



Anders Forsström

## Automaatiourakan vastaanotto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

29.9.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Anders Forsström
Otsikko:	Automaatiourakan vastaanotto
Sivumäärä:	29 sivua + 1 liite
Aika:	29.9.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Johtaja, myynti ja elinkaaripalvelut Walteri Rantanen Lehtori Reijo Leinonen

---

Insinööriyön tarkoituksen on tehdä automaatiourakan vastaanottoprosessia varten ohje, jota Fidelix Oy:n projektinhoitajat voivat käyttää ohjenuorana heidän omissa automaatiourakoissaan.

Insinööriyössä hyödynnettiin Fidelixin FX-Editor-ohjelmistoa sekä YSE 1998 -RT-asiakirjaa. Insinööriyössä esitetään, miten toimitaan automaatiourakan vastaanoton lähestyessä ja sen aikana, sekä käydään yksityiskohtaisesti läpi urakan vastaanottoon liittyvät asiat kronologisessa järjestyksessä. Vastaanottoprosessi käydään syventävästi läpi, jotta lukijalle selviää, mitä asioita prosessin eri vaiheissa tulee tehdä. Myös automaatiourakan aloitusprosessi käydään läpi, jotta lukija saa käsityksen koko automaatiourakkaprosessista.

Insinööriyö eteni alussa nopeaa tahtia, mutta hidastui merkittävästi, koska minulla oli tarve kerätä reaaliaikaista dataa vastaanottoprosessista omista automaatiourakoistani. Datan sekä kokemuksen kerättyäni insinööriyön teko eteni vauhdikkaasti. Sain työhön uusia näkökulmia automaatioalan huippuosajilta.

Insinööriyön lopputuloksena syntyi selkeä ohje automaatiourakan vastaanottomenetelyihin ja siihen johtaviin prosesseihin. Insinööriyötä voidaan hyödyntää uusien Fidelix Oy:n projektinhoitajien koulutusmateriaalina. Työtä on myös mahdollista soveltaa muihin automaatiojärjestelmiin.

Avainsanat: energiatehokkuus, vastaanottomenettely, rakennusautomaatio, toimintakokeet

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Anders Forsström  
Title: Reception of automation project  
Number of Pages: 29 pages + 1 appendices  
Date: 29 September 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Engineering  
Supervisors: Waltteri Rantanen, Head of sales and Lifecycle services  
Reijo Leinonen, Lecturer

---

The purpose of this engineering thesis work was to create a detailed manual for the reception of automation projects, for use of Fidelix project engineers as a guideline in their own projects.

Fidelix's own FX-editor program was utilized in this thesis as well as YSE 1998 – RT-deed. This thesis clarifies what one should do when the project reception is approaching and when it is ongoing. This thesis also explains subjects related to the reception of the project in chronological order. The process of starting an automation project is also reviewed so that the reader gets an idea of the entire automation project process.

The thesis work progressed at a fast pace in the beginning but slowed down significantly because I needed to collect real-time data from the reception process, from my own automation projects. After collecting data and experience, the thesis work progressed rapidly. I got new perspectives on my work from top experts in the field of automation.

As a result of this thesis work a clear guide for the reception of automation projects and to the processes leading to it was created. This thesis can be used as training material for new Fidelix Oy project engineers. It is also possible to apply the content of this thesis to other automation systems.

Keywords: Energy efficiency, Building automation and control, Reception procedure, Performance test

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	2
3	Vastaanottomenettely	5
4	Aikataulu	6
5	Toimintakoevalmius	7
5.1	Valmius	7
5.2	Itselleluovutus	7
5.3	Pistetestaus	9
5.4	Urakoitsijan toimintakokeet	14
6	Tilaaajan toimintakokeet	15
6.1	Havaittujen puutteiden korjaus	17
6.2	Urakoitsijoiden velvoitteet	18
7	Yhteiskäyttökoe ja blackout-testi	19
7.1	Blackout-testi	19
7.2	Yhteiskäyttökoe	20
8	Käytönopastus	21
8.1	Yleistä	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
8.2	Opastus Fidelixin järjestelmään	21
9	Vastaanottovalmius	24
9.1	Urakoitsijoiden velvoitteet	24
9.2	Punakynät	25
9.3	Luovutusmateriaalit	26
10	Sisäinen luovutus	28
11	Johtopäätökset	29

Lähteet

30

Liitteet

Liite 1: Takuutarkastuksen pöytäkirja

## Lyhenteet

- AI: *Analog input.* Analoginen signaali laitteilta, joka muunnetaan järkeväksi dataksi muunnostaulukolla.
- AO: *Analog output.* Analoginen signaali laitteelle, jolla säädetään laitteita.
- DI: *Digital input.* Digitaalinen signaali laitteelta, jolla saadaan tietoa laitteiden tilasta.
- DO: *Digital output.* Digitaalinen signaali laitteelle, jolla ohjataan laitteita.
- IU: *Ilmanvaihtourakoitsija.* Ilmanvaihtojärjestelmien rakentamiseen erikoistunut urakoitsija.
- PJU: *Projektinjohtourakoitsija.* Urakoitsija, jolle muut urakoitsijat tekevät töitä.
- PU: *Putkiurakoitsija.* Putkijärjestelmien rakentamiseen erikoistunut urakoitsija.
- RAU: *Rakennusautomaatio.* Talotekniikkajärjestelmien automatisointi.
- SU: *Sähköurakoitsija.* Sähköjärjestelmien rakentamiseen erikoistunut urakoitsija.
- VAK: *Valvonta-alakeskus.* Rakennusautomaatiojärjestelmissä käytettävä laitteisto, jolla ohjataan automaatioprosesseja.

# 1 Johdanto

Automaatioinsinöörit aloittavat uransa tyypillisesti rakennusautomaatioalalla projektinhoitajana. Urakoiden laadun varmistamiseksi uuden projektinhoitajan on kyettävä omaksumaan nopeasti tietoa rakennusautomaatioprojektista ja sen vaiheista. Fidelix Oy:llä ei ole vielä yhteistä ohjetta vastaanottomenettelyistä, johon projektinhoitajat voisivat tukeutua, joten tarve yleiselle ohjeelle syntyi. Opin- näytetyön tarkoituksena on keskittyä rakennuksen käyttöönoton kannalta kriittiseen vastaanottovaiheeseen ja laatia vastaanottoa tukeva yleinen rakennusautomaatiourakan vastaanoton ohje, jota projektinhoitajat voivat käyttää tukipilarina omien automaatiourakoidensa vastaanottoprosesseissa.

Rakennusautomaatio kehittyy jatkuvasti. Nopeasti lisääntyvät innovaatiot laitteistoissa ja tiedonsiirtoprotokollissa pitävät huolta siitä, että jokaisen alalla työskentelevän henkilön on omaksuttava suuri määrä tietoa sekä kehitettävä henkilökohtaisia taitoja, jotta he pysyvät jatkuvan kehityksen perässä. Suuresti lisääntyvä energiatehokkuuden tavoittelu varmistaa, että prosessien energiatehokkuuden hionta ja innovointi kehittyy.

Rakennusautomaatio sitoo talotekniikan osa-alueet yhdeksi helposti hallittavaksi kokonaisuudeksi. Rakennusautomaatiourakan kannalta oleellisia sidosryhmiä ovat pääurakoitsija (PU), ilmanvaihtourakoitsija (IU), putkiurakoitsija (PU) ja sähköurakoitsija (SU). Hyvä yhteistyö ja kommunikaatio edellä mainittujen urakoitsijoiden kanssa on oleellinen tekijä onnistuneessa vastaanotto- prosessissa.

Vastaanoton ohjeessa käsitellään vastaanottoprosessiin sisältyvät RAU-urakan asiat, joita urakoitsijan tulee huomioida sekä suorittaa vastaanoton yhteydessä. Ohjeessa käsitellään myös RAU-urakoitsijan töiden riippuvuutta muihin urakoitsijoihin sekä heidän velvollisuuksiensa RAU-urakkaan liittyen sen eri vaiheissa aina vastaanottoprosessin loppuun asti.

Insinööriyö tehtiin Fidelix Oy:n toimeksiannosta. Fidelix Oy on vuonna 2002 perustettu rakennusautomaatioalan yritys, joka urakoi ja kehittää älykkäitä rakennusautomaatioratkaisuja.

## 2 Rakennusautomaatio

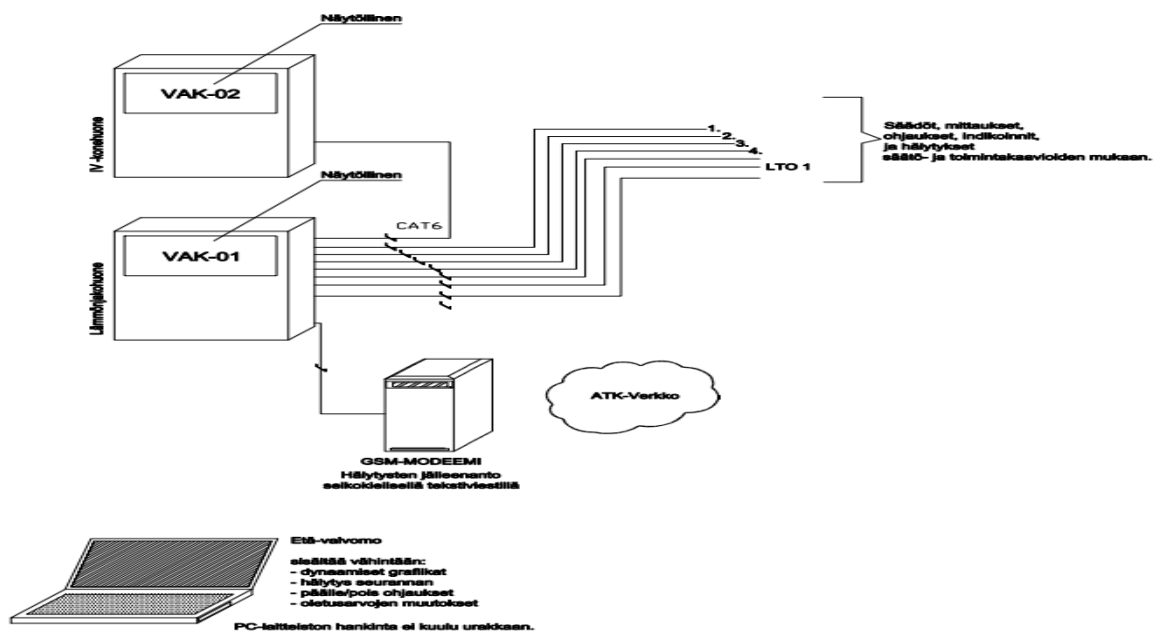
Rakennusautomaatio (RAU) on automaation osa-alue, jossa automatisoidaan rakennusten ilmanvaihto-, lämmitys-, valaistus sekä hälytysjärjestelmiä. Rakennusautomaation tarkoitus on luoda selkeä käyttöliittymä kiinteistöjen automatisoitaviin laitteistoihin sekä parantaa energiatehokkuutta. Rakennuksissa on usein monia pienempiä automaatiojärjestelmiä, joita yhdistetään rakennuksen pääautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskuksiin. Yleistyvä väylätekniikka, kuten Modbus ja Mbus, luo rakennusautomaatiolle uusia mahdollisuuksia siirtää dataa suurena massana rakennusten valvonta-alakeskuksiin. Näiden pienempien järjestelmien lisäksi valvonta-alakeskuksiin liitetään suoraan mahdollisia erillispisteitä, huonesäätöjä, sähkökeskusten ohjauksia sekä muita talotekniikkaan liittyviä laitteita. Hyvin suunniteltu ja toteutettu rakennusautomaatiojärjestelmä on talotekniikan kulmakivi, jonka avulla saadaan vähennyksiä rakennusten energiakulutukseen ja hiilijalanjälkeen.

