton kehittämiseen oli joitakin ehdotuksia.

Sekä urakoitsijan, että suunnittelijan mielestä suurin ongelmakohta on liian tiukat aikataulutukset. Aikataulut ovat niin tiukat, että kaikkia tarkastuksia ei välttämättä ke- retä tekemään. Osa tarkastuksista jätetään vastaanottotarkastuksen yhteydessä teh- täviksi, jolloin tarkastusten laatu saattaa kärsiä. Myös tilaajan näkökulmasta tarkas- tusten laatu on ongelma. Kertaluontoisilla säätöjen tarkastuksilla ei saada kokonais- kuvaa niiden toimivuudesta.

Suunnittelija tuo esille myös automaation pienen osuuden kokonaisurakassa. Kun au- tomaation osuus kokonaisurakassa on taloudellisesti pieni, sen merkitys kiinteistön toiminnassa jää liian pienelle huomiolle. Tällöin tarkastusten laadussa ja määrässä joustetaan, mikäli aikataulu ja budjetti ovat liian tiukat. Aikataulujen pettäessä muilta osin, aikaa saatetaan viedä automaation tarkastuksilta. Suunnittelijan ja urakoitsijan yhteinen näkemys on, että tilaajan puutteellinen ymmärrys automaation tärkeydestä saattaa jättää tarkastusten merkityksen liian vähäiseksi.

Rakennusautomaation laitteiden testaaminen on sekä urakoitsijan, että suunnittelijan mielestä ongelmallista. Laitteiden toimitus-, asennus-, ja testausvelvollisuudet ovat joissain tapauksissa epäselviä. Kun laite tilataan valmistajalta, on mahdollista, että laitevalmistaja käy myös asentamassa laitteen. Laitteen käy mahdollisesti kytkevässä eri urakoitsija ja laitteen säädöistä vastaa vielä kolmas urakoitsija. Tällaisissa tapauksissa kun saman laitteen kanssa työskentelee asennusvaiheessa useampia urakoitsijoita, testausvastuuta ei välttämättä ole määritetty. Tällöin laitteiden toimivuudesta ei välttämättä jää minkäänlaista dokumenttia vastaanottotarkastusta varten. On myös mahdollista että laitteiden tarkastus jää puutteelliseksi tai jopa kokonaan tekemättä. Myös tilaajan mielestä dokumentointia olisi syytä parantaa testausten varmistamiseksi.

## 4.3 Kehittäminen

### 4.3.1 Suunnittelun kehittäminen

Rakennusautomaation suunnittelussa selkeä dokumentointi on erittäin tärkeää. Mitä tarkemmin asiat on esitetty säätökaaviossa, toimintaselostuksessa ja pisteluettelossa, sitä vähemmän automaatiourakoitsijalle jää tulkinnan varaa kohdetta tehdessään. Tällöin toteutuksesta saadaan suunnittelijan suunnitelmien mukainen. Suunnitelmissa tulee olla selkeästi kerrottu myös laitekohtaiset toimittajat, urakoitsijat ja tarvittaessa käyttöönottajat, jotta vältetään epätietoisuudelta urakkavaiheessa, sekä mahdollisilta lisätöiltä. Myös tarvittavat tarkastukset tulee tehtyä, kun laitteen käyttöönotto on selvästi jonkun urakoitsijan vastuulla. Tehokkaat, tarkat ja velvoittavat dokumentit toimisivat aikatauluista ja budjeteista huolimatta, jos vain tilaaja niitä osaisi vaatia. Dokumenteista näkisi oikeasti onko tarkastukset tehty, ja huolimattomasti tehtyjen tarkastusten läpi menneet ongelmat voitaisiin osoittaa tarkastusten

tekijän vastuulle. Tällöin tarkastustusten tekijöiden vastuu kasvaisi ja tarkastusten suorittamiseen käytettäisiin tarvittava aika.

Suunnitteluvaiheessa suunnittelijan tulee olla tiiviisti yhteydessä tilaajan ja mahdollisesti loppukäyttäjän kanssa ja varmistaa, että suunniteltu automaatiojärjestelmä ja sen laitteet sopivat kiinteistöön ja sen käyttötarkoituksiin.

