



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juha Ollula

Rakennusautomaation itselleluovutus- ohjeistus asunto-osakeyhtiössä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

19.8.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Juha Ollula Rakennusautomaation itselleluovutusohjeistus asunto-osakeyhtiössä 39 sivua + 1 liitettä 19.8.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Kristian Junno myyntipäällikkö Walteri Rantanen
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena koota yhteen kerrostalossa olevien rakennusautomaatiolaitteiden testaus-, eli itselleluovutusmenetelmät Fidelix Oy:n työntekijöille. Työssä perehdyttiin itselleluovutus prosessiin ja sen toimenpiteisiin kenttälaittekohtaisesti. Työssä hyödynnettiin kirjallisuus- ja haastattelututkimusta.</p> <p>Työssä esiteltiin rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne ja Fidelix Oy:n rakennusautomaatiojärjestelmä osakohtaisesti. Työssä näytettiin myös yleisimmin käytettävät kenttälaitteet yksityiskohtaisesti ja näistä jokaisesta kerrottiin laitekohtainen itselleluovutus ja sen dokumentointi.</p> <p>Insinöörityön lopputuloksena valmistui selkeä ohjeistus itselleluovutuksesta, jota voi hyödyntää uusien työntekijöiden kanssa.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, rakennusautomaatiojärjestelmä, kenttälaitte, itselleluovutus, toimintakoe

Author Title	Juha Ollula Building Automation Handover Instructions in a Housing Company
Number of Pages Date	39 pages + 1 appendix 19 August 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation technology
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Kristian Junno, Senior lecturer Waltteri Rantanen, Sales manager
<p>The aim of this bachelor's thesis work was to describe the testing method of field devices integrated to building management system in apartment house in general. The thesis was created as a guide for new project managers.</p> <p>The information was collected from literature of building automation review and by interviewing Fidelix PLC experienced project managers about the testing methods of field devices. The structure of building management system is introduced in hierarchy levels in general by focusing on the structure of Fidelix building management system. The bachelor's thesis examines the testing method process for generally used field devices in apartment buildings.</p> <p>As the result of this thesis work, handover instructions of building automation were created. Before this project, employees learned about handover methods and field device testing by the assistance of more experienced workers. Previously there were no collected instructions of how to take care of handovers. This thesis provides assistance to new employees coming into the industry.</p>	
Keywords	building automation, building automation system, field device, handover, functional test

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
	Tutkimuksen tausta	1
	Työn rajaus	1
	Tutkimusmenetelmät	2
	Fidelix Oy	2
2	Rakennusautomaatio	2
	2.1 Rakennusautomaatio	3
	2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	3
	Kenttälaitetaso	4
	Automaatiotaso	5
	Hallintotaso	5
	Kaapelointi	6
	2.3 Fidelix:n rakennusautomaatiojärjestelmä	6
	Keskusyksikkö	6
	Käyttöpaneeli	7
	Multilink Mediamuunnin	8
	I/O moduulit	9
	2.4 Kenttälaitteet	11
	2.4.1 Lämmönjakokeskus	11
	2.4.2 Ilmanvaihtokone	14
	2.4.3 Asunnot	18
3	Itselleluovutusmenetelmät	19
	3.1 Kenttälaitteiden ja prosessien itselleluovutus	20
	Passiiviset anturit, lämpötila-anturi ja mittauslaitteet	20
	Toimilaitte, venttiilimoottori	23
	Taajuusmuuttaja	23
	Jäätymisvaaratermostaatti	25
	Vesimittari	25
	3.2 Itselleluovutuksen dokumentointi	26

4	Johtopäätökset	27
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Itselleluovutuspöytäkirja	

Lyhenteet

AI	Analog Input. Analoginen tulosignaali.
AO	Analog Output. Analoginen lähtösignaali.
as. oy	Asunto-osakeyhtiö.
AU	Automaatiourakoitsija.
CPU	Central Processing Unit. Keskusyksikkö.
DI	Digital Input. Digitaalinen tulosignaali.
DO	Digital Output. Digitaalinen lähtösignaali.
EC	Electronically Commuted. Elektronisesti kommutoitu.
HMI	Human Machine Interface. Ihmisen ja koneen välinen rajapinta.
I/O	Input/Output. Sisääntulo/ Ulostulo.
IU	Ilmastointiurakoitsija.
IV	Ilmanvaihto.
IV-kone	Ilmanvaihtokone.
LJP	Lämmönjakopaketti.
LTO	Lämmön talteenotto.
LVIS	Lämpö, vesi, ilma, sähkö.

NAT	Network Address Translation. Osoitteenmuunnos.
NC	Normally Closed. Avautuva kosketin.
NO	Normally Open. Sulkeutuva kosketin.
ORM	Object-relational mapping. Oliomallin mukaisen esityksen kuvaus relaatiomallin mukaiseksi esitykseksi.
RAU	Rakennusautomaatio.
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
VAK	Valvonta-alakeskus.

1 Johdanto

Tutkimuksen tausta

Rakennusautomaatiojärjestelmien näkyvyys tilan käyttäjille asunto-osakeyhtiöissä on kasvussa. Rakennusautomaatiojärjestelmään liitettävien laitteiden määrän laajentuessa, rakennusautomaatiourakoitsijan työmäärä kasvaa. Työmäärän kasvu korostaa rakennusvaiheen loppupuolella tehtävää itselleluovutusta, eli oman työn tarkastusta ja dokumentointia.

Opinnäytetyön tarkoitus on perehtyä itselleluovutus prosessiin ja sen toimenpiteisiin kenttälaittekohtaisesti. Työn tarkoituksena on tuottaa yksityiskohtaiset ohjeet työntekijöille laadukkaasta itselleluovutuksesta asunto-osakeyhtiössä (as.oy).

Itselleluovutus on olennainen osa laadukkaasti toteutettua rakennusautomaatioprojektia. Itselleluovutuksessa rakennusautomaatiourakoitsija testaa rakennusautomaation liitettävien prosessien sekä kenttälaitteiden toimivuuden ja dokumentoi testaukset itselleluovutus pöytäkirjaan.

Työn rajaus

Työn itselleluovutusprosessin tarkastelu rajataan koskemaan asunto-osakeyhtiötä, jossa on kaukolämmön lämmönjakopaketti (LJP), keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä (IV), huippuimuri ja huoneistokohtaiset vesimittarit.

Opinnäytetyö rajataan käsittelemään edellä esitettyjen lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähköprosessien (LVIS) rakennusautomaatiourakoitsijan suorittamaa itselleluovutusta.

Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä hyödynnetään kirjallisuustutkimusta ja haastattelututkimusta. Kirjallisuustutkimuksessa käsitellään rakennusautomaatiojärjestelmän rakennetta syventyksen kenttälaitteisiin ja niiden tekniseen toimintaan osana LVI-prosessia.

Kenttälaittekohtainen perehtyminen tarkoittaa syventymistä edellä esitettyjen järjestelmien kenttälaitteiden toiminnan varmistamisen menetelmiin kenttälaitte- ja automaatiotasoilla, sekä toiminnan dokumentointiin ja dokumentoinnin työkaluihin.

Haastattelututkimuksessa haastateltiin kahta yrityksen kokenutta projektipäällikköä kokemukseen perustuvan tiedon saamiseksi. Haastattelututkimus käytiin sähköpostin välityksellä, missä pyrittiin löytämään parhaat menetelmät kenttälaitteiden itselleluovutukseen.

Fidelix Oy

Opinnäytetyö tehdään Fidelix Oy:lle. Fidelix Oy on vuonna 2002 perustettu rakennusautomaatioalan yritys, joka toteuttaa rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmä ratkaisuja. Vuonna 2018 Fidelix Oy:n liikevaihto oli 27 m€. Fidelix Oy:n pääkonttori ja tuotekehitys sijaitsevat Vantaalla, muita aluekonttoreita Suomessa on 14, jonka lisäksi Ruotsissa on tytäryhtiö Fidelix Sverige AB. Fidelix teknologialla on toteutettu yli 10 000 automaatioprojektia. Fidelix teknologiaa käytetään mm. asuin- ja toimistorakennuksissa, kouluissa, teollisuusrakennuksissa, logistiikkakeskuksissa ja sairaaloissa. < <https://www.fidelix.fi/>>.