Valvonta-alakeskus (VAK) on rakennusautomaatiojärjestelmien alakeskus, johon liitetään rakennusten automatisoitavat laitteet ja järjestelmät. Rakennuksissa voi olla monta valvonta-alakeskusta, ja niiden koot vaihtelevat pienistä moduulikoteloista massiivisiin metrien korkuisiin kaappeihin. Yleensä keskuksiin rakennetaan graafinen näyttöpääte, josta käyttäjä pääsee näkemään rakennuksen automaatiojärjestelmästä ajantasaista tilannetietoa. Väylätekniikan avulla yhden keskuksen näyttöpääteestä voi päästä käsiksi muihin rakennuksen valvonta-alakeskusten grafiikoihin, jolloin käyttäjän ei tarvitse etsiä jokaista keskusta erikseen.

Rakennusautomaatiossa valvomo on tietokone, jossa on automaatiojärjestelmän graafinen käyttöliittymä. Valvomosta pääsee kootusti katsomaan koko automaatiojärjestelmää. Valvomon grafiikalle ei välttämättä lisätä kaikkia pisteitä,

joita automaatiojärjestelmässä on, vaan siihen pyritään kokoamaan pääjärjestelmät. Valvomoon usein luodaan myös tasokuvia, joista käyttäjä näkee laitteiden todellisen sijainnin ja voi sen perusteella lähteä selvittämään voittuneita laitteita.

Moduulikotelot yleistyvät jatkuvasti RAU-järjestelmissä, koska niiden avulla voidaan viedä moduulikortteja automatisoitavien kokonaisuuksien lähelle ja kaapeloida kootusti haluttu kokonaisuus yhteen moduulikoteloon ja viedä siitä yhdellä väyläkaapelilla kaikki tieto valvonta-alakeskuksessa sijaitsevalle prosessorille. Moduulikotelot ovat hyödyllisiä esimerkiksi toimistojen huonesäätöjen kannalta. Koska huonesäätöväylään voidaan liittää kymmeniä moduulikoteloita, se vähentää kaapelointietäisyyksiä ja sen kautta kustannuksia. Järjestelmäkaavio on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Rakennusautomaation järjestelmäkaavio.

## Rakennusautomaatiourakka

Automaatiourakka alkaa projektin luovutuksella myynnistä projektiosastolle. Projektia luovuttaessa urakan laskenut myyjä käy projektinhoitajan kanssa läpi urakan sisältämät asiat sekä sen, mitä urakasta on rajattu pois. Lisäksi myyjä käy säätökaaviot läpi ja kertoo mahdollisista muutoksista suunnitelmissa.

Projektinhoitajan urakkaprosessi alkaa työmaalla käynnillä, jolloin hän kartoittaa urakkaan liittyviä epäselvyyksiä ja luo kontaktin projektinjohtourakoitsijaan. Tämän jälkeen urakan säätökaavioissa olevat automaatioliityntäpisteet lasketaan ja tilataan pisteiden määrien mukaiset alakeskukset. Alakeskuksiin lisätään 20 % laajennusvaraa tulevaisuutta varten.

Projektinhoitaja kilpailuttaa automaatioasennusurakoitsijan ja tilaa asennusurakan alihankintana. Fidelixillä on mahdollista käyttää pienemmissä kohteissa myös Fidelixin omaa huoltohenkilökuntaa laitteiden asennuksia ja kaapelinvetoa varten. Projektin grafiikat ja ohjelmat luodaan säätökaavioiden mukaan. Mahdolliset epäselvyydet ohjelmoinnista selvitetään suunnittelijan kanssa.

Kun urakassa päästään vaiheeseen, jossa kohteen laitteet sekä alakeskukset on kytketty, projektinhoitaja saapuu työmaalle lataamaan grafiikat ja ohjelmat alakeskuksissa sijaitseviin prosessoreihin. Tämän jälkeen grafiikalla olevat pisteet sekä ohjelmalliset toiminnot koestetaan yhteistyössä automaatioasentajien kanssa ja korjataan havaitut puutteet. Tämän jälkeen suoritetaan yhteiskäyttökoee muiden urakoitsijoiden kanssa ja todetaan järjestelmien yhteinen toimivuus.

Toimintakokeissa automaatiovalvoja koestaa ohjelmien ja grafiikan toiminnan ja luo toimintakoemuiston, jossa ilmaistaan havaitut puutteet. Toimintakokeita seuraa jälkitarkastukset sekä blackout-testi.

Projektinhoitaja luo luovutusmateriaalit ja luovuttaa ne projektinjohtourakoitsijalle sekä suunnittelijoille, jotka päivittävät lopulliset säätökaaviot. Urakoitsijat

selvittävät keskinäiset sopimusasiat, ja tämän jälkeen projekti luovutetaan huoltoyhtiölle. Edellä mainittuun prosessiin syvennyttään myöhemmissä luvuissa.

### **3 Vastaanottomenettely**

#### Vastaanoton tarkoitus ja yleiset asiat

Vastaanoton tarkoituksena on käydä läpi urakan toteutuksen sopimuksenmukaisuus sekä tarkastaa urakoitsijoiden luovuttamat dokumentit, jotta ne on tehty oikein ja niissä esitetyt tiedot täsmäävät siihen, mitä on haluttu. Lisäksi vastaanotossa käydään tilaajan ja urakoitsijoiden väliset taloudelliset loppuselvitykset, joissa osapuolet esittävät toisilleen vaatimuksensa ja sovitaan taloudellisista menettelyistä. Vastaanoton aikana korjataan mahdolliset puutteet, joita on tullut esille vastaanotto-prosessin aikana. [4.]

#### Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastus pidetään urakan loppuvaiheilla. Ennen kuin tarkastuksen voi suorittaa, urakoitsijoiden on suoritettava kaikki työt, joita sopimuksessa vaaditaan suoritettavaksi vastaanottotarkastuksen läpimenoa varten. Tarkistuksessa katsotaan kaikki sopimuksessa olevat asiat ja kirjataan ylös puutteet sekä puutteiden korjaukselle asetetut aikamääreet. Jos tarvitaan jälkitarkastus, sen aika ilmoitetaan pöytäkirjassa. Laadunvalvonta on suuressa osassa vastaanottotarkastusta, sillä laadun pitää olla sopimuksen mukaista. [1.]

Urakan projektinjohtourakoitsija (PJU) on päävastuussa siitä, että tarkastuksessa ilmenneet ongelmat hoidetaan kuntoon. Tilaaja asettaa vaatimukset projektinjohtourakoitsijalle ja PJU koordinoi puutteet oikeille aliurakoitsijoille, jolloin saadaan saumattomasti korjattua havaitut puutteet. Tavoitteena on, että valvontaorganisaatio pitää tarkastukset projektinjohto-organisaation kanssa. Tarkastuspöytäkirjaan tulee kirjata ylös, jos urakasta on jätetty jotain suorittamatta tai jos suoritettavat asiat eivät vastaa sitä mitä sopimuksissa vaaditaan. [1.]

#### Taloudellinen loppuselvitys

Taloudellisesta loppuselvityksestä laaditaan yleisten sopimusehtojen (YSE) mukainen pöytäkirja, johon kirjataan osapuolten urakkaan liittyvät vaateet toisiltaan. YSE sisältää sopimusehtoja, joita voidaan soveltaa osaksi urakoitsijoiden välisiä sopimuksia, jos molemmat osapuolet hyväksyvät YSE-sopimuksen ehdot. [1.]

Taloudellinen loppuselvitys suoritetaan vastaanottotarkastuksen jälkeen. Taloudellisessa loppuselvityksessä käydään läpi kaikki urakoitsijan ja tilaajan välillä olevat epäselvät asiat. Loppuselvityksessä urakoitsija ja tilaaja listaavat vaatimuksia, mitä heillä on urakan kannalta toisilleen. [2.] Loppuselvityksessä tulee käydä ilmi, mitkä asiat jäävät riidanalaisiksi. Jos molemmat osapuolet suostuvat yhteiseen sopimukseen, voidaan silloin poiketa YSE-ehdoista loppuselvityksen osalta. [1.]

#### Takuutarkastus

Takuutarkastus suoritetaan takuuajan loppupuolella, viimeistään takuuajan viimeisenä päivänä [3]. Takuutarkastuksesta tehdään pöytäkirja, jossa ilmoitetaan kaikki virheet, jotka käyvät ilmi takuutarkastuksessa, sekä aikataulu siitä, milloin virheet tullaan korjaamaan [1]. Takuutarkastaja luo tarkastuksesta YSE:n mukaisen pöytäkirjan, jossa esitetään kaikki määritellyt ennakkotiedot ja tarkastukset sekä tarkastuksen aikaiset havainnot.

