



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Tomi Rantanen

# Ilmanvaihtokoneen pistetestaus raken- nusautomaatioprojektissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.11.2019

|  |   |
|--|---|
| Tekijä<br>Otsikko  | Tomi Rantanen<br>Ilmanvaihtokoneen testaus            |
| Sivumäärä<br>Aika  | 25 sivua<br>11.11.2019                                |
| Tutkinto   | insinööri (AMK)                                       |
| Tutkinto-ohjelma   | sähkö- ja automaatiotekniikka                         |
| Ammatillinen pääaine   | automaatiotekniikka                                   |
| Ohjaajat   | osastopäällikkö Harri Bamberg<br>lehtori Raisa Kallio |
| <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjeistus ilmanvaihtokoneen pistetestauksesta ja rakennusautomaatiojärjestelmän ala-aseman käyttöönotosta rakennusautomaatioprojektissa.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyn ilmanvaihtokoneen käyttöönottoon kuuluvia menetelmiä ja työvaiheita sekä käyttöönotossa ilmenneitä ongelmia sekä niiden ratkaisua.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin tarkat työhjeet ala-aseman ja ilmanvaihtokoneen käyttöönotosta sekä käyttöönoton eri vaiheista. Opinnäytetyön tarkoitus on edesauttaa ja tehostaa uusien työntekijöiden perehdyttämistä rakennusautomaatiojärjestelmien käyttöönotossa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin Fidelix Oy:n toimeksiannosta. Opinnäytetyön tarkastelun perustana oli ilmanvaihtokoneiden käyttöönotto Pohjoismaiden suurimman kauppakeskuksen työmaalla, Pasilan Triplassa.</p> |   |
| Avainsanat   | ala-asema, VAK, grafiikka, hyötysuhde                 |

|   |  |
|---|--|
| Author<br>Title   | Tomi Rantanen<br>Testing of Ventilation Unit                     |
| Number of Pages<br>Date   | 25 pages<br>11 November 2019                                     |
| Degree  | Bachelor of Engineering  |
| Degree Programme  | Electrical and automation engineering                            |
| Professional Major  | Automation Technology  |
| Instructors   | Harri Bamberg, Regional Manager<br>Raisa Kallio, Senior Lecturer |
| <p>The purpose of this thesis work was to create a commissioning guide for the building management system controlling a ventilation unit. The study was commissioned by Fidelix Ltd. The commissioning process of the ventilation unit was examined in the Mall of Tripla, the largest shopping center in the Scandinavia.</p> <p>This thesis examines how to perform and document comprehensive field check for devices of the ventilation unit connected to the building management system. The commissioning process is introduced in detail by methods, stages, and faced challenges during the process.</p> <p>As a result of this thesis work, comprehensive guide for commissioning process of the building management system controlling the ventilation unit was created. The guide provides introduction material for new employees, in order to enhance the learning process and productivity.</p> |  |
| Keywords  | substation, efficiency, CPU                                      |

## Sisällys

### Lyhenteet

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Johdanto                                     | 1  |
| 2   | Ilmanvaihtojärjestelmät                      | 2  |
| 3   | Ilmanvaihtokoneen laitteisto                 | 5  |
| 3.1 | Puhaltimet                                   | 6  |
| 3.2 | Lämmön talteenotto                           | 7  |
| 3.3 | Venttiilit                                   | 8  |
| 3.4 | Pumput                                       | 9  |
| 3.5 | Peltimoottorit                               | 9  |
| 3.6 | Passiiviset anturit                          | 10 |
| 3.7 | Mittalähettimet                              | 11 |
| 4   | Ilmanvaihtokoneen pistetestauksen valmistelu | 12 |
| 4.1 | Ala-aseman kytkennät                         | 13 |
| 4.2 | Ala-aseman käyttöönotto                      | 14 |
| 5   | Testaus ja vianhaku                          | 17 |
| 5.1 | Puhaltimien testaus                          | 17 |
| 5.2 | Lämpötila-antureiden testaus                 | 18 |
| 5.3 | Painelähettimien testaus                     | 18 |
| 5.4 | Vianhaku ja ongelmien ratkaisu               | 20 |
| 5.5 | Toimintakoe                                  | 22 |
| 5.6 | Raportointi                                  | 22 |
| 6   | Yhteenveto                                   | 24 |
|     | Lähteet                                      | 25 |

## Lyhenteet

|         |   |
|---------|---|
| AI      | Analog Input, Analoginen sisääntulo   |
| AO      | Analog, Output, Analoginen ulostulo   |
| CPU     | Central Processing Unit, suoritin   |
| DI      | Digital Input, Digitaalinen sisääntulo  |
| DO      | Digital Output, Digitaalinen ulostulo   |
| EC      | Elektronisesti kommutoitu. Puhaltimen oma elektroniikka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi. Virran suuruutta muuttamalla pyörimisnopeus muuttuu. |
| I/O     | Input/output, sisääntulo/ulostulo   |
| IV-kone | Ilmanvaihtokone   |
| LTO     | Lämmön talteenotto  |
| RAU     | Rakennusautomaatio  |
| VAK     | Valvonta-alakeskus  |

## 1 Johdanto

Rakennusautomaatio on nykypäivänä hyvin olennainen osa rakennuksen talotekniikkaa. Taloteknisten laitteiden toimimisen kannalta on välttämätöntä, että rakennusautomaatiojärjestelmät toimivat. Ilmanvaihtojärjestelmät ovat nykyään automatisoituja. Rakennusautomaatiojärjestelmän tavoitteena on parantaa rakennuksen käytännöllisyyttä ja viihtyvyyttä. Jotta järjestelmä saadaan hyvin toimimaan, siihen kuuluvat laitteet pitää testata huolellisesti.