2 Rakennusautomaatio

Tässä luvussa käsitellään rakennusautomaation (RAU) toimintaa ja rakennetta. Rakennusautomaatioon perehdytään käsittelemällä RAU-järjestelmää hierarkkisina tasoina,

jotka käsitellään yksityiskohtaisesti. Luvussa esitellään myös Fidelix Oy:n rakennusautomaatiojärjestelmä ja tyypillisesti käytettävät kenttälaitteet.

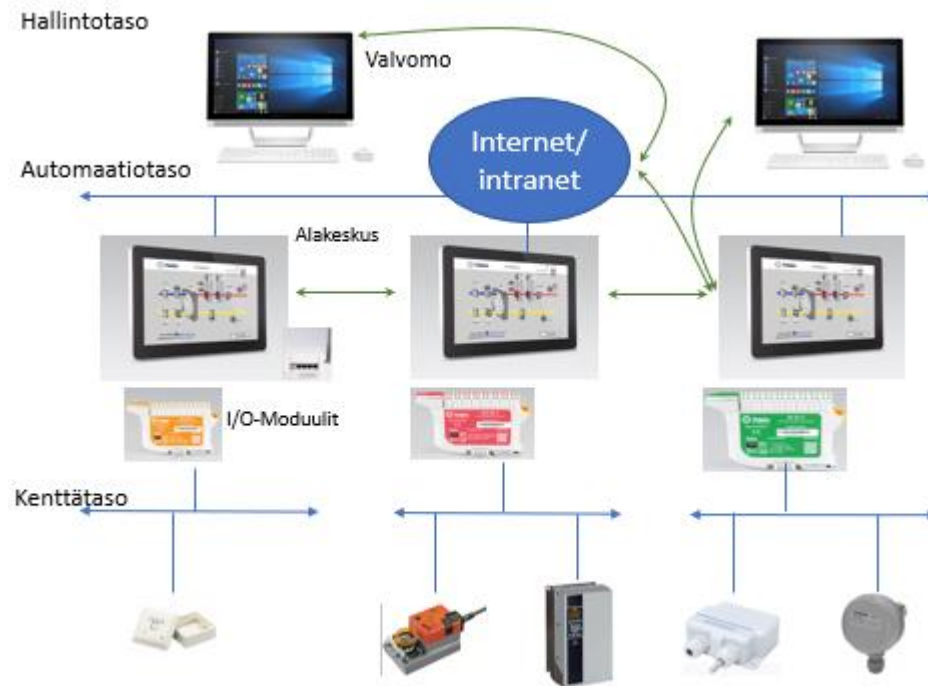
2.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, hälytys-, valaistus- ja valvontajärjestelmien automaattista ohjausta ja seuranta. Rakennusautomaatiolla pyritään helpottamaan kiinteistönhallintaa ja -huoltoa tekemällä mittauksista ja säädöistä autonomisia. Kiinteistönhuollosta vastaavan henkilön ei tarvitse käydä tekemässä säätöjä manuaalisesti, vaan automaatio hoitaa kiinteistön LVIS-prosessien seurannan ja tekee sen pohjalta tarvittavat säätötoimenpiteet energiatehokkaasti huomioiden tilan käytölle asetetut ehdot.

Rakennusautomaation valvonta-alakeskukseen (VAK) integroidaan usein myös muita turva- ja kiinteistönhallintajärjestelmiä, kuten palonilmaisu-, savunpoisto- ja kulunvalvontajärjestelmät. [Härkönen ym., 2012.]

2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä muodostuu kolmesta tasosta, joilla kaikilla on oma tehtävänsä järjestelmässä. Ylimmällä tasolla hierarkiassa on valvomot (paikallinen tai pilvi-valvomo), keskimmäisen tason muodostavat alakeskukset ja alimman tason muodostaa kenttälaitteet. Järjestelmän hierarkkinen rakenne on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kuva 1. Rakennusautomaation hierarkiatasot (mukailen Bamberg ym., 2008: 12).

Kenttälaitetaso

Kenttälaitetasolla tarkoitetaan pääasiassa mitta- ja toimilaitteita. Anturit välittävät tietoa prosessin tilasta ja olosuhteista, esimerkiksi huoneen lämpötilasta. Anturista tieto välittyy alakeskukseen (automaatiotaso), jossa ohjelma vertaa saatuja tietoja sille asetettuihin arvoihin ja säättää toimilaitetta siten, että haluttu arvo saavutetaan. Mittalaitteita ovat esimerkiksi kosteus-, lämpötila- ja paineanturit. Toimilaitteita ovat esimerkiksi peltimoottorit, taajuusmuuttajat ja venttiilimoottorit. [Härkönen ym., 2012: 95.] Kuvissa 2 ja 3 on esitetty tyypillisiä kenttälaitteita.



Kuva 2. Belimon NMC24A-MF peltimoottori (https://www.belimo.fi/pdf/e/NMC24A-MF_datasheet_en-gb.pdf).



Kuva 3. Produal VPL 16-N painelähetin (http://www.produal.com/fi/shop/web_water_pressure_transmitters/sku-1134050#dataSheet).

Automaatiotaso

Automaatiotaso muodostuu itsenäisistä alakeskuksista ja niihin liitetyistä Input/Output- (I/O) moduuleista. Alakeskus sisältää graafisen käyttöliittymän ja ohjelmakoodit, jotka ohjaavat keskuksen liitettyjen I/O-pisteiden kautta prosesseja, kuten IV-koneita. Kentälaitteet liitetään automaatiotasoon kaapeloinnilla tai vaihtoehtoisesti langattomasti. [Härkönen ym., 2012: 94.]

Hallintotaso

Hallintotasolla tarkoitetaan kiinteistökohtaisia ja tai etänä olevia PC-koneita, joilla voidaan seurata, ohjata ja kerätä tietoa RAU-järjestelmästä [Kastner ym., 2005].

Tyypillisesti asunto-osakeyhtiö liitetään myös huoltoyhtiön pilvivalvomoon, mikä mahdollistaa asunto-osakeyhtiön ennakoivan huollon.

Kaapelointi

Kaapeloinnilla yhdistetään rakennusautomaation kenttälaite-, automaatio- ja hallintotaso yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmien välillä olevien erojen vuoksi kaapelointi pitää toteuttaa järjestelmätoimittajan ohjeiden mukaisesti, sillä kaapelointiohjeistus voi vaihdella. Kaapelityypit, joita käytetään yleisimmin ovat.

- mittauslähettimet, esimerkiksi painelähetin: NOMAK 2 x 2 x 0,5
- passiiviset anturit, esimerkiksi lämpötila-anturi: NOMAK 2 x 2 x 0,5
- hälytykset ja indikoinnit: NOMAK 2 x 2 x 0,5
- toimilaitteet, jonka käyttöjännite 24 VAC: NOMAK 2 x 2 x 0,5
- toimilaitteet, jonka käyttöjännite 230 VAC: MMJ/MMO
- 230 VAC ohjaukset: MMJ/MMO. [Härkönen ym., 2012: 134.]

2.3 Fidelix:n rakennusautomaatiojärjestelmä

Keskusyksikkö

Rakennusautomaatiota ohjataan CPU (Central Processing Unit) avulla. Fidelix Oy:n järjestelmä käyttää keskusyksikkönä FX-3000-C Keskusyksikköä. FX-3000-C:ssa laitteiden välinen kommunikointi on mahdollista BACnet-, Modbus-, M-Bus- sekä UDP/TCP-protokollan avulla. Vapaasti ohjelmoitavassa keskusyksikössä on sisäänrakennettu NAT (Network Address Translation) Reititin ja web-palvelin. Keskusyksikön avulla hallitaan kiinteistön ohjaukseen käytettäviä I/O-pisteitä. Keskusyksikkö FX-3000-C on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Keskusyksikkö FX-3000-C (https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C_FI.pdf).