Niin etävalvonnassa kuin vastaanottotarkastuksissa ja kiinteistön käytössä hankaluuksia voi aiheuttaa sekavat grafiikkakuvat. Etävalvonnan yhteydessä olisi tärkeää että valvomon grafiikkakuvat olisi tehty mahdollisimman selkeiksi ja yksiselitteisiksi. Tällöin etävalvontaa suorittavan henkilön ei tarvitse käyttää aikaa kiinteistön opiskeluun ja eri laitteiden ja järjestelmien löytämiseen tai hälytysten jäljittämiseen. Kun grafiikkakuvien ulkoasua ja toimintoja saataisiin yhdenmukaistettua niin, että eri yritysten ja suunnittelijoiden tekemät kuvat olisivat samaan muotoon tehtyjä, helpotaisi se valvomoiden kautta tehtävää työtä projektin rakennusvaiheessa ja myös käyttövaiheessa.

#### 4.3.2 Jälkiseuranta

Kun kohde on luovutettu rakennuttajalle ja otettu käyttöön, olisi syytä suorittaa valvontaa automaatiojärjestelmään laitteiden, järjestelmien ja säätöjen toiminnan varmentamiseksi. Toimintakokeiden aikana ei päästä seuraamaan pitemmän aikavälin trendejä ja olosuhteiden muutoksia säätöihin, joten pitempiaikainen seuranta olisi hyväksi kiinteistön toiminnan kannalta. Pitempiaikainen seuranta paljastaisi myös todennäköisemmin yksittäisiä laitevikoja ja asennusvirheitä. Myöskin energiankulutukseen vaikuttavia säätöjä olisi mahdollista tehdä, kun nähdään olosuhteiden vaikutuksia ohjelmien toimintaan.

### 4.3.3 Etävalvonta

Rakennusautomaatiojärjestelmiä voidaan käyttää kiinteistöhuollon osalta etäyhteyksien avulla muualtakin kuin kohdekiinteistöstä. Se mahdollistaa fyysisen valvomon siirtämisen paikasta toiseen, keskitettyä kiinteistövalvontaa, sekä tietojen välittämistä eteenpäin, kuten energiankulutustiedot energiayhtiöön, energialaitokselle ja isännöitsijälle. (Piikkilä 2012, 247)

Etävalvontaa pystytään suorittamaan myös selainpohjaisilla valvomoilla. Internetin välityksellä toimiva tiedonsiirto sallii käytön erilaisilla laitteilla, joissa on internet-yhteys ja valvomon käyttöön sopiva selainohjelma. Tällaisia laitteita ovat nykyään mobiililaitteet, kuten älypuhelimet ja tabletit, jotka mahdollistavat valvomon käyttämisen mistä tahansa. Se mahdollistaa myös valvomon siirtämisen kiinteistön sisällä esimerkiksi ilmanvaihtokoneen viereen. Se on apuna esimerkiksi toimintakoetta tai muita tarkastuksia tai säätöjä tehdessä, kun koneen toimintaa, ohjauksia, säätöjä ja mittauksia pystytään tarkkailemaan yhtä aikaa sekä valvomosta että fyysisesti koneen vierestä. (Piikkilä 2012, 248)