Työn luonnostelu toteutettiin kauppakeskus Triplan työmaalla Helsingissä ja kirjoitusosuus suoritettiin opintovapaan aikana. Triplassa on kokonaisuudessaan yli sata IV-konetta, joten ilmanvaihtojärjestelmiin kohdistuviin testauksiin kului paljon resursseja. On hyvin tärkeää, että kaikki testaajat toimivat samalla tavalla, jotta saadaan minimoitua virheiden määrää.

Projektin tavoitteena oli saada aikaan dokumentti liittyen ilmanvaihtojärjestelmiin ja ilmanvaihtokoneiden käyttöönottoon. Ilmanvaihtojärjestelmien toimivuus on välttämätöntä. Suuri osa rakennusten kosteusongelmista johtuu huonoista ilmamääräsuhteista. Viime vuosina huomattava määrä julkisia rakennuksia ovat saaneet purkumääräyksiä, koska kosteusongelmat ovat pahentuneet ja rakenteista on löydetty homepesäkkeitä. Rakennusautomaatiojärjestelmän ilmamääräsäätöjen avulla voidaan ehkäistä kosteuden pääsemistä rakenteisiin.

Projektin tilaajana toimi Fidelix Oy, joka on Suomen suurin ja markkinoilla johtava rakennusautomaatioyrittäjä. Se perustettiin vuonna 2002 viiden automaatio-osaajan voimin, ja se on vuosi vuodelta kasvanut konserniksi, jossa nykyään työskentelee noin 300 henkilöä. Liikevaihto on tällä hetkellä 48 miljoonaa €/vuosi. Pääkonttori sijaitsee Vantaalla, sen lisäksi muualla Suomessa on 11 aluekonttoria. Fidelixillä on kymmeniä jälleenmyyjiä Suomessa. Fidelix toimii myös Ruotsissa, jossa sillä on tytäryhtiö Fidelix Sverige Ab. [3.]

Fidelix Oy:n toimenkuvaan kuuluu älykkäiden rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmien kehittäminen ja urakointi. Myös tuotteiden vienti eri puolille maailmaa vaikuttaa merkittä-

västi yrityksen liikevaihtoon. Fidelix Oy toteuttaa rakennusautomaatiohankkeita sekä pieniin kerrostalokohteisiin, että suurempiin kohteisiin, kuten sairaaloihin, kouluihin ja ostoskeskuksiin.

Yrityksen suurimpia valmistuneita kohteita ovat Helsingin keskustakirjasto Oodi, Lasten sairaala, Kehärata ja Stockmann Helsinki. Suurin keskeneräinen projekti tällä hetkellä on Pasilan Tripla. Se on Fidelix Oy:n kautta aikojen suurin projekti, ja samalla Pohjoismaiden suurin käynnissä oleva rakennusautomaatiohanke.

Fidelix Oy oli ensimmäinen yritys maailmassa, joka toi markkinoille selaimella käytettävät järjestelmät ja helppokäyttöiset graafiset kosketusnäytöt. [3.]

## 2 Ilmanvaihtojärjestelmät

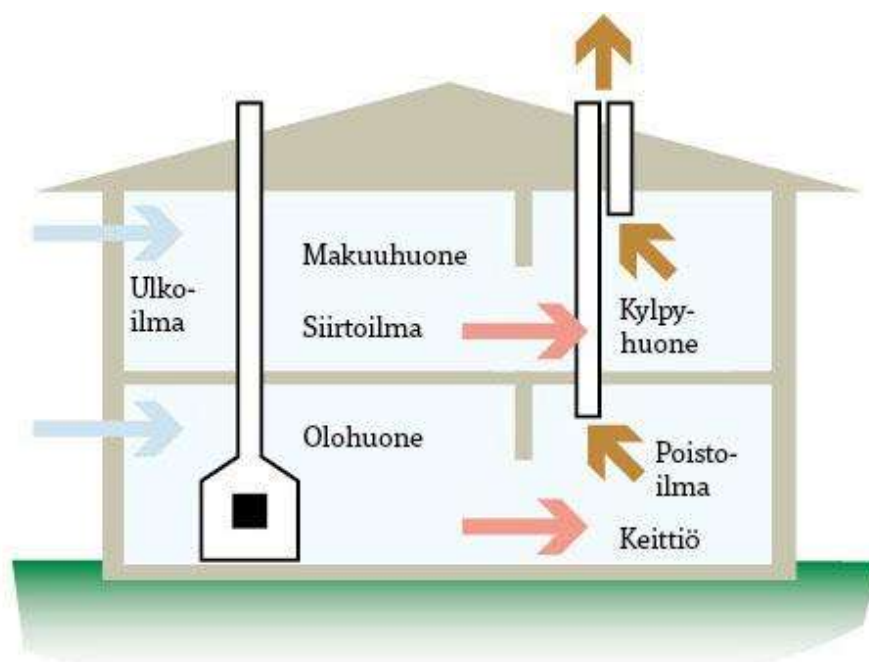
Ilmanvaihto on tärkeä osa rakennuksen talotekniikkaa. Ilmanvaihtojärjestelmän tehtävä on ylläpitää rakennuksen hyvää sisäilmaa. Ilmanvaihtojärjestelmä johtaa raitisilmaa hengitettäväksi ja poistaa hiilidioksidipitoista ilmaa rakennuksesta. Jos ilmanvaihtoa ei olisi, sisäilma muuttuisi tukalaksi ja happi loppuisi. Näin ollen se on välttämätön osa rakennusta. Poistoilman mukana rakennuksesta poistuu myös ylimääräinen kosteus ja sisäilman epäpuhtauksia. Rakennuksesta poistettavaa kosteutta syntyy ihmisen aineenvaihdunnan ja toiminnan (ruuanlaitto, suihku, sauna, pyykinpesu ja -kuivaus) seurauksena. Esimerkiksi ruuanlaitto, sauna, pyykinpesu ja huonekasvit tuottavat kosteutta. Ylimääräisen kosteuden poistaminen on välttämätöntä, jotta rakennuksessa ei syntyisi homeitiöille sopivia kasvuolosuhteita. [1.]