Käyttöpaneeli

Fidelix Oy käyttää VAK:ssa FullHD-resoluutiolla ja HMI-(Human Machine Interface) Android-käyttöjärjestelmällä varustettua VISIO-15-C kosketusnäyttöä. Visio-15-C-näytön kautta voidaan ohjata kaikkia kiinteistön FX-3000-C keskusyksiköitä Wi-Fi: n (Wireless Fidelity) tai Ethernetin kautta. VISIO-15-C on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. VISIO-15-C kosketusnäyttö (<https://www.fidelix.fi/tuotteet/>).

Multilink Mediamuunnin

Fidelixin Multilink-protokollamuunnin on hyödyllinen ja monipuolinen laite, jolla voidaan yhdistää helposti M-Bus-, Modbus-, Ethernet ja RS-232- liittymiä käyttävät laitteistot. Multilink:stä löytyy myös web-palvelin muokattavine HTML-sivuineen, joihin pääsee helposti tavallisella selaimella. Sivujen kautta pystytään helposti tarkastelemaan, ohjaamaan ja muokkaamaan väylään kytkettyjä järjestelmiä. Multilink:stä löytyy yksi Modbus RTU – RS485 portti, kaksi M-bus- tai Modbus-sarjaporttia, TCP/IP- Ethernet-portti ja µSD-muistikortinlukija. Fidelix Multilink-mediamuunnin on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Multilink-mediamuunnin (<https://www.fidelix.fi/tuotteet>).

I/O moduulit

I/O-pisteet jaetaan DO (Digital Output), DI (Digital Input), AO (Analog Output) ja AI (Analog Input) pisteisiin. Kenttälaitteet ovat kytketty I/O-moduuleihin, jotka ovat kytketty CPU:hun, jonka kautta laitteiden välinen kommunikointi tapahtuu. Kaikissa moduuleissa on dip-kytkin, jonka avulla määritellään kullekin moduulille oma modbus osoite. <https://www.fidelix.fi/tuotteet/>.

DO eli digitaalista ulostulomoduaalia käytetään laitteiden ohjaukseen. DO-moduulissa on kahdeksan vaihtokosketinreleellistä kanavaa. Kaikilla kanavilla on kaksi yhteistä kontaktia, yksi normaalisti avoin kontakti (NO) ja yksi normaalisti suljettu kontakti (NC). Kullekin kanavalle voidaan asettaa pysymään sama ulostuloarvo, tai ohjelmoida se vaihtumaan toiseen arvoon, jos keskusyksikön ja moduulin välisessä yhteydessä tapahtuu katkos. <https://www.fidelix.fi/tuotteet/>.

DI eli digitaalista sisääntulomoduaalia käytetään impulssimittaukseen, hälytysignaalien ja potentiaalivapaiden kärkitietojen lukemiseen. DI-moduulissa on 16 digitaalista sisääntuloa. 16 pisteen indikointityypit konfiguroidaan CPU:n ohjelmoinnissa halutunlaisiksi. Mittaustyyppiksi valitaan "laskuri" impulssimittausta varten ja hälytyspiste hälytyksiä varten. Kaikilla kanavilla on oma LED-merkkivalo, joka ilmoittaa kunkin kanavan tilan. Vih-

reä valo palaa kanavan ollessa aktiivinen. Hälytyspisteeksi ohjelmituna merkkivalo palaa punaisena yhtäjaksoisesti tai vilkkuen. Punainen vilkkuva valo tarkoittaa kuittaamattomia aktiivista hälytystä ja yhtäjaksoisesti punaisena palava valo kuitattua aktiivista hälytystä. <<https://www.fidelix.fi/tuotteet/>>.

AO eli analogista ulostulomoduulia käytetään jänniteohjaussignaalien tuottamiseen. Kahdeksan kanavaa ovat oikosulkusuojattuja, erikseen määritettävissä ja niiden ulostulojännite on valittavissa 0–10 V:n väliltä. Kanaville voidaan määrittellä turva-arvot tietoliikennekatkoksen varalta. <<https://www.fidelix.fi/tuotteet/>>.

AI:lta analogista sisääntulomoduulia käytetään lukemaan passiivisten ja aktiivisten anturien lähettämää signaalia. Kaikki kahdeksan kanavaa voidaan määrittellä erikseen lukemaan tietoja virtaussilmukoista, resistiivisistä antureista, jänniteviesteistä ja digitaalisista indikointipisteistä. Fidelix:n CPU:n pisteohjelmoinnissa valitaan haluttu mittaustyyppi valitsemalla oikea muunnostaulukko. FDX Compact-sarjan värikoodatut moduulikorit on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. FDX Compact sarjan moduulikorit (<<https://www.fidelix.fi/tuotteet/>>).

2.4 Kenttälaitteet

Tässä luvussa käsitellään aiemmin esitettyä kenttälaitetasoa perehtymällä tyypillisiin LVI- prosesseihin ja siihen vaikuttaviin kenttälaitteisiin yksityiskohtaisesti.

2.4.1 Lämmönjakokeskus

Lämmönjakokeskus on laitekokonaisuus, joka koostuu lämmönsiirtimistä, ensiö- ja toisiopuolesta, paisuntalaitteista, käyttövesi- ja lämmitysvesiverkostoista. Lämmönsiirtimet siirtävät lämpöä ensiöpuolelta kiertävästä kaukolämpövedestä toisiopuolelle, jossa kiertää kiinteistön oman verkoston vesi. [Rakennuksen kaukolämmitys määräykset ja ohjeet 2003:2.].

Kiinteistön lämmönjakokeskus on merkittävässä asemassa rakennuksen toiminnan kannalta. Keskukselle saapuvalla kaukolämmöllä lämmitetään kiinteistön käyttöveden lisäksi kiinteistön lämmitysverkoston vedet. Kiinteistölle menevä kaukolämpö on 65– 115 °C ja palaava kaukolämpövesi on 40–60 °C. [Rakennuksen kaukolämmitys määräykset ja ohjeet 2003:2.].

Lämpötila-anturit

Lämmönjakokeskuksen lämpötilanmittaukseen käytetään lämmitysverkostojen meno- ja paluupuolella Fidelixin FX-TEW-NTC10-lämpötila-anturia. Anturi on suunniteltu jäähdytys- ja lämmitysverkostojen lämpötilan mittaamiseen. Mittaukseen käytetään NTC10- termistorielementtiä, jonka nimellisvastus on 10 k Ω /25 °C. Mittausalue on -50–120 °C ja anturin kytkentäkotelo on alumiinia. [Fidelix Oy.2009.Fidelix FX-TEW-NTC10.]

Käyttöveden lämpötilan mittauksessa käytetään Pro dual:n TENA NTC10 – lämpötila-anturia. Mittaukseen käytetään NTC10–termistorielementtiä, jonka nimellisvastus on 10 k Ω /25 °C. Mittausalue on -50–120 °C ja anturin kytkentäkotelo on lämmönkestävää muovia. TENA NTC10-anturia käytetään käyttöveden anturina sen nopean reagoinnin vuoksi. [Pro dual.2013. Käyttöveden lämpötila-anturi TENA NTC10 <http://www.pro-dual.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175050#dataSheet>]

Käyttöveden lämpötila pystytään pitämään oikeassa lämpötilassa luomalla CPU:n piste-ohjelmoinnissa säätöohjelma, joka pitää lämminkäyttövesiverkoston menoveden lämpötilan asetusarvossa ohjaamalla käyttövesiverkoston säätöventtiiliä. Säätöohjelma vastaanottaa käyttövesiverkoston lämpötila-anturin mittaustietoa ja pyrkii pitämään sen halutussa arvossa takaisinkytkemällä tiedon säätöventtiilille. Produalin TENA NTC 10 on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Produal TENA NTC 10, Käyttöveden lämpötila-anturi. (Produal.2013. Käyttöveden lämpötila-anturi TENA NTC10 <http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175050#dataSheet>).