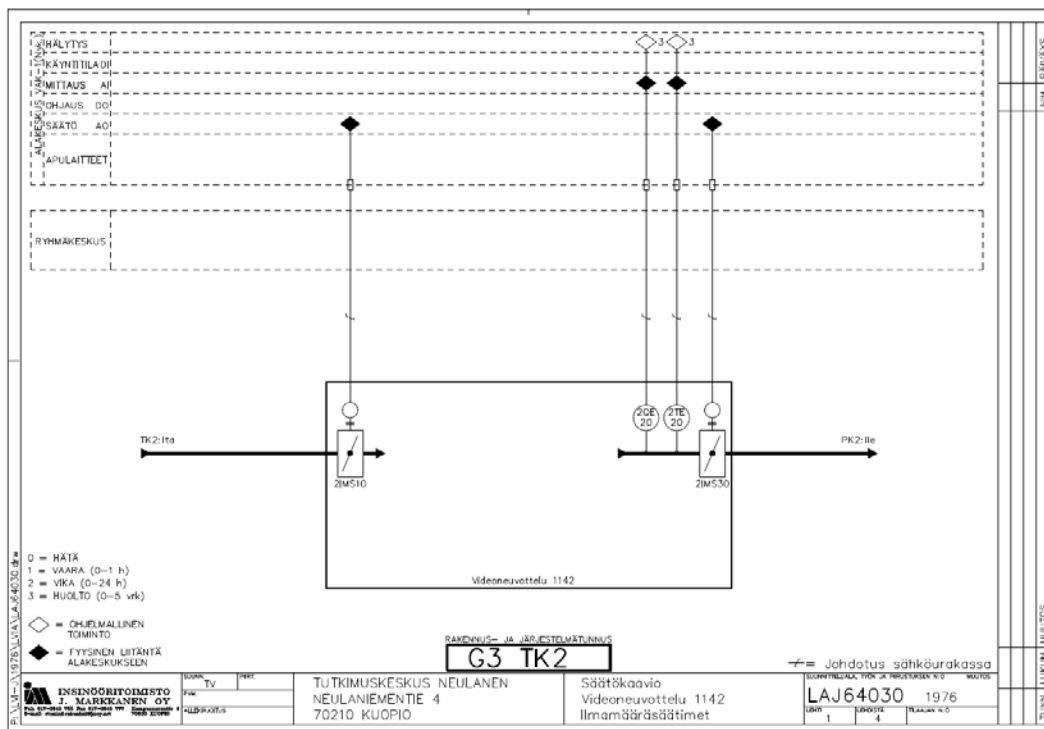
### 4.3.4 Yhteistyö kiinteistövalvonnan kanssa

Etävalvonta suunnittelutoimiston järjestämänä on monimutkainen prosessi, eikä etävalvontapisteen järjestäminen suunnittelutoimistoon ole välttämättä kannattavaa, kun etävalvontaa kuitenkin jo suoritetaan kiinteistövalvonnassa. Tästä syystä olisi kin tärkeää tehdä yhteistyötä kiinteistövalvonnan ja suunnittelutoimiston välillä ja sopia tavoista, joilla suunnittelutoimisto valvoo kiinteistön toimintaa kiinteistön käyttöönoton jälkeen.

## 5 Pilottityö EVIRA

Vastaanoton kehittämisen soveltaminen käytäntöön onnistui tässä työssä Insinööri-toimisto J. Markkasen erään meneillään olevan projektin parissa. Työn suunnittelu-vaiheen ollessa tehtynä ja rakennustöiden ollessa käynnissä oli sopiva aika miettiä vastaanoton ongelmakohtien ratkaisuja, jotta niitä voitaisiin testata tulevan vastaan-oton aikana.

Kohde on melko suuri kiinteistö, johon ollaan tekemässä ilmanvaihtosaneerausta. Sa-neerauksessa uusitaan ilmanvaihdon laitteisto ja tarkistetaan säätöohjelmat. Aloitta-essani työn parissa kohteen vaihdettavista laitteista on jo suunnitelmat tehtynä. Suunnitelmiin on tehty 10 säätökaavioita, joissa on antureita, puhaltimia, puhallin-konvektoreita, peltejä ja muita toimilaitteita toimintoihin. (Ks. kuvio 2) Suunnitel-mien yksi säätökaavio kokonaisuudessaan esimerkkinä liitteissä. (Liite 1)



Kuvio 2. Videoneuvottelutilan ilmastuslaitteiden säätökaavio



## 5.1 Kehitystyö

### 5.1.1 Toimintakoedokumentointi

Vastaanotossa tilaajan tulee saada dokumentit joista selviää toimintakokeiden pitämiseen liittyvät asiat. Dokumentista tulee selvittää tarkistetut laitteet ja toiminnot, mahdolliset puutteet ja huomautukset, sekä tarkastusten tekijät. Haastattelujen perusteella selvisi, että tarkastusten paremmalla dokumentoinnilla olisi mahdollista parantaa vastaanoton toimivuutta monelta osin.

Automaatiosuunnittelijoilla on ollut tapana käyttää toimintakokeissa säätökaavioita, joiden perusteella laitteet ja ohjelmat tarkastetaan. Tarkastusta tehdessä on tehty muistiinpanoja laitteiden toiminnasta ja puutteista, sekä mahdollisista muutoksista suunnitelmiin. Muistiinpanojen perusteella suunnittelija on kirjoittanut puutelistat ja huomautukset.