## 4 Aikataulu

Tilaaja sekä pääurakoitsija ovat velvollisia antamaan vastaanottomenettelyihin kohtuullisen aikataulun joko urakan aikana tai sen jälkeen. Pääurakoitsijan tulee maksaa urakoitsijoille ryntäyskuluja, mikäli aikatauluja halutaan nopeuttaa urakan aikana. [1.]

Vastaanotto tulee aikatauluttaa siten, että järjestelmät, jotka täydentävät toisiaan, valmistuvat sellaisessa aikataulussa, että urakoitsijoilla on mahdollisuus tehdä omat työnsä muiden järjestelmien kohdalla. Esimerkiksi

ilmastointikoneiden putkityöt voidaan tehdä vasta ilmastointikoneen kasaamisen jälkeen, ja vasta tämän jälkeen voidaan tehdä automaatiojärjestelmään liittyvät työt. Toisin sanoen työprosesseissa tulee olla porrastus, jotta niitä tehdään oikeassa järjestyksessä. Näin toimittaessa urakoitsijat eivät estä toisiaan tekemästä töitä. Aikataulu tulee esittää urakoitsijoille, jotta urakoitsijat voivat ilmaista aikataulun mahdolliseen toteutukseen liittyvistä seikoista sekä tarvittaessa lisäajan tarpeesta.

Vastaanoton vaiheiden aikana on mahdollista järjestää aikataulun seurantapalaveri, joiden agendana on yksityiskohtaisesti seurata asioiden etenemistä sekä dokumentoida ja selvittää mahdolliset syyt, joiden takia urakka ei pysy vastaanottoaikataulussa.

## **5 Toimintakoevalmius**

### **5.1 Valmius**

Toimintakoevalmiusprosessilla varmistetaan, että urakoitsijat ovat saaneet urakkansa pisteeseen, jossa voidaan tarkastella järjestelmäkokonaisuuksia ilman esteitä. Urakoitsijoiden tulee esittää valvontaorganisaatiolle dokumentteja, joiden kautta voidaan todeta järjestelmien olevan tarkastuskunnossa.


Valmiuden varmistamiseksi RAU-urakoitsija luo virituspöytäkirjoja lämmitys-, jäähdytys- sekä ilmanvaihtojärjestelmistä ja luovuttaa ne valvojalle. Urakoitsija laatii itselleluovutuspöytäkirjat, joista voidaan todeta kaikkien laitteiden toimivuus toimintakokeiden aikana.

### **5.2 Itselleluovutus**

Urakoitsijat laativat itselleluovutuspöytäkirjat, joissa eritellään kaikki alakeskukset ja niihin sisältyvät laitteet omiin pöytäkirjoihinsa. Itselleluovutuksen tarkoituksena on pitää yllä dokumentaatiota urakan valmistumisesta, ja pöytäkirjojen mukaan voidaan todeta automaatiourakan valmistumisen aste.

Automaatiourakoitsija lisää jokaisen automaatiourakkaan sisältyvän laitteen niin sanottuun itselleluovutuspyytäkirjaan. Pöytäkirjassa kaikki laitteet on yksilöity omiin sarakkeisiin. Sarakkeissa on tietoja tarkastuksesta sekä huomioita, joita on tullut ilmi laitteiden tarkastusten yhteydessä. Urakoitsija testaa jokaisen laitteen yksitellen työmaalla ja tekee siitä dokumentoinnin, johon sisältyy muun muassa testauksen päivämäärä, tieto siitä, toimiiko laite, sekä muuta lisähuomiota. Tämä pöytäkirja on hyvä toimittaa rakennusautomaatiovalvojalle sekä pääurakoitsijalle, jotta he pysyvät tietoisina siitä, mikä on valmista ja mikä ei mahdollisessa toimintakokeessa. Projektinohitaja päivittää pöytäkirjaa, kun siinä ilmenneet puutteet on korjattu. Itselleluovutusdokumentointi on tärkeää suurissa kohteissa, joissa on satoja laitteita, jotta urakoitsija ei käytä turhaa aikaa toimivien laitteiden uudelleentestaukseen.

Fidelixin FXeditor-ohjelmistossa on sisäänrakennettu toiminto, joka luo suoraan itselleluovutuslistan Excel-tiedostona. Itselleluovutuslista on esitetty kuvassa 2. FXeditor on Fidelixin kehittämä ohjelmisto, joka sisältää graafisen editorin, jolla projektinohitajat piirtävät grafiikkakuvat valvomoon ja alakeskuksiin. Lisäksi FXeditor sisältää structured text-ohjelmointikielieditorin, jolla tehdään ohjelmat projekteihin. Excel-tiedostoon viedään kaikki projektin moduulikorteille lisätyt laitteet, ja se luo laitteista pistetietokannan mukaisen taulukon. Excel-tiedoston voi myös ladata editorista, jolloin siihen voi itse lisätä haluamansa laitteet. Tämä on hyödyllistä, jos moduulikortille on liitetty ylimääräisiä pisteitä tai jos projektin ohjelmoinnissa käytetään paljon apupisteitä. [5.]

		Konsepti	Dokumenttityyppi	Ala-asema	Julkaisupvm	Tekijä
Näkönylänlehti 41 01720 Vantaa			Itse luovutuslista	Säätin	14.11.2022	Anders Forström / 0509104355
			Projektinumero		Revisiogram	Siivä
					27.11.2022	Rev. A 3
Piirustus	Piirustus	Laite	Asennettu	Kytetty	Tesattu	Lisätietoja
VAK1_UHS_A_H	UV-Häätös	uv-häätös hälytys		21.11.2022		koestetaan kun iv-kone on päällä
VAK1_UHS_O	Ohjus	uv-häätös ohjus		21.11.2022		koestetaan kun iv-kone on päällä
VAK1_LE_O1_M	Mittaus	ulkoilämpötila mittaus		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_Phd1_H	Palo hälytys	palo hälytys		21.11.2022		koestetaan sähkömiehen kanssa
VAK1_PP_1_KRS_A_AS2_A_I	Indikointi	palopöytä auki indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS2_H	Hälytys, Hälytys	palopöytä hälytys 2 napaisien releen kautta		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS2_K_I	Indikointi	palopöytä kiinni indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS2_O	Ohjus	palopöytä ohjus		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS5_A_I	Indikointi	palopöytä auki indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS5_H	Hälytys, Hälytys	palopöytä hälytys 2 napaisien releen kautta		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS5_K_I	Indikointi	palopöytä kiinni indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_A_AS5_O	Ohjus	palopöytä ohjus		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_A_I	Indikointi	palopöytä auki indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_H	Hälytys, Hälytys	palopöytä hälytys 2 napaisien releen kautta		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_K_I	Indikointi	palopöytä kiinni indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_O	Ohjus	palopöytä ohjus		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_A_J	Indikointi	palopöytä auki indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_H	Hälytys, Hälytys	palopöytä hälytys 2 napaisien releen kautta		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_K_I	Indikointi	palopöytä kiinni indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_1_KRS_B_AS19_O	Ohjus	palopöytä ohjus		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_2_KRS_A_AS10_A_I	Indikointi	palopöytä auki indikointi		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_2_KRS_A_AS10_H	Hälytys, Hälytys	palopöytä hälytys 2 napaisien releen kautta		21.11.2022	21.11.2022	
VAK1_PP_2_KRS_A_AS10_K_I	Indikointi	palopöytä kiinni indikointi		21.11.2022	21.11.2022	

Kuva 2. Itselleluovutuslista.

### 5.3 Pistetestaus

Pistetestauksessa urakoitsija koestaa kaikki grafiikalla esiintyvät laitteet yksitellen, jolloin havaitaan laitteiden toimivuus, ja että laitteet säätävät halutuista graafisista pisteistä.

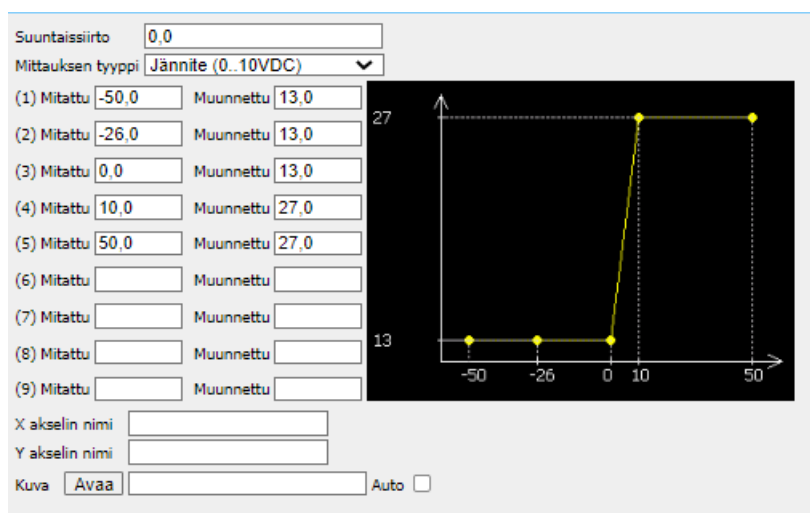
Lämpötilanmittauspisteiden toiminta voidaan todeta eri tavoilla, riippuen laitteen tyypistä. Vastusmittausten oikea sijainti voidaan todeta kytkemällä kyseinen laite oikosulkuun. Laitteen saa oikosulkuun kytkemällä metallisen kappaleen liittimien välille, jolloin grafiikalta voidaan havaita halutun pisteen mittauksen menevän muunnostaulukossa asetettuun maksimiarvoon. Voltti- ja ampeerimitauksissa laitteen oikea sijainti todetaan irrottamalla yksi anturin johtimista, jolloin grafiikalla näkyy laite anturivikatilassa. Tämän jälkeen mittaus testataan toimivaksi esimerkiksi hönkäisemällä ilmaa anturin kotelon sisälle, jolloin sen lämpötilaa mittaava elementti voi tuottaa enemmän voltteja, ampeereita tai ohmeja. Jos mittaus nousee arvoon, joka on järkevä, voidaan todeta, että pisteeseen asetettu muunnostaulukko on oikea ja anturi toimii oikein. [5.] Mittauspiste on esitetty kuvassa 3.

Kuva 3. Mittauspisteen konfigurointinäkymä.

Muunnostaulukkoon muokataan mittauslaitteen mukainen taulukko, jotta grafiikalle saadaan niin sanotun raakadatan sijasta järkeviä arvoja, joita voidaan

käyttää laitteistojen säätämiseen tai tilakohtaisen mittausdatan hankintaan.