Veden painelähetin ja paine-erolähetin

Lämmönjakokeskuksen vesiverkoston painemittauksissa käytetään paine- ja paine-erolähettiminä Produalin VPL 16- ja VPEL 4.0/6.0-kenttälaitteita. VPL 16:sta painetta mitataan keraamisella anturielementillä, jonka sallittuja väliaineita ovat glykoli, vesi, öljy ja ilma. Kytchentäkotelo on lämmönkestävää muovia ja kostuvat osat ovat ruostumatonta terästä. Mittausalue on valittavissa käyttöönotossa S1- ja S2- jumpperien muutoksilla 0-16 barin väliltä. VPEL 4.0/6.0 lähettimellä voidaan mitata ali- ja ylipainetta tai paine-eroa. Lähettimessä voidaan valita mittausalueeksi H tai L ja lähtöviestiksi 4...20 mA tai 0...10V. Mittausalue L on 0...4 baria ja H on 0...6 baria. Kuvissa 9 ja 10 on esitetty VPL 16 painelähetin näytöllä ja ilman näyttöä, ja VPL16 mittausalueen valinta S1- ja S2-jumpperien muutoksilla. Kuvassa 11 on Produalin VPEL paine-erolähetin.



Kuva 9. Pro dual VPL 16 painelähetin näytöllä ja ilman näyttöä. (http://www.pro-dual.com/fi/shop/web_water_pressure_transmitters/sku-1134050#dataSheet).

Mitta-alueen valinta:

S1	S2	Alue (bar)
		0...2,5
		0...6
		0...10
		0...16

Kuva 10. S1- ja S2 jumpperien vaikutus mittausalueeseen. (http://www.pro-dual.com/fi/shop/web_water_pressure_transmitters/sku-1134050#dataSheet).



Kuva 11. Pro dual VPEL paine-erolähetin (<https://www.pakmelo.fi/wp-content/uploads/VPEL-Pro-dual.pdf>).

Venttiilimoottorit

Lämmönjakokeskuksen venttiilimoottoreina käytetään tyypillisesti Belimon toimilaitteita. Laitteet ovat toimintavarmoja, ja niiden asennus venttiiliin käy nopeasti yhdellä ruuvilla. Lämmityspiireissä käytetään hitaita 15 s:n tai 35 s:n toimilaitteita, mutta käyttövesiverkostossa käytetään erikoisnopeaa 9 s:n toimilaitetta. Erikoisnopea toimilaite tarvitaan, jotta pystytään reagoimaan nopeasti kiinteistön käyttövedenkulutukseen. Venttiiliin pitää pystyä pitämään ennalta asetettu lämpötila käyttövedellä ja samalla reagoida nopeasti käyttöveden tarpeen muutokseen. Kerrostaloissa jokaisen huoneiston vesipisteestä pitää tulla yhtä lämmintä vettä, riippumatta siitä onko kiinteistössä yksi vai kaikkien huoneistojen hanat auki. Toimilaitteiden ohjausviesti on DC 0...10 V, käyttövesiverkoston erikoisnopean toimilaitteen ohjausviesti on DC 2...10 V. Belimon erikoisnopea toimilaite LRQ24A-SR on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Belimo LRQ24A-SR-toimilaite (https://www.belimo.fi/pdf/fi/LRQ24A-SR_datasheet_fi-fi.pdf).

2.4.2 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneen (IV-kone) tehtävänä on poistaa poistoilmapuhaltimella rakennuksesta jäteilma ja siellä syntyneet hiukkasmaiset epäpuhtaudet ja tuoda tuloilmapuhaltimella puhdasta ilmaa hengitykseen. Koneellisesti toteutetun poisto- ja tuloilmanvaihdon

etuna on tuloilman suodatusmahdollisuus ja poistoilman lämmöntalteenotto (LTO). [Sisäilmayhdistys ry. Perustietoa sisäilmasta]

LTO-järjestelmän tarkoituksena on käyttää uudelleen poistoilmassa olevaa lämpöenergiaa rakennuksen lämmitykseen. Tuloilma- ja poistoilmakanavan välissä oleva lämmönsiirrin siirtää poistokanavan lämpöenergiaa lämmittämään tulokanavassa kulkevaa ilmaa. LTO-järjestelmät voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: kiekollinen LTO, kuutiollinen LTO ja nestekiertoinen LTO. [Bragge. 2017.]

Kiekollisessa LTO:ssa lämmennyt poistoilma kulkee pyörivän kennomaisen kiekon yläpuolen läpi ja kylmä ulkoilma kiekon alapuolen läpi. Kiekon pyöriessä lämpöenergia johdetaan kennosta lämpimästä kylmään ilmaan. Kiekollisen LTO:n hyötysuhde on 70–80 %. [Bragge. 2017.]

Kuutiollisessa LTO:ssa tulo- ja poistoilmakanavat risteävät LTO:n kohdalla ilman ilmapurkauksien koskettamista, tai sekoittumista toisiinsa. Lämpöä siirretään ohuiden metallilevyjen avulla takaisin tuloilman käyttöön. Kuutiollisesta LTO:sta käytetään myös nimitystä levylämmönsiirrin. [Bragge. 2017.]

IV-koneen nestekiertoisessa LTO:ssa lämmönsiirto toteutetaan kahden lämmönvaihtimen avulla. Toinen lämmönvaihdin sijoitetaan poistoilmakanavaan ja toinen tuloilmakanavaan. Vaihtimet yhdistetään toisiinsa kupariputkistolla ja putkistossa virtaa vesi-glykoliseos. [Bragge. 2017.]

Peltimoottorit

Ilmanvaihtokoneen peltimoottoreina käytetään tyypillisesti Belimon toimilaitteita. Toimilaitetta valittaessa pitää huomioida ilmanvaihtokanavien ja säädettävän pellin koko, jotta moottorin teho riittää säätämään kanavassa olevaa peltiä. Yhtenä vaihtoehtona voidaan käyttää esimerkiksi Belimon NM24A-SR toimilaitetta. Tämän mallin nimellisvääntömomentti on 10 Nm (Newtonmetriä) ja säädettävän pellin suurin sallittu koko voi olla 2 m². Belimon NM24A-SR kuvassa 13.



Kuva 13. Belimo NM24A-SR ilmastointipellin toimilaite (https://www.belimo.fi/pdf/fi/NM24A-SR_datasheet_fi-fi.pdf).

Ilman paine-erolähetin

Painelähettiminä ilmanvaihtokoneissa käytetään HK Instrumentsin DPT-R8-paine-erolähettimeä. Samalla laitteella voidaan mitata paine-eron lisäksi staattinen paine. Laitteessa on kahdeksan eri mittausaluetta ja laite on mahdollista valita selkeällä paikallinäytöllä. Ulostuloviestit ovat jännitteelle 0–10 V ja virralle 4–20 mA. DPT-R8 on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. HK Instruments DPT-R8 paine-erolähetin (<http://hkinstruments.fi/wp-content/uploads/2017/08/DPT-R8-Datasheet-Suomi-4.0.pdf>).

Lämpötila-anturi

Ilmanvaihtokoneen lämpötila-antureina lämpötilanmittaukseen käytetään Fidelix kana-anturia FX-TED-NTC10. Laite on teknisiltä ominaisuuksiltaan sama kuin FX-TEW-

NTC10-lämpötila-anturi, mutta tämä malli on suunniteltu mittaamaan kanavan lämpötilaa kanavayhteellään, jonka asennussyvyys on säädettävissä 50–230 mm välillä.

Taajuusmuuttajat ja EC-moottorit

Puhaltimina on mahdollista käyttää kahdenlaisia versioita, taajuusmuuttajalla varustettuja puhaltimia tai EC-moottorilla varustettuja (Electronically Commuted). EC-moottorit ovat hiljaisia taajuusmuuttajapuhaltimiin verrattuna. EC-moottoreissa on integroitu säädin, jonka avulla pyörimisnopeuden ohjaus suoritetaan. EC-moottorit yhdistetään automaatioon I/O-kytkennällä.

Taajuusmuuttajina käytetään tyypillisesti Danfossin taajuusmuuttajia. Taajuusmuuttajan koko määräytyy puhaltimen koon mukaan. Taajuusmuuttajien hankintaraja selviää työsuunnitelmista. Yleensä taajuusmuuttajat hankkivat IU (ilmastointiurakoitsija) tai AU (automaatiourakoitsija). Taajuusmuuttajista saadaan kerättyä enemmän informaatiota automaatiojärjestelmään, kuin EC-moottoreista. Taajuusmuuttajan kytkentä automaatiojärjestelmään toteutetaan I/O:na tai väyläkytkentänä tai vaihtoehtoisesti niiden yhdistelmänä.