Ilmanvaihdon toimintaperiaate perustuu paine-eroihin. Ilmavirtaus kulkee aina korkeammasta paineesta matalampaan paineeseen, eli ilma pyrkii tasaamaan paineen vallitsevan ilmanpaineen mukaiseksi.

Paine-eron aikaansaamiseksi on saatavilla ilmanvaihtojärjestelmiä eri toimintaperiaatteilla:

- painovoimainen ilmanvaihto
- koneellinen poistoilmanvaihto
- koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
- ilmastointi.

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilmavirtaus saadaan aikaan lämpötilaeron ja ilmapaineen yhteisvaikutuksella. Ennen vanhaan suurin osa pientalojen ilmanvaihtojärjestelmistä oli painovoimaisia. Nykyään uudiskohteissa käytetään pääasiassa koneellista järjestelmää. Kuvassa 1 on esitetty painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate. [1.]

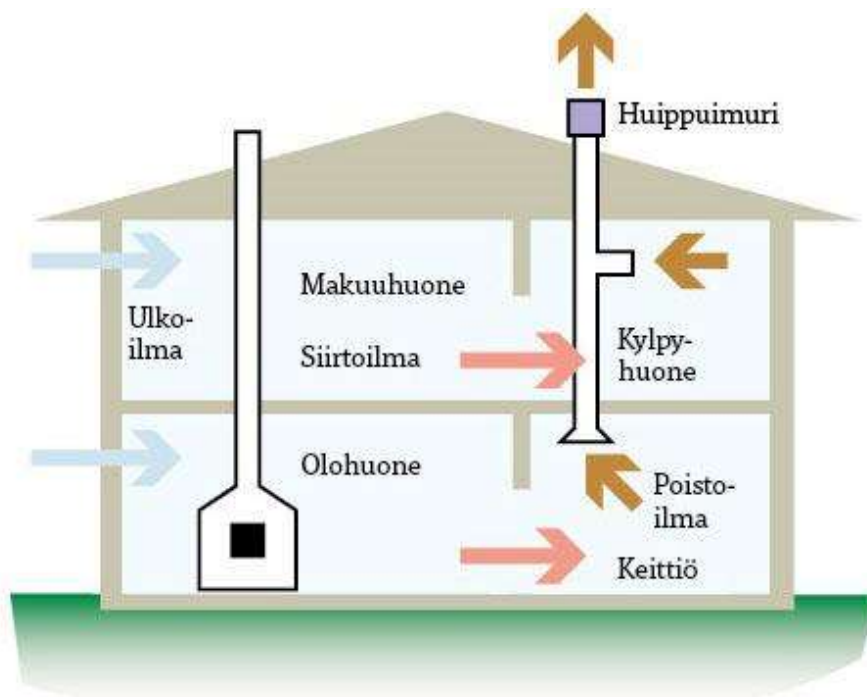


Kuva 1. Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate [1].



Koneellisessa poistoilmanvaihdossa rakennuksen ilmanvaihtoa tehostetaan koneellisesti esimerkiksi huippuimurilla tai suoraan poistoilmaventtiin päälle asennetulla puhaltimella. Puhallin voi olla jatkuvatoiminen tai vaihtoehtoisesti puhaltimen toiminta liitetään valonkatkaisimeen (puhallin käynnistyy, kun valot laitetaan päälle). Puhaltimessa voi olla myös kosteusanturi, joka käynnistää puhaltimen kosteuspitoisuuden ylitettyä määritetyn tason. Ilmanvaihtuvuus on painovoimaiseen ilmanvaihtoon verrattuna huomattavasti tassisempaa ja kesän kuumilla keleillä sisäilmaa saadaan paremmin vaihdettua. [1.]