Tarkistuslistojen malleja löytyy Sähkötietokortiston rakennusautomaatiokansiosta. Listat ovat todella monipuolisia, mutta myös melko raskaita. Tekemieni haastattelujen perusteella listoihin vaadittavista tiedoista suuri osa on epäoleellisia. Nämä tarkastuslistat eivät ole päätyneet laajempaan käyttöön, sillä listat eivät olleet tuttuja suunnittelupuolella, eivätkä myöskään urakointipuolella.

Rakennusautomaation suunnittelussa käytetään laajasti suomalaisen Kyndata Oy:n kehittämää CADS Planner Hepac -suunnitteluohjelmaa. CADS Hepac on laaja LVIA-suunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, joka sisältää paljon ominaisuuksia myös automaatiosuunnitteluun. Hepac sisältää säätökaavioiden piirtämisen lisäksi paljon automaattisia luetteloiden luontimahdollisuuksia. Niin laite-, kuin pisteluettelot saadaan ajettua kaavioista automaattisesti projektikohtaisten asetusten mukaan.



RAU-suunnittelijan kanssa arvioimme, että tällainen taulukko, joka luo välilehden jokaisesta laitteesta, on kuitenkin aivan liian raskas. Varsinkin suurissa kohteissa, joissa laitteita on satoja, tulisi tarkastusluettelosta monta sataa sivua pitkä. Jokaisen laitteen ja anturin kohdalle ei tarvita näin yksityiskohtaista tarkastusraporttia.

CADS:stä tarvittavien tietojen kerääminen onnistuu myös toisella tavalla. Tiedot leikepöydälle-komento kopioi yksittäisestä kaavioista kaikkien laitteiden position ja lisäksi tarvittavia tietoja, jotka voi itse valita kopioimisvaiheessa. Päädyimme ratkaisuun, joka vaatii myös käsityötä, mutta johon tiedot saadaan osittain automaattisesti. RAU-tarkistuslistan luontiin käytetään excel-tilukkopohjaa, johon kopioidaan tiedot kaikista laitteista kaavioissa (Ks. kuvio 4). Taulukossa näkyy kaavioittain jokaisesta laitteesta positio, nimitys, hankkija/asentaja ja sijainti. Jokaiselle laitteelle on myös tarkistusruutu urakoitsijalle ja suunnittelijalle. Laitteelle on mahdollista myös kirjoittaa tarvittaessa huomioita toiminnasta tai puutteista.

 <b>INSINÖÖRITOIMISTO J. MARKKANEN OY</b> Kumpusaarentie 4, 70620 KUOPIO Puh. 017-2645 755, fax 017-2645 777 E-mail: etunimi.sukunimi@jmoy.net		Asiakirjan sisältö <b>RAU-tarkistuslista</b> Rakennuskohteen nimi ja osoite Eviran peruskorjaus, Osa A Tutkimuskeskus Neulanen		Automaatourakoitsija Automaatiosuunnittelija	
<b>LAJ64030</b> <b>Säätökaavio: Videoneuvottelu 1142, ilmamääräsäätimet</b>					
Positio	Nimitys	Hankkii/asentaa	Sijainti	Tarkistettu	Huom!
G3 TK2 2IMS10	Ilmamääräsäädin	IU	1142		
G3 TK2 2IMS30	Ilmamääräsäädin	IU	1142		
G3 TK2 2QE20	Hiilidioksidianturi	AU	1142		
G3 TK2 2TE20	Lämpötila-anturi	AU	1142		
<b>LAJ64031</b> <b>Säätökaavio: Kokous/Kahvi 1145, ilmamääräsäätimet</b>					
Positio	Nimitys	Hankkii/asentaa	Sijainti	Tarkistettu	Huom!
G3 TK2 2IMS11	Ilmamääräsäädin	IU	1145		
G3 TK2 2IMS31	Ilmamääräsäädin	IU	1145		
G3 TK2 2QE21	Hiilidioksidianturi	AU	1145		
G3 TK2 2TE21	Lämpötila-anturi	AU	1145		
_____ Paikka      Aika					
Allekirjoitukset					
_____ Urakoitsija	_____ Suunnittelija				
		_____ Tilaaja			

Kuvio 4. RAU- tarkistuslista

Automaatiourakoitsijan tulee tarkistaa viimeistään omassa itselleluovutuksessa asennetut laitteet, ohjelmat ja säätöjen toimivuus. Kun laite on tarkastettu toimivaksi ja toiminta suunnitelmien mukaiseksi, urakoitsija merkkää raksin RAU-tarkastuslistaan. Toimintakokeissa urakoitsija luovuttaa tarkastuslistan suunnittelijalle, joka tarkistaa että kaikki laitteet on tarkastettu ja mitä huomioitavaa on löytynyt. Tämän jälkeen suunnittelija tekee vielä pistokokeita laitteille ja merkitsee testattujen laitteiden kohdalle oman merkkinsä.