Jäätymisvaaratermostaatti

Jäätymisvaaratermostaatti on varolaite, joka valvoo IV-koneissa lämmityspatterin paluupuolelle asennetun lämpötila-anturin lämpötilaa. Jäätymisvaaratermostaatin avulla pyritään estämään lämmityspiirin jäätyminen. Jäätymisvaaratermostaatissa on sisäänrakennettu elektroninen säätö, joka ohittaa automaation säädön, jos vesipiirin lämpötila on laskenut lähelle jäätymisvaaratermostaattiin asetettua hälytyspistettä. Termostaatti pysyy korjaamaan ennakkoon lämpötilan laskua, jos lämpötila on lähellä hälytyspistettä. Se ohittaa automaation säädön ja alkaa ”ajamaan” venttiilimoottoria auki asentoon, jotta piirin lämpötila nousisi. Jäätymisvaaratermostaatti on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Jäätymisvaaratermostaatti JVS 24 (http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110120#dataSheet).

Venttiilimoottorit

Venttiilimoottoreina käytetään edellä esitettyjä Belimon venttiilimoottoreita.

2.4.3 Asunnot

Vesimittarit

Vesimittareilla seurataan huoneistojen kylmän ja lämpimän veden kulutusta. Mittarityypinä käytetään Itron M-Bus vesimittareita. Itronin vesimittarit ovat luotettavia, häiriösuojattuja ja heti käyttövalmiita asennuksen jälkeen. Käyttövalmiuden varmistaa M-Bus laitteen sisäinen paristo, jonka avulla vesimittari kerää tietoa heti asennuksen jälkeen, vaikka sitä ei olisi kytketty rakennusautomaatiojärjestelmään. Pariston eliniäksi Itron lupaa 12 vuotta. Kylmän ja lämpimän vesimittarin erottaa mittarin värikoodista. Kylmävesimittari on sininen ja lämminvesimittari on punainen. Itronin lämminvesimittari M-Bus laitteella on kuvassa 16. [Kortelainen 2019.]



Kuva 16. Itron lämminvesimittari M-Bus laitteella varustettuna. (Kortelainen).

3 Itselleluovutusmenetelmät

Yleisten sopimusehtojen mukaan rakennusautomaatioprojektin hoitajan tulee tarkistaa ennen varsinaista vastaanottotarkistusta, että rakennusautomaatiotyöt on saatu valmiiksi ja että sopimuksen mukaiset vaatimukset valmiudelle täyttyvät. Tätä vaihetta projektissa kutsutaan itselleluovutukseksi.

Itselleluovutuksessa varmistetaan rakennuttajalle ja työn tilaajalle, että kaikki rakennusautomaatioon kuuluvat toiminnot varmasti toimivat suunnitellun mukaisesti. Itselleluovutus todennetaan parhaiten luovuttamalla tarkastuslista kohteen rakennusautomaatiotöiden valvojalle. Tarkastuslistassa käydään läpi RAU-toiminnot osajärjestelmittäin. Lämmönjakokeskus, IV-kone, poistopuhaltimet, erillispisteet jne. ovat eriteltyinä listalla. Listalta pystytään helposti katsomaan, onko kaikki osakohdat varmasti tehty ja tarkistettu. Tästä on suuri apu rakennusautomaatiotöiden projektinhoitajalle.

Itselleluovutus aloitetaan fyysisten pisteiden testauksella. Fyysisten pisteiden testauksella tarkoitetaan kentälaitteiden testausta toimilaitteen päästä. Aluksi laitteen kytkentä varmistetaan oikeaksi, jonka jälkeen laite testataan alaluvussa 3.1 esitetyllä tavalla. Tarkistuksessa käytetään kohteeseen luotua VAK-ohjelmaa apuna, jossa käyttöliittymältä

nähdään ohjelmallinen muutos testattavassa pisteessä. Fyysisten testausten jälkeen testataan ohjelmalliset toiminnot ja lukitukset simuloimalla erilaisia tilanteita. Itselleluovutuksen kannalta tärkeimpiä ovat palohälytyksen, IV-hätäpysäytyksen sekä palovaara- ja jäätymisvaarahälytyksien testaukset.

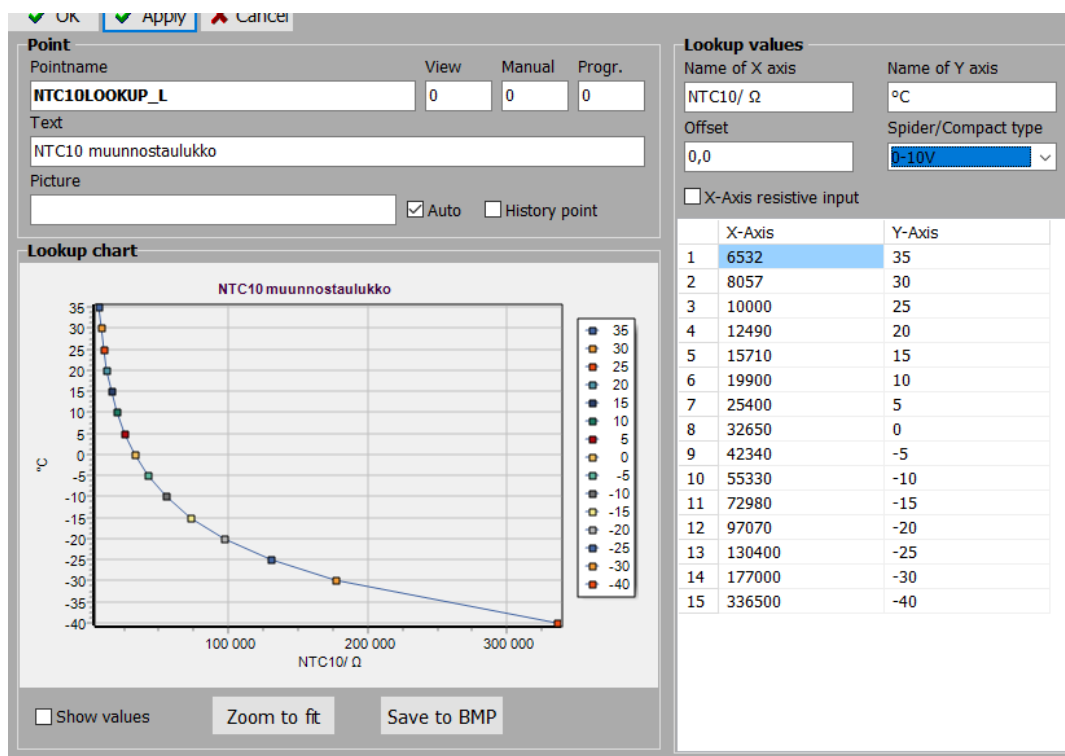
Laitteiden ja ohjelmien testauksella vältetään projektin luovutuksen jälkeen tapahtuvista korjauskäynneistä eli jälkiseurauksista. Välttymällä jälkiseurauksista, vältetään samalla kustannuksilta, joita aiheutuisi korjauskäynneistä ja työhön käytetystä ajasta. Samalla huonosti toteutettu kohde heijastuisi yrityksen maineeseen ja luotettavuuteen muiden alalla toimivien silmissä. (Härkönen ym., 2012: 41,213).

3.1 Kenttälaitteiden ja prosessien itselleluovutus

Tässä luvussa esitellään, miten kenttälaitteiden toimivuus testataan käytännössä ja näin varmistetaan siitä, että laite toimii. Testaukset voidaan suorittaa, kun kytkennät ovat suoritettu sekä kenttälaitte- että automaatiotasolla ja pääurakoitsija on antanut luvan testauksen aloittamiselle.