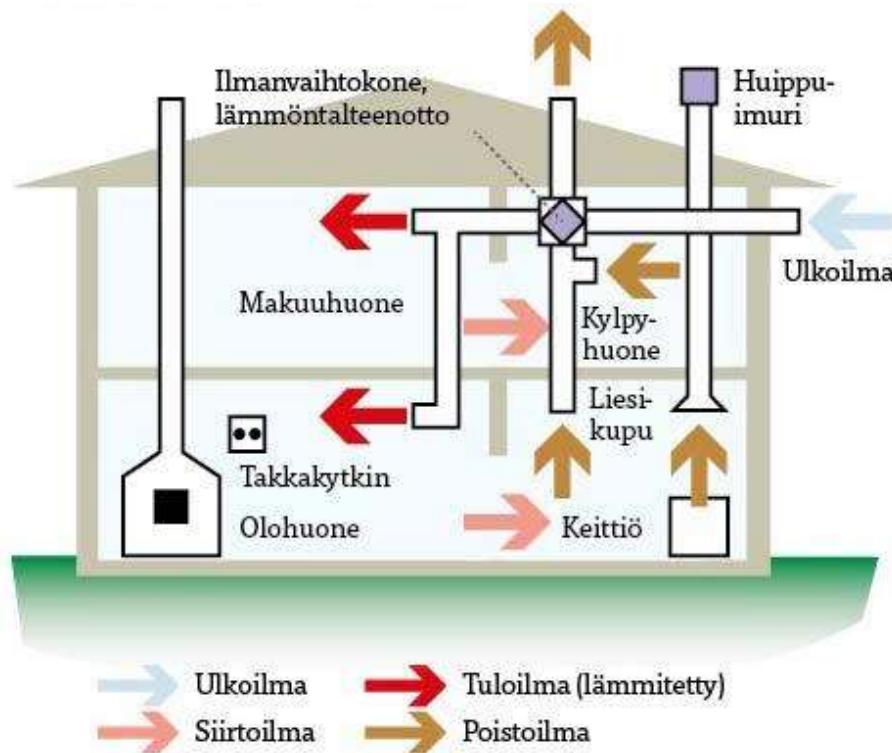
Koneellisessa poistoilmanvaihdossa korostuu riittävän korvausilman saanti. Korvausilmaventtiileitä pitää olla riittävästi, jotta poistoilmanvaihtokoneeseen ei pääse epäpuhdasta ilmaa korvausilman rakenteiden ja liitosten kautta. Poistoilman lämpöenergiaa ei saada kierrätettyä koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä. Kuvassa 2 on esitetty koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate. [1.]



Kuva 2. Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate [1].

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on kaikista tehokkain ilmanvaihtojärjestelmä. Tässä järjestelmässä lämmin poistoilma voidaan hyödyntää käyttämällä sitä tuloilman lämmittämiseen lämmön talteenoton avulla. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on käytössä lähes kaikissa suurissa rakennuksissa. Energiatehokkuus ja

säädettävyys ovat tämän järjestelmän ominaisuuksia. Näiden ominaisuuksien avulla saadaan pidettyä ilmanlaatu erinomaisena. Kuvassa 3 on esitetty koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate. [1.]



Kuva 3. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate [1].

Ilmastoinnilla tarkoitetaan koneellista ilmanvaihtojärjestelmää, jossa ilmanvaihtokone kykenee jäähdyttämään tuloilmaa kylmäaineen avulla. Kylmäaineena voidaan käyttää esimerkiksi vettä, glykolia tai niiden seosta. Usein kuulee puhuttavan ilmastointikoneesta, vaikka jäähdytystoimintoa ei ole. Tällöin kyseessä on normaali ilmanvaihtokone.

### 3 Ilmanvaihtokoneen laitteisto

Ilmanvaihtokoneiden toimittaja Triplassa oli Koja-Yhtiöt Oy. Ennen IV-koneen toimitusta työmaalle, niille tehtiin FAT-tehdastestaus. FAT (Factory Acceptance Test) on tilaajan ja järjestelmätoimittajan yhteistyössä toteuttama dokumentoitu toiminnallinen tarkastus, joka suoritetaan toimittajan tarjoamassa ympäristössä. Tämä testaus osoittaa, täyttävätkö ohjelmistot ja laitteistot niille asetetut vaatimukset. [8.]

Kuvassa 4 on tyypillinen IV-kone ja sen ala-asema. Kuvassa keskellä on paikallinen analoginen lämpötilamittari, jota ei ole liitetty ala-asemaan.

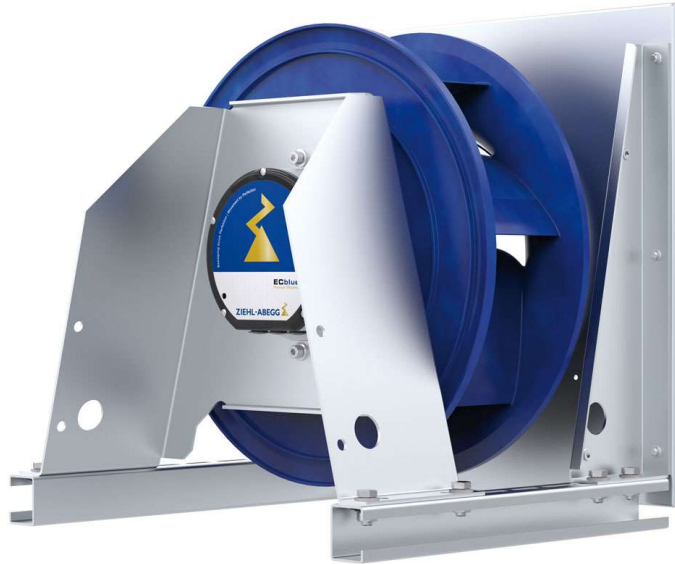


Kuva 4. Koja Future ilmanvaihtokone ja ala-asema.