Kun urakoitsija ja suunnittelija ovat tehneet tarkastuksensa ja puutteiden ja vikojen korjauksen jälkeen mahdollinen jälkitarkastus on pidetty, on automaatiourakka valmis vastaanotettavaksi. Vastaanotossa RAU-tarkastuslista luovutetaan tilaajalle, joka tarkistaa listan, ja hyväksyy sen. Listan loppuun tulee täyttää paikka ja aika. Allekirjoituksilla urakoitsija, suunnittelija ja tilaaja hyväksyvät listassa todetut asiat.

Automaatiourakoitsijan haastattelu antoi lisää kehitysajatuksia tarkastuslistan muokkaamiseen. Jataku Oy:n Kurtin mukaan lista on hyvä kehityskohde vastaanotossa. Urakoitsijalta kokemuksen mukaan tarkastuslistaa voisi vielä kehittää toimivammaksi työmaalla. Ensimmäinen kehityskohta tarkastuslistassa on laitteet, jotka eivät ole automaatiourakoitsijan vastuulla. Kun tarkastuslista sisältää kaikki automaatiosuunnitteluun liittyvät laitteet, listalla on paljon laitteita joita automaatiourakoitsija ei hanki, eikä asenna. Tällöin myös käyttöönotto ja toiminnan tarkastaminen voi olla jonkin muun urakoitsijan tehtävänä, eikä laitteiden kohdalle silloin tulisi tarkistusmerkintää. Ongelma selviäisi sillä, että listaan laitettaisiin vain automaatiourakoitsijan urakkaan kuuluvat laitteet. Parempi vaihtoehto automaatiosuunnittelijaa tai valvojaa varten on kuitenkin se, että listasta tehdään oma versio jokaiselle urakoitsijalle, joka automaatiosuunnitteluun kuuluvia laitteita testaa. Tällöin automaatiosuunnittelija tai valvoja näkee toimintakokeissa kaikkien automaatiosuunnitelmiin kuuluvien laitteiden testauksista merkinnän.

### 5.1.2 Toimintakokeet

Tarkistuslistaa ei saatu projektiin mukaan niin aikaisin, että urakoitsijat olisivat sitä kerenneet täyttämään. Tästä syystä kokeilu jäi osittain vajaaksi. Täytin kuitenkin itse toimintakokeen aikana listaa nähdäkseni, miten sen käyttö soveltuu toimintakokeiden ja vastaanoton tukena. Keskustelimme myös tarkastuslistasta ja sen käyttämisestä urakoitsijan ja suunnittelijan kanssa pilottikohteessa suoritettujen toimintakokeiden aikana.

Toimintakokeiden aikana vahvistuivat haastatteluissa ilmi tulleet ongelmat testauksessa. Yksittäisen laitteen toimituksessa asennuksessa ja ohjelmoinnissa tarvitaan usein useamman urakoitsijan panosta. Tällöin pelkän automaation tarkastaminen ei välttämättä kerro koko totuutta laitteen toiminnasta.

Esimerkiksi poistoilmapuhaltimen tarkistus toimintakokeissa on monivaiheinen tehtävä. Esimerkin poistoilmapuhaltimelle on suunniteltu ohjaus sekä hälytys- ja tilatieto. Toimintakokeissa suoritettava automaation tarkastus osoittaa, että automaatiojärjestelmä ohjaa kontaktoria. Myös kontaktorilta tuleva tilatieto ja hälytys saadaan tarkastettua automaatiojärjestelmästä. Tarkastuksen aikana näemme puhaltimen toiminnan vain automaatiojärjestelmän ja kontaktorin välillä. Ohjatessa kontaktori vetää, ja kontaktorin tilatieto näkyy VAK:sta. Kontaktorilta eteenpäin urakoitsija ja suunnittelija vaihtuvat. Kontaktorilta puhaltimelle johdotukset ja puhaltimen kytkennän hoitaa sähköurakoitsija. Ullakolle asennetun puhaltimen toiminnasta vastaa ilmanvaihtourakoitsija, joka on jo kolmas urakoitsija olennaisesti saman laitteen toimintaan liittyen. Automaatiourakoitsijan kanssa tehty tarkastus osoittaa, että automaation osuus laitteen toiminnasta on kunnossa. Tarkastus ei kuitenkaan vielä kerro että pyöriikö puhallin ohjauksen mukaan ja saadaanko puhaltimen todellisesta toiminnasta tilatieto.