Muunnostaulukon ääripäihin tulee asettaa ylimääräiset arvot, joiden yli se ei voi teoriassa mennä, jotta mittauspiste ei mene anturivikatilaan. [5.] Muunnostaulukko on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Muunnostaulukon konfigurointinäköymä.

Ohjauspisteet jakautuvat yleisesti ottaen kahteen eri malliin, heikkovirta- ja vahvavirtaohjauksiin. Nämä eroavat yleensä vain siinä, mikä urakoitsija lähtee selvittämään vikaa. Lähtökohtaisesti vahvavirtaohjauksissa RAU:n rajapinta on sähkökeskuksen kontaktori ja siitä eteenpäin SU selvittää kytkennät. Pisteiden testaus onnistuu helposti asettamalla piste tilaan 1, jolloin digitaalisen ulostulon (DO) rele vetää, ja virta pääsee laitteelle. Toiminta voidaan todeta useimmiten silmämääräisesti näkemällä haluttavan laitteen menevän päälle. Jos laite ei mene päälle, yleismittarilla voidaan mitata, tuleeko laitteen ohjausliittimien välille jännitettä. Jos laitteen liittimiin tulee haluttu määrä jännitettä, voidaan todeta, että ohjaus toimii RAU:n osalta ja lähteä selvittämään, mikä laitteessa on vialla. [5.] Ohjauspiste on esitetty kuvassa 5.

Globaalipiste

Käynnistysviive (sek)

Pysäytysviive (sek)

Aikaohjelma

Kolmitilainen

Tilateksti

Modulin oletusarvo

Kuva    Auto

Normaali  Rajoitettu  Pakko-ohjaus

Kuva 5. Ohjauspisteen konfigurointinäkymä.

Analoginen ulostulo (AO) todetaan toimivaksi lähes samalla tavalla kuin ohjauspiste. Erona on se, että toimivuuden kannalta tarkastellaan laitteen nopeutta tai asentoa. Analogisesta ulostulosta voidaan syöttää jännitettä 0–10 V, ja jännitetason mukaan seurataan, mitä laitteessa tapahtuu. Esimerkiksi peltimoottorin toiminta voidaan todeta asettamalla säätöpisteeseen 50 %, jolloin ulostulo on 5 V ja laitteen pitäisi asettua noin puoliväliin sen ajokaarta. Jos laite ei tottele säätöä, täytyy selvittää, onko laite rikki tai esimerkiksi käsiajolla. Käsiajolla olevaan laitteeseen asetetaan parametri, mikä säätää laitetta ulkoisen ohjauksen sijasta, joka on yleinen ominaisuus säätölaitteissa. [5.] AO piste on esitetty kuvassa 6.

Globaalipiste

Aikaohjelma

Minimijännite  Maksimijännite

Näytteenottoväli (sek)  Toleranssi

Kuva    Auto

Modulin oletusarvo 0..10V

Kuva 6. Analogisen ulostulon konfigurointinäkymä.

Digitaalitulo pisteen toiminta todetaan useasti asettamalla se oikosulkuun, jolloin nähdään pisteen oikea sijainti. Tämä ei kuitenkaan riitä laitteen toimivuuden toteamiseen. Jos kyseessä on jonkun muun urakoitsijan laite, laite pitää testata yhteisesti toimivaksi. Urakoitsija, joka on asentanut laitteen, asettaa laitteen tilaan, jossa haluttu indikointi tai hälytys menee päälle, jolloin voidaan varmasti

todeta, että laite toimii oikein. Digitaalitulo pisteitä on kahdenlaisia: indikointi- sekä hälytyspisteitä. Indikointipisteet kertovat useimmiten siitä, että laite on päällä tai että jokin raja on saavutettu. Esimerkiksi kun ovi saavuttaa rajakytkimen, rajakytkin indikoi. Hälytys kertoo aina vikatilanteesta, joten grafiikalle pitää olla tehty lyhyt selitys siitä, mitä hälytys tarkoittaa, jotta virhetila voidaan palauttaa normaalitilaan. [5.] Hälytyspiste on esitetty kuvassa 7.

Kuva 7. Hälytyspisteen konfigurointinäkymä.

Säätöpiste eli controlpoint on Fidelixin järjestelmässä piste mikä mahdollistaa laitteiden automaattisen säädön ilman, että tarvitsee kirjoittaa riviäkään koodia. Säätöpiste sisältää valmiiksi ohjelmoinnin, jossa se vertaa mittauspisteitä säätöpisteeseen asetettuun vakioarvoon ja sen mukaan lähtee portaittain säätämään laitteita. Esimerkiksi lämmöntalteenoton, lämmityspatterin ja jäähdytyspatterin toiminta voidaan täysin automatisoida pelkästään yhdellä säätöpisteellä. [5.] Säätöpiste on esitetty kuvassa 8.

On tärkeää, että pistetestauksessa koestetaan laitteiden oikea ajosuunta, varsinkin jos kyse on vettä jäähdyttävistä tai lämmittävistä järjestelmistä, jolloin väärä ajosuunta voi tuottaa katastrofaalisia vaikutuksia loppukäyttäjille. Säätöpisteen portaat tulee konfiguroida siten, että jäähdytykset ja lämmitykset eivät toimi samaan aikaan, jotta saadaan maksimaalinen energiatehokkuus ulos laitteistoista. [6.]

Kuva 8. Säätiöpiesteen konfigurointinäkymä.

Aikaohjelmapieste mahdollistaa ohjauspisteiden automaattisen ohjauksen kellonajan sekä kalenterin mukaan. Aikaohjelmaan voidaan asettaa kellonajan mukaan arvo, jota se syöttää haluttuun ohjauspisteeseen. Esimerkiksi kello 7.00 voidaan valot laittaa arvoon 0, jolloin ne menevät pois päältä, ja taas kello 20.00 asetetaan arvo 1, jolloin ne menevät päälle. Aikaohjelma on mahdollista konfiguroida päiväkohtaisesti, jolloin esimerkiksi valot eivät ole turhaan päällä aikoina, jolloin tiloissa ei ole käyttäjiä. [5.] Aikaohjelmapieste on esitetty kuvassa 9.

Kuva 9. Aikaohjelman konfigurointinäkymä.

Pistetestauksien aikana urakoitsijan on hyvä täyttää itselleluovutuslistaa, johon hän kirjoittaa laitteiden toimivuuden tilan ja niihin liittyviä lisähuomioita. Kun

pistetestauksessa on todettu, että laitteet toimivat, jää niiden oikein toiminta ohjelmoinnin varaan.

#### 5.4 Urakoitsijan toimintakokeet

Urakoitsijat koestavat yhteistyössä, että heidän järjestelmiinsä liitetyt laitteet toimivat suunnitelmien mukaisesti ja virheettömästi. automaatio-, ilmastointi-, putki- ja sähköurakoitsijat toimivat yhteistyössä omissa toimintakokeissaan. [1.]

Ilmastointiurakoitsija toimittaa automaatiourakoitsijalle mittauspöytäkirjat puhallinten maksimi, minimi ja osatehoista. Mittauspöytäkirjoissa tulee olla ilmastointiverkostolle asetettavat pitopaineet, ilmamäärät sekä puhaltimien nopeudet mittaushetkellä, jotta automaatiourakoitsija voi asettaa halutut arvot ilmastointikoneiden säätävien mittauspisteiden säätöpisteisiin. Näiden lisäksi ilmastoinnin mahdolliset jälkipäät, kuten ilmamääräsäätimet tulee parametroida niin, että ne vievät ja poistavat huoneistoista halutun määrän ilmaa sekä pitävät huoneiston ilman tasapainossa, jotta vältetään turhan ali- tai ylipaineen syntymiseltä.

Putkiurakoitsija on velvollinen varmistamaan, että järjestelmien pumpput toimivat automaatiojärjestelmän perässä sekä asettamaan tarvittavat parametrit pumppeihin. Tämän lisäksi putkiurakoitsijan tulee tyhjentää putkistot ilmasta, jotta kylmä ja kuuma vesi saadaan kiertämään verkostossa. Tämän jälkeen voidaan testata automaatiojärjestelmän laitteet, jotka säätävät kylmän ja kuumen veden vientiä kiinteistön eri osiin. Automaatiourakoitsija virittää eli käyttöönottaa verkostot siten, että ne pitävät lämpötilat määrättyjen arvojen sisällä ilman liiallista säätöjen huojuntaa.

Sähköurakoitsija ja automaatiourakoitsija testaavat yhteisesti sähkökeskusten pisteet, jotka liitetään automaatiojärjestelmään. Näihin kuuluvat yleisesti sulanapidot, valaistukset, puhaltimien ohjaukset, pumppujen ohjaukset sekä muut sähkökeskusten syöttöjen alaisina olevat laitteet. Sähköurakoitsija kytkee vahvan sähkön puolen sekä sähkökeskuksissa että valvonta-alakeskuksissa sekä

ilmoittaa automaatiourakoitsijalle, mitä kaapelin pareja pitkin saadaan mitäkin tietoa sähkökeskuksesta.

Useissa kohteissa järjestelmän jatkohälytykset viedään eteenpäin huoltoyhtiölle GSM-modeemin kautta, johon tilaaja toimittaa aktivoitun SIM-kortin. RAU on velvollinen testaamaan, että jatkohälytykset todella siirtyvät eteenpäin GSM-modeemin kautta. GSM-modeemi on laite, joka lähettää dataa eteenpäin GSM-signaaliilla eli esimerkiksi SMS-viestillä tai sähköpostilla.

Väylälaitteet ovat molempien urakoitsijoiden velvollisuuksia, eli urakoitsijat testaavat yhdessä, että kaikki säätökaavioissa olevat pisteet saadaan toimimaan RAU-järjestelmässä. Yleensä urakoitsijat toimittavat heidän omista väylälaitteistaan rekisterilistauksen, joiden perusteella RAU-urakoitsija luo väyläliitokset laitteille.

Kun urakoitsijat ovat keskenään saaneet testattua laitteistonsa, he laativat pöytäkirjat, joissa on esitetty kaikki laitteet ja merkitty selvästi, mitä puutteita on havaittu urakoitsijoiden toimintakokeissa, ja toimittavat pöytäkirjat rakennuttajalle tai pääurakoitsijalle ennen tilaajan toimintakokeita.