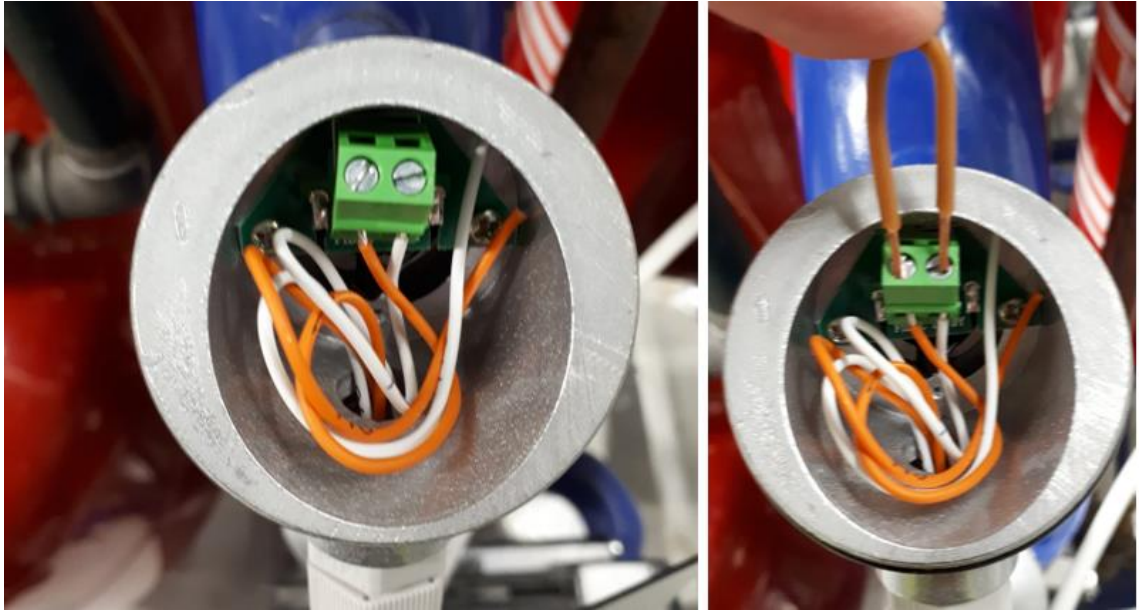
Passiiviset anturit, lämpötila-anturi ja mittauslaitteet

Ennen kuin lämpötila-anturi testataan, pitää VAK:n käyttöliittymästä olla valittuna oikea muunnostaulukko, jotta anturin mittaustulos saadaan käyttäjälle ymmärrettävään muotoon. Muunnostaulukossa. esim. jänniteviesti muunnetaan ymmärrettäväksi lukemaksi. Esimerkki NTC10 anturin muunnostaulukko kuvassa 17.



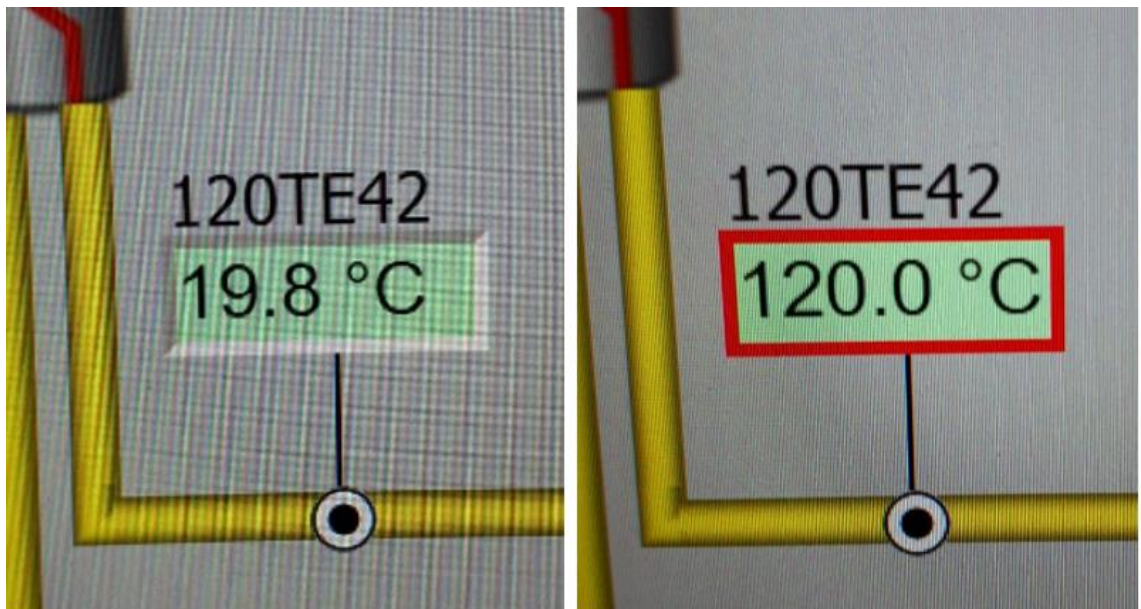
Kuva 17. NTC10-muunnostaulukkomalli.

Kun on varmistettu, että anturin lukema käyttöliittymässä on oikein, suoritetaan mittauspisteen jomppaus. Jomppauksella varmistetaan, että mittauspiste on kiinnitetty oikeaan kohtaan prosessin käyttöliittymässä. Jomppauksessa anturielementin pään avoin piiri yhdistetään toisiinsa, jolloin piiriin tulee oikosulku. Anturielementti ja -elementin jomppaus esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Anturielementti ja anturielementin jomppaus.

Käyttöliittymällä tämä nähdään testattavan anturin kohdalla niin, että lokeron reunoilla on punaiset reunat ja arvona on -120 °C . Punaiset kehukset ja arvo poistuu käyttöliittymästä, kun jomppaus puretaan. Esimerkki käyttöliittymällä nähtävästä tilanteesta ennen ja jälkeen jomppauksen esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Käyttöliittymällä näkyvä tilanne ennen ja jälkeen jomppauksen.

Painelähetin

Painelähettimen toiminta todetaan vertaamalla lähettimen antamaa lukemaa paikalliseen painemittariin ja varmistamalla, että lukemat ovat identtiset. Painelähettimen toiminta on vielä hyvä varmistaa puristamalla lähettimen ilmaletkua ja seuraamalla lähettimen näytön ja VAK:n käyttöliittymän painelähettimen mittauspisteen arvoa, niin että lukemat täsmäävät ja liikkuvat yhtä nopeasti. Samalla voidaan varmistua, että VAK:n pistekiinnitys vastaa painelähettimen sijaintia prosessissa. Jos painelähettimiä on useita lähellä toisiaan, tällöin helpoin tapa varmistua testattavasta painelähettimestä on, kun lähettimestä irroittaa jännitteensyötön. Tämän jälkeen VAK:n käyttöliittymällä nähdään heti, mikä painelähettimien mittausravosta on poistunut ja tilalle on tullut punaiset kehykset ja arvoksi –120. [Kortelainen,2019.]

Toimilaite, venttiilimoottori

Venttiilimoottorin toiminta testataan ajamalla toimilaite muutaman kerran ääriasetoihinsa kiinni ja auki asentoon. Toimilaitteelle annetaan säätöviesti VAK:n käyttöliittymän kautta. Moottoria ajettaessa laidasta laitaa on hyvä seurata, ettei moottori jumiudu, vaan liikkuisi tasaisesti. Jos venttiilimoottorin liike ei ole sulavaa on mahdollista, että toimilaite on asennettu väärin tai toimilaitteen liikeradan tiellä on jokin este.