Automaatiojärjestelmässä näkyvät mittaukset ja mittaustuloksiin vaikuttavat laitteet ovat varmempia testata. Esimerkiksi paine-eron mukaan säätävän puhaltimen pyörimisestä voidaan olla varmoja, mikäli paine-eron muutokset saadaan näkyviin automaatiojärjestelmällä. Myöskin paine-anturien ja lämpötila-anturien mittauksia seuraamalla voidaan todeta laitteiden toimivuus. Säättöjen testauksessa ongelmia on vähemmän, koska viat on puutteet ovat helpommin havaittavissa. Vialliset laitteet todennäköisesti aiheuttavat säädön toimintaan virheitä, jotka näkyvät tarkastuksen aikana.

Jotta tarkastukset olisivat täysin aukottomia, pitäisi tarkastukset suorittaa laite laitteelta kaikkien urakoitsijoiden, sekä suunnittelijoiden kanssa, mutta tällöin tarkastukset venyisivät pienessäkin kohteissa päivien mittaisiksi.

## 5.2 Tulokset

Tarkistuslistan käyttöä pitää vielä kehittää. Sen tarpeellisuus vastaanoton tehostamisessa, sekä ongelmatilanteiden vähentämisessä korostui toimintakoetilanteessa. Sen toiminta vaatisi jokaisen urakoitsijan sitoutumisen listan täyttämiseen. Automaatio-suunnittelijan tarkastamana automaatiojärjestelmä saattaa toimia virheettömästi, mutta esimerkiksi katkos johdotuksissa tai laitteen asennusvirhe tai toimintahäiriö voivat jäädä huomaamatta. Tällaisten virheitten välttämiseksi myös sähkö-, ilmanvaihto- ja putkiurakoitsijan, sekä laitetoimittajien tulisi jo rakennusvaiheessa testata laitteet asennuksen yhteydessä ja merkitä listaan.

Listan käyttämisessä on kuitenkin vielä ongelmakohtansa. Jokaisen urakoitsijan osallistuminen listan täyttöön vaatii toimia tilaajalta tai suunnittelijalta, jotta asia kirjataan urakkasopimukseen tai siitä sovitaan muuten urakan alkuvaiheessa. Yksi vaihtoehto listan toimivuuden parantamiseen voisi olla web-pohjainen lista, johon jokai-

sella urakoitsijalla olisi pääsyoikeus, sekä velvollisuus listan täyttämiseen. Tällöin urakoitsijat voisivat pitää tarkastuksistaan kirjaa haluamallaan tavalla, mutta toimintakokeen koittaessa listan tulisi olla täytetty myös internetissä. Tällöin määrätty henkilö, esimerkiksi suunnittelija voisi tulostaa listan valmiin listan ja tuoda sen toimintakokeisiin. Toimintakokeiden jälkeen lista olisi valmis näytettäväksi tilaajalle vastaanoton yhteydessä.

## 6 Pohdinta

Selvittäessäni rakennusautomaation vaiheita ja mahdollisia kehityskohteita huomasin, että suurimmat ongelmat ovat liian tiukoissa aikatauluissa ja kustannuskysymyksissä. Rakennusautomaation vastaanotossa tarkastuksien määrä ja laatu vaihtelevat sen mukaan minkälainen aikataulu automaatiourakan ja suunnitelmien mukaan tarkastuksille suunniteltu. Tarkastuksilta aikaa vievät kuitenkin viivästykset niin automaation kuin muidenkin rakennustöiden kohdalla. Usein tilaaja tai rakennuttaja ei täysin ymmärrä rakennusautomaation tärkeyttä ja merkitystä rakennuksen toimivuuden, energiankulutuksen ja viihtyvyyden kannalta. Rakennusautomaatio on yleensä vain pieni osa koko rakennushankkeen budjetissa, jolloin sen merkitys helposti unohdetaan. Kun tilaaja tai rakennuttaja ei ymmärrä vaatia valvontaa ja riittävän tarkkoja tarkastuksia, on mahdollista, että laitteisiin jää asennusvikoja, ohjelmiin toimintavirheitä, ohjelmat eivät sovellu kohteen käyttötarkoitukseen tai hälytyksien välityksessä voi olla ongelmia.