## **6 Tilaajan toimintakokeet**

Toimintakokeissa automaatiourakoitsija todistaa automaatiovalvojalle ja usein myös rakennuttajan edustajalle, että automaatiolaitteet toimivat halutulla tavalla, joka on esitetty säätökaavioissa. Jos kokonaisuuksiin liittyy muita urakoitsijoita, heidän edustajansa on mukana toimintakokeissa. Valvoja on yleensä vetovastuussa toimintakokeissa, jolloin laitteet kierretään hänen johdollansa. Jokaisen laitteen kohdalla urakoitsija todistaa, että se toimii oikein, esimerkiksi näyttämällä kannettavalta tietokoneelta automaatiojärjestelmän grafiikkakuvat, joissa kyseiset laitteet sijaitsevat. [6.]

IV-koneista tarkastetaan niiltä vaadittavat toiminnot:

- peltimoottoreiden sekä palopeltien avautuminen ja sulkeutuminen oikeissa tilanteissa ja oikeaan aikaan
- venttiilimoottoreiden ajosuunnat sekä säädön vaikutus paineiden sekä lämpötilojen muutoksiin
- lämpötila, paine, paine-ero ja ilmanvirtojen mittausten tarkastus virheiden varalta
- huoneistokohtaisten mittausten toiminta ja vaikutus IV-koneen toimintaan
- sähköiset ja ohjelmalliset lukitukset, joiden avulla IV-kone pysäytetään hätä- ja ristiriitatilanteissa
- grafiikan paikkansapitävyys verrataan suunnitelmiin
- hälytysten synty oikeissa raja-arvoissa
- säätöpisteiden PID-säädön toimivuus koneen tuottaman lämpötilan hallitsemiseksi.

Koneista tarkastetaan kaikki mittaukset, jotta ne näyttävät järkeviä arvoja. Erityisen tärkeitä ovat moottoreiden nopeuden säätöön vaikuttavat mittaukset, jotka ovat säätötavan mukaan joko ilmanpaine eli yleisesti tunnuksella PIE tai ilmanvirtaus FIE. Näistä tarkastetaan täsmävyys IV-mittaajan mittauspöytäkirjaan, josta ilmenee moottoriin käsin asetettu säätöprosentti sekä mittauksen suuruus. Kun mittaukset näyttävät täsmäyvän mittauspöytäkirjaan, voidaan todeta koneen olevan vireessä. [6.]

Näiden lisäksi tärkeitä ovat lämpötiloja säätävät mittaukset. Nämä voidaan todeta toimiviksi ajamalla koneen lämmitys- ja jäähdytyspattereiden venttiilejä auki ja kiinni, jolloin lämpötilamuutokset on helppo havaita. Paine-eromittaukset esimerkiksi suodattimien ja lämmöntalteenoton (LTO) yli tarkastetaan, jotta voidaan todeta ilman kulku kyseisten osien ohi.

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmistä tarkastetaan piirien toiminta, jotta ne pysyvät halutuissa asetusarvoissa sekä toimivat säätökaaviossa halutulla tavalla. Esimerkiksi käyttöveden säädön viritys tarkastetaan, jotta se ei pääse poikkeamaan asetusarvostaan liiallisesti. Käyttöveden pitää pysyä 45–65 °C välillä. Jos tämä ei toteudu, käyttövesi pitää virittää uudelleen. [7.]

Valvoja tarkastaa laitteiden lisäksi, että kaikki kohteen grafiikat ovat samalla tavalla tehty. Tärkeimpänä grafiikan tarkastuksessa pidetään valvomografiikkaa, jossa on esitetty koontikuvia kiinteistön järjestelmistä, sekä tasokuvia, joista nähdään laitteiden sijainnit. Grafiikalta tarkastetaan järjestelmien asetusivut, joista nähdään erilaisten ominaisuuksien raja-arvoja, aikaohjelmia ja selityksiä, milloin ominaisuudet menevät päälle tai kytkeytyvät pois päältä. Samoin järjestelmien hälytyssivut tarkastetaan, jolloin nähdään, että urakoitsija on asettanut hälytyksille järkeviä raja-arvoja. Grafiikalla raja-arvoihin asetetaan valvojan kanssa todettuja järkeviä arvoja, jotta järjestelmät saadaan optimoitua ja vältetään turhilta hälytyksiltä. [6.]

## 6.1 Havaittujen puutteiden korjaus

Toimintakokeissa valvoja tekee jatkuvasti huomioita laitteiden toiminnan suhteen ja merkitsee vikalistaan kaikki laitteet, jotka eivät toimi halutulla tavalla. Valvoja yleensä myös kommentoi puutteita, joissa on tullut urakoitsijalle epäselvyyttä. [6.]

Toimintakokeista yleensä noin viikon sisällä valvoja toimittaa urakoitsijalle sekä pääurakoitsijalle listan laitteista ja kokonaisuuksista, jotka eivät toimineet toimintakokeissa. Tämä lista on urakoitsijalle eräänlainen ohjenuora, jota seuraamalla ja päivittämällä pysytään selvillä, mitä puutteita on korjattu ja mitä on jäljellä. Automaatiourakoitsija kommentoi listaan sitä mukaa, kun asioita saadaan toimimaan, sekä kommentoi myös, mitä velvollisuuksia muilla urakoitsijoilla on, jotta laitteet saadaan toimimaan. Päivitettyä listaa toimitetaan tasaisin väliajoin pääurakoitsijoille, jolloin he tietävät, mitä puutteita järjestelmässä vielä on, ja pystyvät auttamaan ja delegeoimaan muiden urakoitsijoiden työt oikeille urakoitsijoille. [6.]

Riippuen kohteen kokoluokasta jälkitarkastuksia, joissa tarkastellaan korjattuja puutteita ja merkitään korjatut puutteet korjatuiksi, voi olla useampi. Suurissa projekteissa on hyvä pitää useita jälkitarkastuksia eri kokonaisuuksien osalta. Jollain kerralla voidaan esimerkiksi tarkistaa, että huonesäädöt toimivat oikein,

ja toisella kerralla tarkastetaan IV-koneiden toiminta. Tämä mahdollistaa sen, että puutelistasta saadaan perattua kokonaisuuksia pois, jolloin se lyhenee huomattavasti ja voidaan keskittyä taas seuraaviin kokonaisuuksiin.

Kun puutteet on korjattu, urakoitsijan tulee toimittaa dokumentteja automaatiovalvojalle, joilla hän todistaa laitteiden toiminnan. Nämä dokumentit voivat olla esimerkiksi trendikäyriä mittauksista, joita lukemalla valvoja kykenee toteamaan laitteen toimivuuden. Tämä vähentää valvojan tarvetta käydä työmaalla katsomassa laitteita. Kun puutelistasta on tyhjä ja valvoja on varmistanut kaikkien laitteiden sekä kokonaisuuksien toiminnan, voidaan edetä seuraavaan työvaiheeseen vastaanottoprosessissa. [6.]

## 6.2 Urakoitsijoiden veloitteet

Urakoitsijat ovat velvollisia korjaamaan toimintakokeissa havaitut virheet asetettuun määräaikaan mennessä. Jos virheitä ei ole korjattu määräaikaan mennessä, seuraamuksena on sakko, joka kasvaa jokaisesta ylimääräisestä päivästä. Sakon määrä on asetettu urakkasopimuksessa, jonka urakoitsija on hyväksynyt. [1.]

Kun urakoitsijat ovat yhteistyössä korjanneet toimintakokeissa havaitut puutteet, he toimittavat kommentoidun puutelistan sekä itselleluovutuslistan valvojalle. Urakoitsijat kutsuvat valvojaorganisaation jälkitarkastuskäynnille, jonka tarkoituksena on saada puhdistettua puutelistoista korjatuksi havaitut puutteet. Jokainen ylimääräinen tarkastuskäynti maksaa pääurakoitsijalle, joten urakoitsijoilla on kannustin puutteiden korjaamiseen. PJU jyvittää jälkitarkastusten maksut aliurakoitsijoilleen.

Puutelistoissa ilmenneet kriittiset asiat, jotka vaikuttavat kiinteistön käytettävyyteen, ovat ensisijaisesti korjausaikataulun kärjessä. Kriittiset puutteet ovat seuraavanlaisia:

- lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

- vesijärjestelmät, kuten lämmönjako ja sprinklerijärjestelmä
- ilmanvaihtojärjestelmät.

Nämä puutteet tulee korjata ensi tilassa, ja vasta näiden jälkeen korjataan pienemmät puutteet, joilla ei ole vaikutusta vastaanottoon. Tällä tavalla luodaan sujuva eteneminen vastaanoton seuraavaan vaiheeseen.

## 7 Blackout-testi ja yhteiskäyttökoe

### 7.1 Blackout-testi

Blackout-testi suoritetaan katkaisemalla kiinteistön normaali sähkönsyöttö, eli simuloidaan sähkökatkon aiheuttamaa tilannetta. Tämän jälkeen kiinteistön järjestelmät, joissa on UPS (keskeytymätön virransyöttö) tai varavoima tarkastetaan, jotta saadaan todettua niiden toimivan normaalisti myös blackout-tilanteessa. Kun kaikki järjestelmät on tarkastettu järjestelmään, palautetaan normaali sähkönsyöttö ja tehdään uusi tarkastuskierros, jossa tarkastetaan, että yläpitolaitteistot pysyvät päällä laitteiden aiheuttama virtapiikin jälkeen. [8.]

Blackout-testissä koestetaan, miten järjestelmä toimii, kun se menettää sähkönsyötön. Kykeneekö järjestelmä palautumaan ennalleen sen jälkeen, kun se saa sähköä takaisin. Automaatiojärjestelmän pitää olla mitoitettu siten, että se kykenee pitämään kaikkia siihen liitettyjä laitteita päällä ilman, että se ei sammuta itseänsä liiallisen kuormituksen alla. Jos järjestelmä sammuu, se tarkoittaa sitä, että se sisältää mitoitusvirheitä. Yleisesti tämä voidaan välttää sillä, että ylimitoitetaan muuntajia, jolloin ne kykenevät suuren kuorman alla palauttamaan järjestelmän ennalleen. [9.] Toinen kokemuksesta opittu asia on paljon tehoa kuluttavien laitteiden jako eri muuntajille, jolloin kuormaa jaetaan ja tehopiikki ei kasva liian suureksi yhdelle muuntajalle. Olisi myös hyvä pitää prosessori sekä moduulikortit suuritehoisten laitteiden kanssa eri muuntajan alla, jolloin muu järjestelmä ei sammuu, vaikka suuritehoisten laitteiden muuntaja sammuisi kuorman alla.