### 3.1 Puhaltimet

Puhaltimet ovat ilmanvaihtokoneen keskeisimpiä laitteita. Ne puhaltavat ulkoilmaa tuloilmakanavassa sisään ja sisäilmaa poistoilmakanavassa ulos. Triplassa on käytössä pää-

asiassa taajuusmuuttajakäyttöisiä puhaltimia ja EC-puhaltimia. EC-puhaltimissa nopeudensäätö toteutetaan sen omalla elektroniikalla, joka sijaitsee puhaltimen sisällä. (Kuva 5).



Kuva 5. Ziehl-Abegg EC-puhallin [10].

Molempia puhallintyyppiä ohjataan Modbus-väylän avulla. Väylän kautta saadaan hyödyllistä tietoa esimerkiksi puhaltimen moottorin virrankulutuksesta, tilasta tai vaiheviasta [9.s.18]. EC-puhaltimen hyviä puolia on erinomainen hyötysuhde kaikilla nopeusalueilla.

### 3.2 Lämmön talteenotto

Lämmöntalteenotto eli LTO on osa ilmanvaihtokonetta. LTO kerää poistoilmasta lämmitysenergiaa ja käyttää sitä hyödyksi tuloilman lämmittämisessä. Sen avulla voidaan tehdä suuria säästöjä lämmityskuluissa. Ilmanvaihtokoneita on kolmen tyyppisellä lämmöntalteenottotavalla:

- kuutio- LTO
- kiekko- LTO
- neste- LTO

Kuutio-LTO, toiselta nimeltään levy-LTO, on kuution muotoinen levy-yhdistelmä, joka ohjaa kanavistossa poisto- ja tuloilman ristiin. Levyt on asennettu niin, että poistoilma ja tuloilma kulkevat eri levyjen väleissä, jotta ne eivät pääse sekoittumaan. Tällä tavalla saadaan tehokkaasti siirrettyä lämpö poistoilmasta tuloilmaan. Kuutio-LTO:ssa hyötysuhde on 55–70 %. [6, s.5.]

KiekkolTO on suuren pinta-alan omaava kenno, jossa on pieniä reikiä. KiekkolTO pyörii poisto- ja tuloilman välissä siirtäen lämmintä poistoilmaa tuloilman sekaan. KiekkolTO pyörimistä ohjataan taajuusmuuttajalla. KiekkolTO:ssa on paras hyötysuhde, 70–80 %. Tämän takia se onkin kaikista LTO-tyypeistä yleisin ja käytetyin. [6, s.4.]

Neste-LTO:ssa lämpö siirtyy tuloilmaan nesteen kautta. Lämpö siirretään poistoilmakanavasta nesteeseen kennojen avulla. Nesteenä käytetään yleensä vesi-glykoliseosta sen hyvän lämpövaihtelukeston takia. Nestekiertoisen LTO:n avulla päästään 40–60 % hyötysuhteeseen. Sillä on heikoin hyötysuhde, mutta tämä LTO-tyyppi on sovellettavissa helpoiten. Neste-LTO:n hyvä puoli on se, että yhdestä poistokanavasta voidaan kerätä lämmintä ilmaa useampaankin tuloilmakanavaan. [6, s.6.]

### 3.3 Venttiilimoottorit

Venttiilimoottorit ovat laitteita, jotka säätävät putkessa kulkevan nesteen virtausta. Venttiileitä käytetään lämmitys- ja jäähdytyspattereissa vedenkierrossa sekä lämmöntalteenottopiirissä glykolikierrossa. IV-koneissa käytetään pääasiassa kahdenlaisia venttiileitä: istukkaventtiileitä ja palloventtiileitä. Venttiilimoottorit käyttävät lähes aina 24 voltin tasajännitettä.

Työmaalle tilattavista venttiileistä tehdään aina venttiililuettelo, josta näkee venttiilien tiedot ja haluttu toimitusviikko. Kuvassa 6 on IV-koneen jäähdytyspatterin palloventtiili Belimo LRC24A-SR. Venttiilimoottorin musta osoitin näyttää venttiilin asennon. Jos vipu on putken suuntaisesti, se on auki. Venttiilimoottorin asentoa säädetään välillä 0–100 % säätöviestin ollessa 1–10V.



Kuva 6. Belimo LRC24A-SR palloventtiili.

### 3.4 Pumput

Tuloilman lämmittämistä ja jäähdyttämistä varten IV-koneeseen asennetaan lämmitys- ja jäähdytyspatteri. Pumpun tehtävä on kierrättää vettä patterissa. Pumpulta useimmiten halutaan saada vain tilatieto, joka näytetään ala-aseman grafiikalla. Ilman pumpun tilatietoa IV-koneen puhallin ei käynnisty. Testausvaiheessa pumppua ei saa missään nimessä käynnistää, jos patterissa ei ole nestettä mitä kierrättää. Pumppu voi tällöin rikkoutua. Pumpun käynnistämiseen tarvitaan lupa putkiurakoitsijalta, joka vastaa siitä, että sulut ovat auki.

### 3.5 Peltimoottorit

Peltimoottori on sähkömoottori, jonka avulla säädetään tulo- ja poistoilmakanavan peltejä. Puhaltimien ollessa käynnissä raitis- ja poistoilman sulkupellit ovat auki. Peltimoottorit kytketään ala-asemassa digitaaliseen lähtöporttiin. Peltejä ohjataan binäärisesti joko



auki tai kiinni. Yleensä peltimoottorilta ei tule takaisinkytkentänä pellin asentoa. Kuvassa 7 on raitisilman peltimoottori.