Tärkeimmäksi kehityskohteeksi työn aikana muodostui automaation toimintakokeissa ja vastaanotossa käytettävän yhtenäisen tarkastuslistan luominen. Tarkastuslistan tarkoitus on lisätä varmuutta urakoitsijoiden, suunnittelijan tai valvojan, sekä tilaajan välille automaatiolaitteiden asennuksesta ja laitteille suoritetuista tarkastuksista. Listan luomiseen tuli ajatus tilaajalta, ja sitä suunniteltiin yhdessä suunnittelijan kanssa. Ajatuksia ja kehitysehdotuksia listan käyttöön saatiin myös urakoitsijalta

haastattelun yhteydessä, sekä toimintakokeiden aikana. Listan testaaminen jäi hie-  
man puolitiehen, koska se olisi täytynyt saada käyttöön jo pilottikohteen suunnittelu-  
vaiheessa. Viimeistään urakoinnin alkaessa lista pitäisi olla jokaisella urakoitsijalla,  
jonka toiminta liittyy automaatiojärjestelmään tai –laitteistoon. Listan toimivuutta  
kuitenkin pyrittiin testaamaan pilottikohteen kanssa siinä määrin kuin mahdollista.

Toinen kehityskohta joka työtä tehdessä tuli ilmi on puutteellinen valvonta koko pro-  
jektin aikana. Vaikka rakennusautomaation suunnitteluun ja toteutukseen löytyy oh-  
jeita ja malleja, on jokaiselle toimijalle muodostuneet omat toimintatapansa. Auto-  
maatiojärjestelmän toteutuksessa projektiin osallistuvat suunnittelija, urakoitsija ja  
tilaaja. Koska toimijoita on useita, ristiriitoja tulee helposti erilaisista työskentelyta-  
voista johtuen. Projektin aikana tulisi suorittaa tehokkaampaa valvontaa tilaajan tai  
suunnittelijan puolelta tai tulisi järjestää ulkopuolinen valvonta. Valvonnan tarkoituk-  
sena olisi pitää huoli siitä, että tarvittavat tarkastukset pidetään ja niihin varataan  
riittävästi aikaa. Tarkastusten tekemiseen löytyy osaaminen urakoitsijalta sekä suun-  
nittelijalta, mutta valvojan pitäisi huolehtia, ettei tarkastuksista luisteta, vaan niihin  
käytettäisiin tarvittava aika. Kehitetyn tarkastuslistan toimivuuden edellytyksenä on,  
että listaa täytetään tunnollisesti. Listan allekirjoitus kuitenkin velvoittaa toimijan  
vastaamaan tarkastuksista.



## Lähteet

Pentikäinen, J. 2015. Automaatioprojektit hallintaan. Sähköinfo 14.1.2015. HKR-Rakennuttajan taloautomaatiopäällikkö Tom Bremerin ja Toivo Sahlstenin haastattelu. Viitattu 13.11.2015. [http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/sahkoinfo-lehti/s\\_taloautomaatio/fi\\_FI/automaatioprojektit\\_hallintaan/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/sahkoinfo-lehti/s_taloautomaatio/fi_FI/automaatioprojektit_hallintaan/)

Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012. Toim. V. Piikkilä. 3. painos. Espoo: Sähköinfo. ST-käsikirja 17.

Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005. Muistio. Suomen automaatioseuran rakennusautomaatiojaos BAFF. Viitattu 13.11.2015. [https://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF\\_%20hyodyt.pdf](https://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf)

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. YSE 1998, RT-ohjekortti 16-10660

ST 711.04. Sähkötieto-kortisto, painettu kortisto.

# Liitteet

Liite 1. Pilottikohteen videoneuvotteluhuoneen ilmamääräsäätimien säätökaavio kokonaisuudessaan.