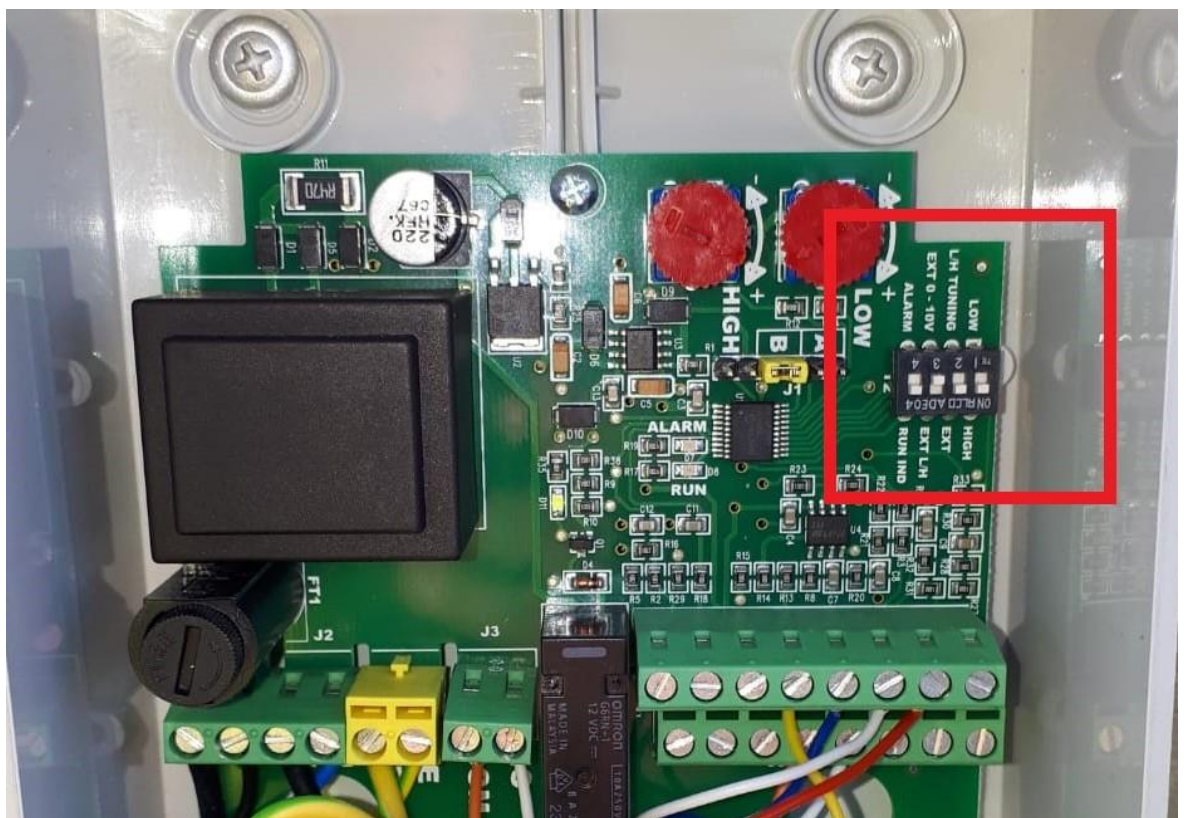
Moottorin toiminnan testauksen jälkeen tarkistetaan, ajaako venttiilimoottori oikeaan suuntaan venttiiliä eli avautuuko ja sulkeutuuko venttiili halutusti VAK:n säädön mukaisesti. Testauksessa apuna käytetään venttiilin jälkeistä lämpötila-anturia, jossa lämpötilan pitää liikkua oikeaan suuntaan, kun venttiili sulkeutuu tai avautuu. [Kortelainen,2019.]

Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja konfiguroidaan ennen varsinaista itselleluovutusta. Laitteelle syötetään moottorin teho, jännite, virta, taajuus, nimellinopeus ja ramppiajat. Taajuusmuuttajan parametrisoinnin jälkeen taajuusmuuttajan testausta jatketaan tarkistamalla puhaltimen pyörimisnopeus ja pyörimissuunta. Jos pyörimissuunta on väärä, kytkentä on väärinpäin.

Automaatiojärjestelmän käyttöliittymästä testataan taajuusmuuttajan mahdollinen hälytys ja takaisinkytkentätieto moottorin käyntitilasta. Myös ohjauspiste ja mahdollinen lukitus testataan käyttöliittymän kautta. [Kortelainen,2019.]

EC-moottorin testaus suoritetaan samalla tavalla, kuin taajuusmuuttajallisen puhaltimen, mutta EC-moottorin säätimen konfigurointi tehdään dippikytkinten avulla, jotka löytyvät säätimen piirilevystä moottorista. Dippikytkimillä puhallin saadaan toimimaan rakennusautomaatiojärjestelmän kautta, kun dipeiltä on valittu puhaltimen ulkoinen ohjaus, ulkoinen säätöviesti ja hälytys- tai indikointitieto. EC-moottorin säädin, josta ympyröity punaisella dippikytkimet on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. EC-moottorin säädin oikein dipattuna.

Jäätymisvaaratermostaatti

Jäätymisvaaratermostaatin toiminta voidaan testata asettamalla termostaatin hälytysraja korkealle, esim. 20 °C:een. Tämän jälkeen piirin lämpötila lasketaan hälytysrajan alle, jonka seurauksena jäätymisvaaratermostaatin pitää laueta ja pysäyttää siihen yhdistetty tuloilmapuhallin. Toinen tapa jäätymisvaaratermostaatin testaukseen on irrottaa termostaattiin liitetty lämpötila-anturi, mistä seuraa hälytys. Tämä on nopea tapa, mutta ei niin luotettava.

Jäätymisvaaratermostaatin lauetessa pitää tulopuhaltimen ainakin pysähtyä. Lisäksi termostaatin pitää lähteä säätämään toimilaitetta siihen asentoon, missä lämmityspiiri alkaa uudelleen lämmitä. Jäätymisvaaratermostaatissa on tärkeää katsoa, että termostaatti säätää toimilaitetta oikeaan suuntaan. [Kortelainen, 2019.]

Vesimittari


Vesimittarit tarkistetaan lukemalla mittarin näyttämä lukema näyttötaulusta ja vertaamalla sitä VAK:in käyttöliittymässä näkyvään lukemaan. Tämän jälkeen mittarin läpi juoksetetaan muutama litra vettä ja katsotaan, että lukemat päivittyvät oikeaan suuntaan sekä vesimittarilla, että VAK:in käyttöliittymällä. Esimerkkinä vesimittareiden tarkistuslista on kuvassa 21. [Kortelainen, 2019.]

Fidelix		Esimerkkikohde				Vesimittarijärjestelmän itselleluovutuspöytäkirja				
						VAK1				
Testaustoimenpiteet:										
Valutetaan kylmää ja lämmintä vettä hanasta, jotta varmistutaan ettei vesimittarin lukema ole jumissa ja että mittari on asennettu oikein päin. Täsmäytetään kaikki ± 5 litraa poikkeavat mittaustulokset alakeskukseen.										
Mittarityyppi: Itron										
Nro	Asunto	Mittari	Sarjanumero	Osoite	Portti	Mittarin lukema	VAK:n lukema	Poikkeama (l)	Kunnossa	Tarkennus
1	1	K	16015861	1	0	167	167	0	ok	a1
2	1	L	16016024	2	0	146	146	0	ok	a1
3	2	K	16018434	3	0	176	176	0	ok	b2
4	2	L	16016035	4	0	265	264	1	ok	b2
5	3	K	16018439	5	0	285	285	0	ok	b3
6	3	L	16016075	6	0	282	282	0	ok	b3
7	4	K	16018435	7	0	441	441	0	ok	b4
8	4	L	16016027	8	0	334	334	0	ok	b4

Kuva 21. Vesimittareiden tarkistuspöytäkirja (Kortelainen 2019).

3.2 Itselleluovutuksen dokumentointi

Itselleluovutus on työvaihe, jossa tehdyn työn laadusta saadaan varmistus ja jossa havaitaan puutteellisesti hoidetut työvaiheet. Itselleluovutuksessa rakennusautomaatiojärjestelmään liitettävien LVIA-prosessien toiminnot testataan kenttälaitekohtaisesti (piste-kohtaisesti). Itselleluovutuksesta pidetään pistekohtaista pöytäkirjaa, josta ilmenee testattavan pistetunnus, pisteselite, kenttälaitte, asennus, kytkentä, testaus dokumentointi ja lisätietoja. Liitteestä 1 nähdään täytetty esimerkki itelleluovutuspöytäkirjasta. Itselleluovutuspöytäkirjan sarakkeet on esitetty kuvassa 22.

 Martinkyläntie 41 01720 Vantaa	Kiinteistö Kannelmäen Liikekeskus Oy	Dokumenttilaji	Ala-asema	Julkaisupvm	Tekijä	
		Itselleluovutus	L-VAK2	26.10.2018	Revisio	Sivuja
		Projektinumero	Sijainti	1.11.2018	Rev. A	6
		0				
Pistetunnus	Pisteselite	Laite	Asennettu	Kytetty	Testattu	Lisätietoja

Kuva 22. Itselleluovutuspöytäkirjan sarakkeet.

4 Johtopäätökset

Insinööriyössä tehtiin kirjallinen itselleluovutusohjeistus Fidelix Oy:n työntekijöille. Ohjeistuksessa koottiin yhteen rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne, yleisimmät kenttälaitteet ja näiden itselleluovutusmenetelmät.