Sähkökatkoja varten keskuksiin, joissa on tärkeitä ominaisuuksia kiinteistön toiminnan kannalta, asennetaan UPS-laitteisto eli akusto, joka sähkökatkon tapahtuessa syöttää keskukselle sen tarvitseman virran ja pitää keskuksen päällä. UPS-laitteisto varmistaa sen, että rakennusautomaation järjestelmät toimivat sähkökatkon aikana. UPS-laitteisto mitoitetaan yleensä sellaiseksi, että se kykenee pitämään järjestelmän toimintakykyisenä normaalin sähkökatkon ajan. [9.]

Toinen vaihtoehto sähkökatkoksia varten on varavoimakone. Tällöin kiinteistöön rakennetaan yleensä dieselmoottori, joka käynnistyy sähkökatkon sattuessa ja tuottaa järjestelmän vaatiman sähkön. Usein varavoimakoneen sähkönsyötössä on pieni viive, noin 5 minuuttia, jonka aikana kone käynnistyy, ja vasta sen jälkeen järjestelmään voidaan syöttää sähköä varavoiman kautta. [9.]

UPS-laitteiston ja varavoimakoneen yhdistelmä on toimivin keino pitää järjestelmä toimintakunnossa sähkökatkon aikana, sillä UPS-järjestelmä pitää tärkeimmät laitteet päällä ja varavoiman käynnistyessä sähköä saadaan tuotettua verkkoon tarpeeksi, jotta muut vähäpätöisemmät järjestelmät saadaan toimintakuntoon.

Blackout-testejä voidaan suorittaa monta kertaa, jos järjestelmässä havaitaan niiden aikana puutteita. Kun blackout-testissä todetaan, että halutut laitteet pysyvät sähkökatkon ajan toiminnassa, voidaan todeta, että testi on suoritettu onnistuneesti.

## 7.2 Yhteiskäyttökoe

Yhteiskäyttökokeessa kaikki urakoitsijat koestavat keskenään, että järjestelmät kykenevät toimimaan yhdenaikaisesti ja suunnitelmien mukaisesti. Yhteiskäyttökokeessa urakoitsijat koestavat järjestelmät, jotka ovat riippuvaisia toisistaan ohjaamalla laitteistot sellaisiin tiloihin, joissa ne vaikuttavat muihin järjestelmiin. Kun laitteistot toimivat yhdenaikaisesti, voidaan ne vapauttaa normaaliolosuhteisiin ja tarkastaa, että ne jatkavat itsenäistä toimintaansa suunnitelmien mukaisesti.

Jos yhteiskäyttökokeet tehdään oikein, mahdolliset virheet huomataan niiden aikana ja saadaan korjattua. Koska yhteiskäyttökoe koskee monia urakoitsijoita, on jokaisen varmistettava, että heiltä on paikalla edustaja, joka kykenee selvittämään, miksi laitteisto ei toimi halutulla tavalla.

## 8 Käytönopastus

### 8.1 Velvoitteet

Automaatiourakoitsija pitää käytönopastuksen henkilöille, joille pääurakoitsija ja asiakas haluavat valmiuden automaatiojärjestelmän käyttöön. Yleisesti se sisältää kierroksen kohteen tiloissa ja esittelyn erilaisista automaatioon liitetyistä laitteista. Käytönopastuksissa tärkeimpiä ovat laitteet, jotka vaikuttavat kohteen käytettävyyteen, kuten esimerkiksi vesijärjestelmiin liittyvät laitteet. Opastukseen kuuluu myös Fidelixin järjestelmän käyttö. Muut urakoitsijat opastavat järjestelmiensä käytön henkilöille, joita asiakas on osoittanut opastettaviksi. [10.]

Urakoitsijat ovat velvollisia varmistamaan, että opastettavat henkilöt ymmärtävät ja osaavat opastuksen jälkeen käyttää laitteistoja, sekä toimittamaan asiakkaalle dokumentaation, jossa opastetaan järjestelmien käyttöön. Dokumentaatio toimitetaan digitaalisessa tai paperisessa muodossa riippuen asiakkaan vaatimuksista. [10.]

### 8.2 Opastus Fidelixin järjestelmään

Opastettaville henkilöille näytetään ensin, miten Fidelixin järjestelmässä erilaiset pisteet toimivat. Fidelix järjestelmä sisältää seuraavat pisteet:

- mittauspiste
- raja-arvopiste
- indikointipiste
- hälytyspiste
- ohjauspiste

- aikaohjelmapisti
- säätöpisti
- asetusarvopisti
- säätökäyräpisti.

Mittauspisteitä opetetaan lukemaan, jotta järjestelmän käyttäjä osaa tulkita grafiikalla näkyvistä mittauksista järjestelmän tilannetta. Oikein tulkitseminen vaatii käyttäjältä ymmärrystä mitattavista arvoista, jotta hän voi päätellä, mitä arvoja niiden pitäisi suurin piirtein näyttää. [10.]

Raja-arvopisteitä käytetään yleensä hälytyksien luomiseen tietyissä mittausten arvoissa. Esimerkiksi jos mittauspisti alittaa raja-arvoon asetetun rajan, luodaan alarajahälytys. Tämä toimii päinvastaisesti ylärajahälytyksille. Raja-arvo säätövikahälytykselle luodaan silloin kun mittaus on poikennut säätövian raja-arvon verran mittauksesta. Raja-arvoja voi asettaa maksimissaan 8 kappaletta yhtä mittauspistettä kohti. Tämä mahdollistaa monipuolisen seurannan mittauspisteelle. [10.]

Indikointipisteillä ilmaistaan laitteiden toimintatilaa. Fidelixin järjestelmässä indikointipisteisiin lisätään tilateksti, joka ilmoittaa indikointipisteen tilan kirjaimina numeroiden sijasta, esimerkiksi "pois päältä" ja "päällä". Tämä toimenpide tekee indikointipisteistä helposti luettavia ja yksiselitteisiä. Jos indikointi toteutetaan ilman tilatekstiä, sen väriksi asetetaan jokin vihreän sävy, jolloin indikoinnin ylittäessä arvon 0 se muuttuu normaalista väristään esimerkiksi harmaasta vihreän väriksi, jolloin käyttäjä voi todeta laitteen olevan päällä. Indikointipisti voidaan pistehjelmoinnin kautta asettaa normaalitilanteessa auki- tai normaalitilanteessa kiinni -tiloihin, mikä mahdollistaa tilatiedon saamisen suljetuista piireistä piirin avautuessa. [10.]

Hälytyspisteet ovat identtisiä indikointipisteiden kanssa toimintansa perusteella, erona on käyttötarkoitus. Hälytyspisteitä käytetään nimensä mukaisesti ilmaisemaan järjestelmien vikatiloja, ja monista laitteista on mahdollista saada hyvinkin tarkka virhekoodi. Hälytykset esitetään graafisesti siten, että ne ovat yksiselitteisiä ja tuovat käyttäjälle mahdollisimman paljon informaatiota hälytyksen syystä.

Hälytyspisteisiin on mahdollista asettaa käynnistysviivettä, jolloin estetään turhien hälytyksien syntyminen hetkittäisistä vikatilanteista, jolloin säästetään ylläpidon resursseja. [10.]

Ohjauspisteet toimivat hyvin yksinkertaisesti arvolla 0 tai 1, jossa 0 tarkoittaa, että rele ei ole päällä, jolloin ohjausjännitettä ei mene päätelaitteelle, kun taas 1 tarkoittaa, että rele on päällä ja päätelaite saa ohjausjännitteen. Käyttäjän helpotukseksi ohjauspisteisiin asetetaan tilatekstit ”käy” ja ”ei käy”, jolloin ne ovat yksiselitteisiä. Tarvittaessa ohjauspistettä pystyy käyttämään käsin grafiikalta, eli käyttäjä voi halutessaan tai tarvitessaan pakottaa ohjauspisteen haluamaansa arvoon. Tällöin ohjauspiste ei tottele ohjelmaa, vaan on pakotetussa arvossa niin kauan, kunnes pakotus vapautetaan automaattitilaan. Joissain kohteissa esimerkiksi valot saatetaan jättää käsikäytölle, jos asiakas haluaa niiden olevan koko ajan päällä. [10.]

Aikaohjelmapiisteitä käytetään ohjauspisteissä, jolloin aikaohjelma asettaa ohjauspisteeseen arvon sen mukaisesti, mitä käyttäjä on asettanut aikaohjelmaan. Jos käyttäjä asettaa aikaohjelmaan, että kello 12.05 aikaohjelma saa arvon 1, silloin ohjauspiste, johon aikaohjelma on liitetty, saa kyseisenä ajankohtana arvokseen 1 ja pysyy siinä arvossa niin kauan, kunnes se saa toisen arvon ohjelmasta, käsikäytöstä tai aikaohjelmasta. [10.]

Säätöpiste Fidelixin järjestelmässä säätää ulostuloa 0 voltin ja 10 voltin välillä, ja tämä yleensä skaalataan grafiikalla prosentuaaliseen arvoon, jossa 0 prosenttia vastaa 0 voltia ja 100 prosenttia vastaa 10 voltia. Säätöpisteillä säädetään laitteiden kierrosnopeutta progressiivisesti, eli mitä enemmän prosentteja säätöpisteeseen laitetaan, sitä kovempaa kyseisen laitteen kierrokset menevät. Säätöpisteillä voidaan myös säätää esimerkiksi venttiilien tai peltien avautumis- ja sulkeutumiskulmaa. [10.]

Asetusarvopiste toimii siten, että se säätää laitteille meneviä säätöviestejä siihen asetetun arvon perusteella. Esimerkiksi patteriverkoston tulolämpötilamittauksen asetusarvo säätää verkostoon tulevan veden lämpötilaa säätämällä

venttiilin asentoa PID-säädöllä, jolloin venttiiliä ajetaan kiinni ja auki, jotta verkoston lämpötila pysyy asetusarvopisteeseen asetetussa arvossa. [10.]