Kuva 7. Belimo SF24A-peltimoottori.

### 3.6 Passiiviset anturit

Passiiviset anturit ovat vastusantureita, joilla mitattavan suureen arvo saadaan vaihtelevan resistanssin avulla. IV-koneissa passiivisia antureita käytetään lähinnä lämpötilan mittaamiseen.

Vastuslämpötila-antureiden mittauspään resistanssi muuttuu lämpötilan muuttuessa. Jos resistanssi kasvaa lämpötilan kasvaessa, kyseessä on PTC-anturi. Jos resistanssi laskee lämpötilan kasvaessa, kyseessä on NTC-anturi. IV-koneessa käytetään lämpötilan mittaamiseen enemmän NTC- kuin PTC-antureita. PTC-antureita käytetään jäädytysuolaj-antureina, jolloin anturin malli on Produal TEAT PT100 tai PT1000. Resistanssi skaalataan muunnostaulukon avulla niin, että se näyttää oikean lämpötilalukeman alaseman grafiikalla. Vastusantureilta tuleva data on analogista, joten ne kytketään alasemassa AI-moduuliin. Kuvassa 8 on lämpötila-anturi, joka mittaa tuloilman lämpötilaa

ja on mallia Pro dual TEAT NTC10. Kaikkia edellä mainittuja lämpötila-antureita voi käyttää vesiverkoston ja ilman lämpötilan mittaamiseen. [7.]



Kuva 8. Pro dual TEAT NTC10 lämpötila-anturi.

### 3.7 Mittalähettimet

Mittalähettimet ovat antureita, jotka mittaavat suureen ja lähettävän saadun arvon jännite- tai virtaviestinä. Jänniteviestiä käytetään vähemmän, koska jännitehäviöitä syntyy helpommin, kuin virtahäviöitä. Standardien mukainen jänniteviesti on 0–10 voltia (V) ja virtaviesti 4–20 milliampeeria (mA). Lähettimiltä tuleva mittausdata tulee ala-asemaan analogisena, joten johdot kytketään AI-moduuliin.

IV-koneessa mittalähettimiä käytetään muun muassa paineen, paine-eron, ilmamäärän, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden mittaamiseen. Kuvassa 9 on IV-koneen tulosuodattimen näytöllinen paine-erolähetin. PDIE tulee sanoista pressure difference, indicator, emitter. Suomennettuna paine-ero, näyttö ja lähetin.





Kuva 9. Pro dual PEL 2500-N paine-erolähetin.

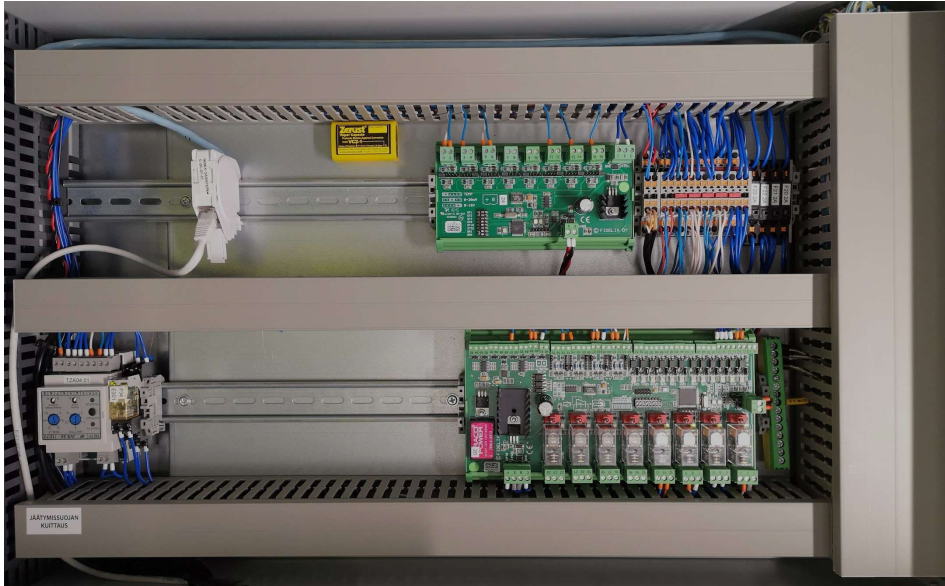
#### 4 Ilmanvaihtokoneen pistetestauksen valmistelu

Pistetestaus on käyttöönottoon liittyvä toimenpide. Pistetestauksen nimi tulee siitä, että siinä testataan input- ja outputpisteitä sekä kenttälaitteiden toimivuus. Ala-asemassa on pistetietokanta, jossa on jokaiselle inputille ja outputille oma pisteensä. Yhdellä laitteella voi olla useampi piste, jos siitä halutaan esimerkiksi indikointi, mittaus ja ohjaus. Ilmanvaihtokoneessa on yleensä muutamia kymmeniä testattavia pisteitä.

Ennen pistetestauksen aloittamista alakeskus täytyy olla sähköistetty lopullisella sähköllä. Samoin tietoliikenneverkko pitää olla käyttökunnossa tarvittavilta osin. Ilmanvaihtokoneiden toimittaja tuo kanavat muutamassa osassa työmaalle. Lämmitys- ja jäähdytyspatterit asentaa ilmastointiurakoitsija, jolloin Fidelix vastaa vain niiden RAU-laitteiston asentamisesta ja kaapeloimisesta.