Itselleluovutuksen suorittaminen on tärkeä vaihe projektinhoitajalle. Projektinhoitajan tulee ymmärtää, miten kenttälaitteet toimivat ja miten niiden toimivuus testataan käytännössä. Itselleluovutuspöytäkirja toimii myös hyvänä projektinhallintatyökaluna projektinhoitajalle. Pöytäkirjasta pystytään seuraamaan, mitkä kohdat ovat suoritettu, ja mitkä ovat vielä suorittamatta. Ajantasaisella seurannalla ja pöytäkirjan päivittämisellä varmistetaan oman työn laadunvarmistus ja toimintakokeiden onnistuminen. Samalla vältetään luovutuksen jälkeisiltä korjauskäynneiltä, joihin kuluisi aikaa ja rahaa.

Työ onnistui hyvin. Lopputuloksena on selkeä, tiivis paketti, josta työntekijä voi katsoa tarvittaessa apua. Erityisesti uusille työntekijöille tästä työstä on paljon apua, varsinkin jos ala ja menetelmät eivät ole tuttuja. Ennen tätä työtä itselleluovutuksesta ei ollut selkeitä ohjeita, vaan ohjeet ja neuvot sai vanhemmilta työntekijöiltä suullisesti.

Työtä voisi jatkaa käymällä läpi projektinkulun vaiheet ja avaamalla eri vaiheiden sisältöä, mitä pitää huomioida eri kohdissa.

Lähteet

Bamberg, H. Tuomas, J. Laaksonen T. Piikkilä, V. Sahala, A. Sahlstén, T. Spangar, T.Sulku, J. 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo. Sähkötieto ry. 2008. 166s. ISBN: 978-952-5600-93-3.

Belimo. Tekninen tuote-esite LRQ24A-SR <https://www.belimo.fi/pdf/fi/LRQ24A-SR_datasheet_fi-fi.pdf>

Belimo. Tekninen tuote-esite NM24A-SR <https://www.belimo.fi/pdf/fi/NM24A-SR_datasheet_fi-fi.pdf>

Belimo. Tekninen tuote-esite NMC24A-MF <https://www.belimo.fi/pdf/e/NMC24A-MF_datasheet_en-gb.pdf>

Bragge Mikael. 2017. Ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmät. [verkkodokumentti]Opinnäytetyö.Lahdenammattikorkeakoulu.3-7.<
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127145/Bragge_Mikael.pdf?sequence=4&isAllowed=y>)

<https://www.fidelix.fi/> Luettu 31.3.2019.

<https://www.fidelix.fi/tuotteet/> Luettu 23.4.2019.

Fidelix Oy Datalehti FDX-3000-C (https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C_FI.pdf) Luettu 23.4.2019.

Fidelix Oy. 2009. Fidelix FX-TEW-NTC10

HK Instruments. 2017. Paine-erolähettimet DPT-R8 < <http://hkinstruments.fi/wp-content/uploads/2017/08/DPT-R8-Datasheet-Suomi-4.0.pdf>>

Härkönen, P. Mikkola, J. Piikkilä, V. Sahala, A. Sahlstén, T. Sandström, B. Sirviö, A. Spangar, T. Sulku, J. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3 painos. Espoo. Sähkötieto ry. 2012. 286 s. ISBN: 978-952-231-071-2

Kastner, W. Neughschwandter, G. Soucek, S. Newman, H2005. Communication systems for building automation and control. IEEE. Proceedings of IEEE. Volume: 93. Issue: 6.2005. DOI: 10.1109/JPROC.2005.849726 < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.324.2621&rep=rep1&type=pdf>>

Kortelainen Teemu, Ryhmäpäällikkö, Fidelix Oy, Helsinki. haastattelu 29.4.2019

Produal.2013. Käyttöveden lämpötila-anturi TENA NTC10 <http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175050#dataSheet>

Produal säätävä jäätymistermostaatti JVS24 < http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110120#dataSheet>

Produal. 2013. Vesiverkoston paine-erolähetin VPEL<<https://www.pakmelo.fi/wp-content/uploads/VPEL-Produal.pdf>>


Produal.2018. Vesiverkoston painelähetin VPL 16 <http://www.produal.com/fi/shop/web_water_pressure_transmitters/sku-1134050#dataSheet>

Sisäilmayhdistys ry. Perustietoa sisäilmasta <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>> Luettu 22.4.2019.

Suomen Kaukolämpö ry. 2003. Rakennuksen kaukolämmitys määräykset ja ohjeet. Suomen Kaukolämpö ry. <<http://www.raahenenergia.fi/wp-content/uploads/2016/07/klm%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset-ja-ohjeet.pdf>> Luettu 22.4.2019.

Liitteet

Liite 1. Itselleluovutuspöytäkirja

 Martinkyläntie 41 01720 Vantaa	Kiinteistö Esimerkkikohde	Dokumenttityyppi	Ala-asema	Julkaisupvm	Tekijä	
		Itseluovutus	VAK1	28.5.2019	Juha Ollula	
		Projektinumero	Sijainti	Revisiopvm	Revisio	Sivuja
		9999		15.6.2018	Rev. A	1
Pistetunnus	Pisteselite	Laite	Asennettu	Kytetty	Testattu	Lisätietoja
MS8_100_TE00_1_M	Ulkolämpötila pohjoisena	PTE-OI-NTC10	OK	OK	OK	
MS8_209_FG01_O	209TK Raitisilmapelti ohjaus	SF24A	OK	OK	OK	
MS8_209_FG21_O	209TK Jäteilmapelti ohjaus	SF24A	OK	OK	OK	
MS8_209_FIE10_M	209TK Ilmamäärä tuloilma M	DPT Flow-2000-AZ-D Fidelix Bulk	OK	OK	OK	
MS8_209_FIE21_M	209TK Ilmamäärä poistoilma M	DPT Flow-2000-AZ-D Fidelix Bulk	OK	OK	OK	
MS8_209_FV01_A	209TK LP:n venttiili säätö	HRVD24-SR	OK	OK	OK	
MS8_209_FV02_A	209TK Glykolipatterin venttiilin säätö	HRVD24-SR	OK	OK	OK	
MS8_209_FV03_A	209TK JP:n venttiilin säätö	HRVD24-SR	OK	OK	OK	
MS8_209_HS01_LISAP_I	209TK Lisäaikapainike HS	LAP5	OK	OK	OK	
MS8_209_P01_I	209TK LP:n pumpun indikointi	Ryhmäkeskus NOMAK	OK	OK	OK	
MS8_209_P02_I	209TK Glykolipiirin pumpun indikointi I	Ryhmäkeskus NOMAK	OK	OK	OK	
MS8_209_P02_O	209TK Glykolipiirin pumpun ohjaus O	Ryhmäkeskus MMO	OK	OK	OK	
MS8_209_PDIE01_M	209TK Raitisilmasuodatin paine-ero mittaus M	DPT2500-R8-AZ-D	OK	OK	OK	
MS8_209_PDIE02_M	209TK Poistosuodatin paine-ero mittaus M	DPT2500-R8-AZ-D	OK	OK	OK	
MS8_209_PDIE03_M	209TK Paine-ero LTO:n yli M	DPT2500-R8-AZ-D	OK	OK	OK	
MS8_209_PIE03_M	209TK Glykolipiirin paine mittaus M	VPL-16	OK	OK	OK	
MS8_209_PIE10_M	209TK Tuloilman painemittaus M	DPT2500-R8-AZ-D	OK	OK	OK	
MS8_209_SC10_A	209TK Tulopuhaltimen säätö A	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC10_H	209TK Tulopuhallin SC Hälytys H	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC10_I	209TK tulopuhallin indikointi I	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC10_O	209TK Tulopuhallin ohjaus O	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC21_A	209TK Poistopuhaltimen säätö A	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC21_H	209TK Poistopuhallin SC Hälytys H	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC21_I	209TK poistopuhallin indikointi I	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_SC21_O	209TK Poistopuhallin ohjaus O	FC-102	OK	OK	OK	
MS8_209_TE03_M	209TK LTO:n jälkeen lämpötilan mittaus M	PX-TED-NTC10	OK	OK	OK	