Säätökäyräpiste säätää asetusarvopistettä siihen asetetun käyrän mukaan. Säätökäyräpistettä käytetään kompensointisäätöön esimerkiksi ulkolämpötilan suhteen. Käyrään asetetaan päämittauksen arvoja akselille y ja kompensoitavan mittauksen arvoja akselille x, jolloin piirtyy käyrä, joka muuttaa asetusarvoa riippuen päämittauksen ja kompensoitavan mittauksen arvoista. [10.]

Fidelixin järjestelmässä fiktiivisiä pisteitä käytetään apupisteinä. Niitä löytyy kaikista pistetyypeistä. Näiden pisteiden avulla voidaan muun muassa hakea toisen valvonta-alakeskuksen pisteitä globaalisti wide area network (WAN) tai local area network (LAN) -verkkojen sisällä, joihin kyseinen VAK on liitetty. Fiktiivisiä pisteitä ei yleisesti näytetä grafiikalla, mutta ne löytyvät pistetietokannasta, josta niitä on mahdollista tarkastella. [10.]

Pisteiden opastuksen jälkeen näytetään grafiikkakuvista automaatiojärjestelmässä olevat kokonaisuudet ja opetetaan käyttämään niitä. Kerrotaan esimerkiksi, miten ilmanvaihtokone toimii ja mitä toimenpiteitä se tekee käynnistyessään ja sammuessaan.

## **9 Vastaanottovalmius**

### **9.1 Urakoitsijoiden velvoitteet**

Vastaanottovalmiuden päävastuu on projektinjohtourakoitsijalla. Projektinjohtourakoitsija koordinoi aliurakoitsijoita siten, että aliurakoitsijat toimittavat toisilleen tarvittavat dokumentit ja materiaalit, joiden avulla korjataan puutteita järjestelmissä. Tämä sisältää myös suunnitteluorganisaation yhteistyön, jotta projektioorganisaatiot keskustelevat keskenään mahdollisista lisäyksistä, jotka vaikuttavat muiden urakoitsijoiden suunnitelmiin. Urakoitsijat toimittavat luovutusmateriaalin projektinjohtourakoitsijalle tai projektipankkiin, josta se voidaan tarkastaa

ja vaatia lisäyksiä tarpeen mukaan. Projektipankki on sähköinen alusta, jota käytetään projektiin liittyvien dokumenttien jakamiseen.

Automaatiourakoitsija toimittaa luovutuskansion, joka sisältää punakynäpiirustukset, järjestelmän laitteiden datalehdet, CE-todistukset, viritys- sekä käytöno-  
pastuspöytäkirjat, säätökaaviot, venttiili- ja laiteluettelot, kytkentäkuvat sekä it-  
selleluovutus-pöytäkirjat. Näillä tiedoilla pääurakoitsija voi todeta automaatiojär-  
jestelmän käyttöönotetuksi ja toteutetuksi suunnitelmien mukaan. Muut urakoit-  
sijat toimittavat pääurakoitsijalle vastaavanlaiset pöytäkirjat, joista voidaan to-  
deta järjestelmien toteutus suunnitelmien mukaisesti. [1.]

## 9.2 Punakynät

Urakan punakynät tulee luovuttaa suunnittelijoille urakan hyväksytyn vastaan-  
oton jälkeen, jotta suunnittelijat pääsevät piirtämään loppukuvat sekä tallenta-  
maan kyseiset dokumentit projektipankkiin. Punakynäpiirros on esitetty kuvassa  
10.



Kuva 10. RAU-tasokuvan punakynä.

Automaatiourakoitsija on velvollinen toimittamaan punakynäpiirustukset suunnit-  
telijoille. Tämä tarkoittaa sitä, että urakoitsija piirtää kaiken, mikä poikkeaa alku-  
peräisistä suunnitelmista punakynällä ja tämän jälkeen toimittaa piirustukset  
suunnittelijalle, joka päivittää punakynäkuvissa olevat muutokset ja lisäykset  
suunnitelmiin, jotta projektipankkiin saadaan suunnitelmat, jotka täsmäävät to-  
teutuneeseen järjestelmään.

Käytännössä punakynien piirtäminen on hyvin helppoa. Nykyään löytyy kirjoit-  
tushjelmiä, joissa on sisäänrakennettuja työkaluja punakynien tekemistä

varten. Tasokuvaan ja säätökaavioihin on helppo esimerkiksi PDF-Editorilla tehdä tarvittavat muutokset, koska se sisältää kaikki kuvanmuokkaustyökalut, joita tarvitaan.

Punakynien teko on kriittinen vaihe vastaanotossa, koska sillä varmistetaan, että ajantasainen tieto menee talteen projektipankkiin, josta sitä voidaan hyödyntää, kun järjestelmään halutaan tehdä lisäyksiä tai muutoksia myöhempanä ajankohtana. Joskus tulee myös hetki, jolloin järjestelmä uusitaan, ja tätä varten päivitettyt säätökaaviot ja tasokuvat ovat erityisen tärkeitä, sillä ajantasaiset suunnitelmat helpottavat järjestelmien saneerausta.

### 9.3 Luovutusmateriaalit

Urakoitsijoiden velvollisuus on koota urakan sisäisistä asioista luovutusmateriaaliksi, joka sisältää kaiken olennaisen datan, mitä projektin valvojaorganisaatio sekä eri viranomaiset ja tarkastajat tarvitsevat. [1.] Luovutuskansion sisältö on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Luovutuskansio.

Luovutuskansiomalli voi sisältää esimerkiksi seuraavat asiat:

- Fidelixin automaatiohuollon puhelinnumeron sekä sähköpostiosoitteen, jotta saadaan nopeasti kiinni ammattilainen, joka korjaa mahdolliset vikatilanteet

- ajantasaiset säätökaaviot projektista, joiden avulla tulkitaan järjestelmän toimivuutta sekä paikannetaan laitteiden sijainti
- venttiili- ja laiteluettelot, jotta tiedetään, mitä laitteita kohteessa on kentällä, ja voidaan sen mukaan ottaa kohteeseen mukaan varaosia, jotta vikoja voidaan korjata mahdollisimman edullisesti ja nopeasti
- virituspöytäkirjat ja käytönopastuspöytäkirjat, jotta voidaan todeta, että automaatiourakoitsija on hoitanut velvollisuutensa opastaa huoltohenkilökuntaa sekä mahdollisia muita käyttäjiä järjestelmän käyttöön. Virituspöytäkirjoista todetaan, että järjestelmien viritukset ovat kunnossa ja niihin voidaan viitata mahdollisten vikojen tapahtuessa
- käyttöohjeet, jotta myöhemmin voidaan palata käyttöohjeisiin, jos käyttäjän tarvitsee muuttaa parametreja järjestelmän sisällä
- järjestelmälaitteet eli laitteet, jotka löytyvät keskuksen sisältä, muun muassa prosessorin tyyppin sekä moduulien ja mediamuuntimien tyyppit
- kenttälaitteet, jotta nähdään, mitä laitteita kentällä on, ja että ne ovat valvojaorganisaation hyväksymiä
- ajantasaiset kytkentäkuvat, jotta järjestelmään voidaan tehdä muutoksia. Muun muassa jännitteisten laitteiden vaihdon helpottamiseksi myöhemmällä ajankohdalla
- itselleluovutusraportit, joista tarkastetaan, että urakoitsija on koestanut kaikki järjestelmään sisältyvät laitteet.

Venttiililuettelo on esitetty kuvassa 12 ja kytkentäkaavio on esitetty kuvassa 13.

RIVI Nro	LÄHTÖTIEDOT:				SUUNNITTELU:			VALINNAT:	VENTTIILI:			TOIMILAITTE:			VALMISTAJA:			ENERGIAL:		VER:	Paine-
	Laitetunnus	Asennus- paikka	2/3- tie	TYYPPI:	l/s	kPa	Kv	KÄYTTÖ	TYYPPI	DN	Kv	kPa	TYYPPI	Ajo- aika [s]	Isku [mm]	Venttiili / Toimilaite	l/s	kPa	Kv	A/B/C	ero%
1	LS1 TV1	KL. Käyttövesi	2	Ulkokierre	0,46	107	1,60	SIEM-KL	VVG549.15-1.6 + ALS152	15	1,6	107,12	SAT61.008/FX	8	5,5	Siemens				A	0 %
2	LS2 TV1	Lämm. Patteri	2	Ulkokierre	0,28	40	1,59	SIEM-KL	VVG549.15-1.6 + ALS152	15	1,6	39,69	SAS61.03/FX	30	5,5	Siemens					-1 %
3	LS3 TV1	KL. Ilmastointi	2	Ulkokierre	0,073	43	0,40	SIEM-KL	VVG549.15-0.4 + ALS152	15	0,4	43,16	SAS61.03/FX	30	5,5	Siemens					0 %
4	LS4 TV1	KL. Lattialämmitys	2	Ulkokierre	0,046	44	0,25	SIEM-KL	VVG549.15-0.25 + ALS152	15	0,25	43,88	SAS61.03/FX	30	5,5	Siemens					0 %
5	LS1 TV2	KL. Käyttövesi	2	Ulkokierre	1,15	108	3,98	SIEM-KL	VVG549.20-4K + ALS202	20	4	107,12	SAT61.008/FX	8	5,5	Siemens				A	-1 %

Kuva 12. Venttiililuettelo.