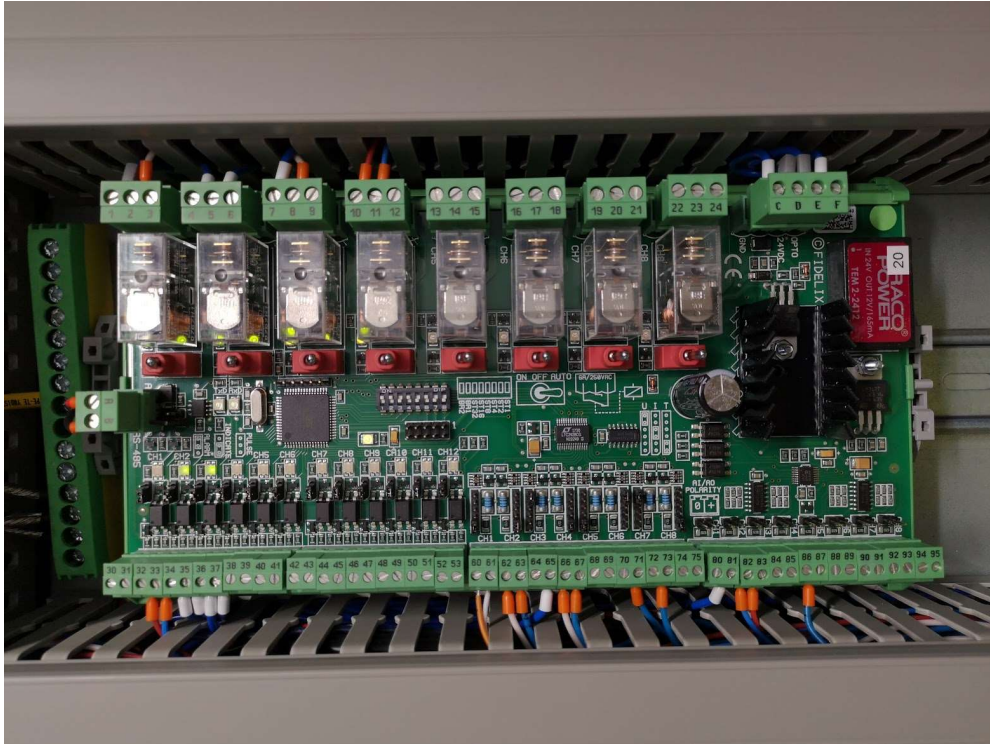
#### 4.1 Ala-aseman kytkennät

Ala-aseman sähkösyötöstä vastaa sähköurakoitsija. Ala-asemien kalustus ja sisäiset johdotukset tehdään Fidelixin VAK-tuotannossa. Ala-asema tuodaan valmiina työmaalle, jonka jälkeen kentälaitteiden kaapelit kytketään. (Kuva 10).



Kuva 10. IV-koneen ala-aseman kytkennät.

Suurimmalla osalla IV-koneista Triplassa on itsenäinen ala-asema, muutamia koneita on kytketty myös suoraan valvonta-alakeskukseen, johon on liitetty myös muita järjestelmiä, jolloin kaapelointi on yleensä hieman pidempi. Yritys käyttää itse kehitettyjä IO-kortteja ala-asemissa, niihin kytketään kaikki tulot ja lähdöt. Tulopuolelle voidaan kytkeä esimerkiksi antureita, hälytyksiä, indikoiteja ja kytkimiä. Korttien lähtöjen avulla voidaan ohjata digitaalisesti ja säätää analogisesti. Combi IO-moduulia (kuva 11) käytetään paljon, koska siinä on yhteen integroituna DI-, DO-, AI- ja AO-liitännät.



Kuva 11. Combi IO-moduuli kytkettynä.

Yhteyden aikaansaamiseksi I/O-moduulin dip-kytkin pitää olla oikeassa asennossa. Dip-kytkimen asento määrittelee binäärisesti moduulin osoitteen. Kuvassa 11 osoitteena on 20. Kaksi vasemmanpuoleista dip-kytkintä pitää olla yläasennossa, jotta dip-kytkin on käytössä.

## 4.2 Ala-aseman käyttöönotto

Tarkastelemme edellä ala-aseman vaiheistettua käyttöönottoa, jossa on CPU:na FX2030. Se on uusimman sukupolven suoritin, joka kiinnitetään ala-aseman sisä- tai ulkopuolelle oveen. Ennen käyttöönottoa ala-asema tulee olla kaapeloitu ja kaikki laitteet kytkettynä. Ala-asema tulee olla tässä vaiheessa sähköistettynä lopullisilla sähköillä. Vaiheet läpikäymällä taataan turvallinen ja luotettava käyttöönotto.

Ala-aseman käyttöönotto tapahtuu vaihekaavion avulla.

Vaihe 1: Avataan työpöydälle tarvittavat työkalut: FileZilla, Telnet ja FxEditor

Vaihe 2: Otetaan yhteys ala-asemaan Telnet-komentokehötteen avulla. Yhdistävä työasema pitää olla samassa verkossa ala-aseman kanssa. Ip-osoite voidaan muuttaa tietokoneen verkkoasetuksista.

Vaihe 3: Pysäytetään ala-asema komennolla "stopall".