Portti: 3	Moduuli: 1	AI 8	Jännite		Kaapeli			Keskus / Laite	
			Liitin	Johdin	Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	Tyyppi	
1	PK6-PF1_PDE01_M Poistopuhallin PK6-PF1, Kanavapaine		24V	2 or	PK6-PF1-PDE01 Nomak 2x2x0.5+0.5	2 or	UB+	Thermokon FX-DPE2500 LCD AZ	
		1	AI	1 or		1 or	AOU1		
		2	AI 0V	1 va		1 va	GND		
2	PK1_PDE01_M PK1 TK/PK, Poistokanava, Paine-ero, Poistolmas		24V	2 or	PK1-PDE01 Nomak 2x2x0.5+0.5	2 or	UB+	Thermokon FX-DPE2500 LCD AZ	
		3	AI	1 or		1 or	AOU1		
		4	AI 0V	1 va		1 va	GND		
3	PK1_TE16_M PK1 TK/PK, Huonelämpötila				PK1-TE16 Nomak 2x2x0.5+0.5			Fidelix FX-TER-NTC10	
		5	AI	1 or		1 or	1		
		6	AI 0V	1 va		1 va	2		
4	TE00_M Ulkolämpötila				VE00 Nomak 2x2x0.5+0.5			Thermokon Li65+ VV	
		7	AI	2 va		2 va	AOU2		
		8	AI 0V	1 va		1 va	GND		
5	VE00_M Ulkoilman valoisuus				VE00 Nomak 2x2x0.5+0.5			Thermokon Li65+ VV	
		9	AI	1 or		1 or	AOU1		
		10	AI 0V						
6	TK03_TE10_M Tuloilma lämpötila				TK03-TE10 Nomak 2x2x0.5+0.5			Fidelix FX-TED-NTC10	
		11	AI	1 or		1 or	1		
		12	AI 0V	1 va		1 va	2		
7	TK03_PDE01_M Poistoilma, paine		24V	2 or	TK03-PDE01 Nomak 2x2x0.5+0.5	2 or	UB+	Thermokon FX-DPE2500 LCD AZ	
		13	AI	1 or		1 or	AOU1		
		14	AI 0V	1 va		1 va	GND		
8	TK04_TE10_M Tuloilma lämpötila				TK04-TE10 Nomak 2x2x0.5+0.5			Fidelix FX-TED-NTC10	
		15	AI	1 or		1 or	1		
		16	AI 0V	1 va		1 va	2		

Kuva 13. FxConnectilla tulostettu kytkentäkaavio ala-aseman pistetietokannasta.

## 10 Sisäinen luovutus

Sisäisen luovutuksen tarkoituksena on saada projektinhoitaja ja huoltohenkilöstö keskustelemaan keskenään projektin sisältämisestä asioista sekä mahdollisista ongelmista, joita voi ilmetä huoltojen yhteydessä. Projektinhoitajan tehtävä on luoda projektille mahdollisimman helppo siirtyminen projektiosastolta huolto-osastolle. Urakka luovutetaan urakointivaiheen jälkeen sisäisesti Fidelixin huololle. Huollon asentajat ottavat vastuun kohteen takuuajan huolloista sekä mahdollisten vikaantuvien laitteiden vaihdoista.

Sisäisen luovutuksen yhteydessä projektinhoitaja luovuttaa huoltohenkilökunnalle urakan sisältämät ohjelmistot sekä grafiikat eli FxEditor-projektin, joka sisältää uusimmat ohjelmistot kohteeseen. Projektinhoitaja antaa huoltohenkilökunnalle käyttöön tekemänsä luovutusmateriaalit, joita huoltohenkilökunta hyödyntää huoltokäynneillään. Näiden lisäksi projektinhoitajan tulee luoda IP (internet protokolla) -arkkitehtuuri listaus, jossa on eriteltyinä valvontajärjestelmän IP-avaruus alakeskuksittain. IP-arkkitehtuurissa tulee myös näkyä ulkopuolisten laitteiden IP-osoitteet sekä mediamuuntimien IP-osoitteet.

## 11 Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli luoda yhtenäinen ja selkeä ohje automaatiourakan vastaanottoprosessiin, jota projektinhoitajat käyttäisivät omissa projekteissaan. Urakan vastaanottomenettely on hyvin monipuolinen prosessi, joka vaatii kaikilta urakoitsijoilta avoimuutta sekä yhteistyökykyä, jotta urakka voidaan vastaanottaa hyväksytysti tilaajan puolesta.

Dokumentaatio on vastaanoton vaiheissa erittäin kriittistä, jotta ei tehdä turhaan samoja asioita moneen kertaan ja näin tuhjata omaa eikä muiden urakoitsijoiden aikaa. Virheellinen dokumentaatio vastaanoton aikana tuhlaa projekti- sekä valvontaorganisaation resursseja.

Haastavuutta vastaanotossa tuo erityisesti nopea aikataulu urakan loppuvaiheessa sekä yhteistyökyvyttömät urakoitsijat, jotka laiminlyövät velvollisuuksiin muiden urakoitsijoiden urakoihin liittyen sekä omiin urakoihinsa liittyen, jotka vaikuttavat muiden urakoitsijoiden mahdollisuuksiin suorittaa omat velvoitteensa. Tämä voi johtaa tilanteeseen, että vastaanotto myöhästyy suunnitellusta ajankohdasta, jolloin tilaaja vaatii urakoitsijoilta sakkoja urakan sopimukseenmukaisten aikataulujen rikkomisesta.

Opinnäytetyöprosessin aikana tuli erinäisiä haasteita, koska omat projektit olivat vastaanottovaiheessa ja näiden vaiheiden välillä syntyi eroja, jotka hankaloittivat opinnäytetyön kirjoitusta. Opinnäytetyöstä saatiin kuitenkin yhdenmukainen ja selkeä ohje, joka pätee kaikkien automaatiourakoiden vastaanottoprosesseihin suurimmilta osin.

## Lähteet

- 1 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto.
- 2 YSE-opas urakoitsijoille. 2019. Verkkoaineisto. INFRA ry. <<https://www.rt.fi/globalassets/infra/julkaisuja/2019/yse-opas-21-2-2019.pdf>>. 21.2.2019. Luettu 12.4.2023.
- 3 Rakennuksen takuuajan tarkastukset. Verkkoaineisto. Sitowise. <<https://www.sitowise.com/fi/tutkimukset-ja-mittaukset/kiinteistojen-kuntoarviot-ja-tutkimukset/rakennuksen-takuuajan-tarkastukset>>. Luettu 28.4.2023.
- 4 Renkola, Johanna. 2020. Mitä tulee huomioida rakennusurakan loppuselvityksen oikeusvaikutuksista? Verkkoaineisto. Tampereen kauppamari-lehti. <<https://tampereenkauppamari-lehti.fi/fi-fi/article/laki-talous/mita-tulee-huomioida-rakennusurakan-loppuselvityksen-oikeusvaikutuksista/867/#:~:text=Taloudellista%20loppuselvityst%C3%A4%20koskevien%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ysten%20tarkoitussena,saada%20aikaan%20kokonaisselvittely%20sopijapuolten%20v%C3%A4lill%C3%A4.>>. 9.10.2020. Luettu 28.4.2023.
- 5 Fidelix ohjelmointimanaali. 2022. Yrityksen sisäinen aineisto. Fidelix Oy.
- 6 Varonen, Teemu. 2023. Talotekniikka-asiantuntija, Espoon asunnot, Espoo. Toimintakokeet työmaalla 24.5.2023.
- 7 Rakennusten kaukolämmitys. 2020. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <[https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1\\_2020\\_Energiateollisuus\\_ry\\_%28paiv.\\_20201119%29.pdf](https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1_2020_Energiateollisuus_ry_%28paiv._20201119%29.pdf)>. 2020. Luettu 23.8.2023.
- 8 Blackout-testi, mitä se tarkoittaa ja miksi se on niin tärkeä. Verkkoaineisto. Dieselvoima. <<https://www.dieselvoima.fi/blackout-testi/>>. Luettu 18.5.2023.
- 9 Ilvonen, Saku. 2022. Ryhmäpäällikkö, Fidelix, Helsinki. blackout-testi työmaalla 15.10.2022.
- 10 Forsström, Niklas 2022. Projektinjohtaja, Fidelix, Helsinki. Käytönopastus työmaalla 12.9.2022.
- 11 Takuutarkastuksen pöytäkirja. YSE. 1998. RT 80273. Rakennustieto.

# Takuutarkastuksen pöytäkirja

**RT**<sup>®</sup>**RT 80273**

1 (3)

## TAKUUTARKASTUKSEN PÖYTÄKIRJA. YSE 1998 ASIAKIRJA

korvaa RT 80213

tarkistettu, muuttamaton,  
2. painos, syyskuu 2016

*Tämä pöytäkirjalomake ja lomake RT 80273 Viiteluettelo liittyvät toisiinsa ja  
niissä on otettu huomioon Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998  
(RT 16-10660, LVI 03-10277, Ratu 417-T, KH X4-00241).*

**Hanke Nro****Rakennuskohde**  
tai sen osa, urakan kohde  
tai sen osa**Tarkastus**  
Tarkastuksen päivämäärä  
Tarkastuksen kohde**Rakennuttaja tai tilaaja****Pääurakoitsija****Sivu-urakoitsijat****Muut sopimusosapuolet****Käyttäjät****1 Alka****2 Paikka****3 Läsnä**

- rakennuttajan/tilaajan edustajat
- käyttäjän edustajat
- pääurakoitsijan edustajat
- sivu-urakoitsijoiden edustajat
- muut

#### 4 Takuutarkastuksen suorittajat

#### 5 Puheenjohtaja

#### 6 Sihteeri

#### 7 Takuutarkastuksen sopimuksenmukaisuus

- toimituksen pyytäminen
- toimituksen määräaikaaisuus
- takuusajat (katso vastaanottotarkastuksen pöytäkirjan kohta 18)
- työntuloksen vastaanottamisen toteaminen (katso vastaanottotarkastuksen pöytäkirjan kohta 16)

#### 8 Takuutarkastuksen laajuus

#### 9 Ennakkoon suoritettut tarkastukset

- mahdolliset säädösten tai sopimusten mukaiset tarkastukset yksilöityinä kuten takuusajan välitarkastukset

#### 10 Tarkastuksen tulos

- Urakoitsijan vastattavat virheet
- viittaus liitteisiin
  - työn suorittajan lausunto virheistä
  - korjausaika
- Virheet, jotka eivät aiheuta seuraamuksia urakoitsijalle

#### 11 Muissa tarkastuksissa takuutarkastukseen jätetyt muistutukset

## 12 Takuuajan huoltojen ja muiden toimenpiteiden suorittaminen

### 13 Jälkitarkastukset

- ajankohdat
- tarkastettavat virheet
- osanottajat

### 14 Miellipide-eroavuudet, vaatimukset ja vastineet

- miellipide-eroavuudet yksilöityinä
- toimenpiteet miellipide-eroavuuksien ratkaisemiseksi

### 15 Takuuajan vakuuden palauttaminen

### 16 Muut asiat

### 17 Pöytäkirjan tarkistaminen ja allekirjoittaminen

Pakka ja aika

Allekirjoitukset ja nimen selvennykset

Litteitä