Vaihe 4: Otetaan yhteys ala-asemaan FileZilla-työkalulla. Nimetään olemassa olevat data- ja bin-kansio uudelleen "data\_org" ja "bin\_org". Ladataan Bin-kansio ja Data-kansio ala-aseman polkuun \hdisk\fidelix.

Vaihe 5: Käynnistetään ala-asema komennolla "startall".

Vaihe 6: Ladataan grafiikat FxEditorista ala-asemaan.

Vaihe 7: Avataan ala-asema selaimella syöttämällä ip-osoite. Konfiguroidaan ala-aseman järjestelmäasetukset.

Vaihe 8: Määritetään ala-asemalle uusi ip-osoite. Määrittämisen jälkeen käyttäjän täytyy vaihtaa työaseman verkko samaksi ala-aseman kanssa, jotta saadaan taas yhteys. Nyt ala-asema on testausvalmiudessa.

## Grafiikan ja ohjelman käyttöönotto

Grafiikka tarkoittaa rakennusautomaatiojärjestelmässä graafista eli visuaalisesti näytettyä käyttöliittymää. Käyttöliittymästä käyttäjä pystyy mm. modifioimaan asetusarvoja, kuittaamaan hälytyksiä ja tarkastelemaan mittausarvoja.

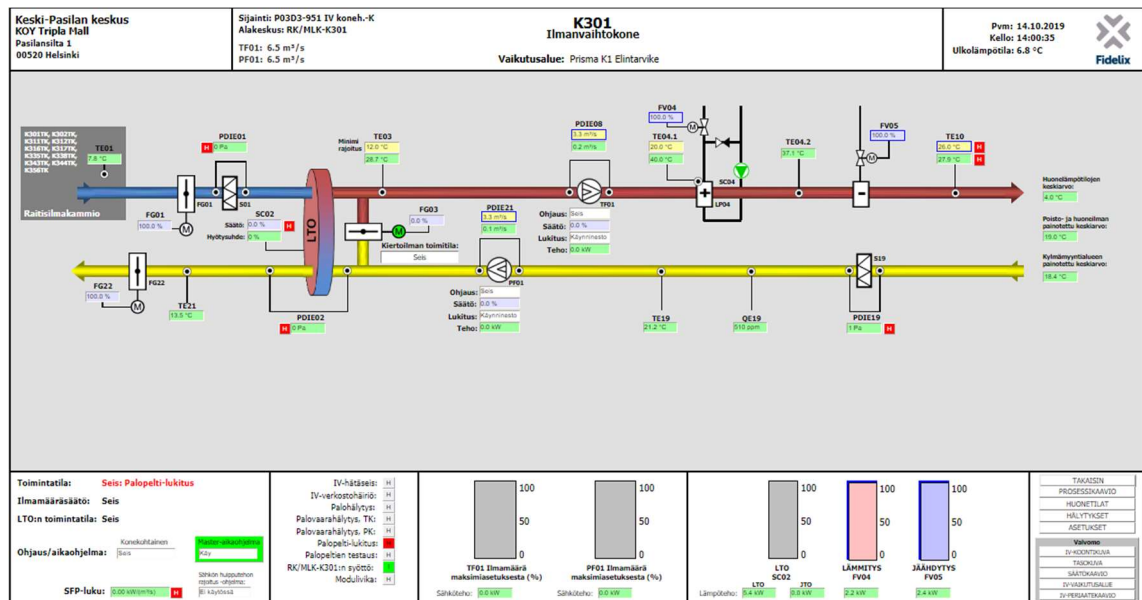
Grafiikat ja ohjelmakoodit ladataan sisään ala-asemaan käyttöönottovaiheessa. Ohjelmakoodi simuloidaan ja testataan huolellisesti ennen ala-asemaan vientiä. Grafiikoiden

tekemiseen yrityksellä on oma editori, jolla tehdään kaikki käyttöliittymään tulevat kuvat. Edellisellä sivulla olevassa vaihekaaviossa ala-asemaan ladattiin Bin- ja Data-kansio. Bin-kansio sisältää ala-asemaversioon. Data-kansio sisältää editorin datan lukuun ottamatta grafiikkakuvia.

Grafiikkakuvat ladataan erikseen FxEditorista ala-asemaan. Avataan FxEditor. Tarkistetaan Project-välilehdeltä, että on yhteys ala-asemaan. Editorin Graphics-välilehdeltä avautuu oikeaan reunaan grafiikkakuvien puunäkymä. Valitaan kaikki ja painetaan hiirellä kuvaketta Upload. Tämän toimenpiteen avulla grafiikat siirtyvät ala-asemaan.

Triplan ilmanvaihtokoneiden ala-asemissa ei pääsääntöisesti ole näyttöä, koska kaikki IV-koneet on yhdistetty näytölliseen valvonta-alakeskukseen. Triplan IV-konehuoneissa on yksi näytöllinen valvonta-alakeskus eli VAK, josta käyttäjä voi kirjautua kaikkiin ilmanvaihtokoneiden ala-asemiin. Käyttäjä pystyy avaamaan IV-koneen grafiikkakuvat ja säätämään suureita VAK:n näytöltä ja etänä.

Kaikilla IV-koneilla on periaatekuva piirrettynä ala-aseman grafiikalla. Kuvassa 12 on K301-IV-koneen käyttöliittymä.



Kuva 12. K301-ilmanvaihtokoneen periaatekuva.

## 5 Testaus ja vianhaku

Testaus on tärkeä osa laadunvarmistusta. Testauksen avulla varmistetaan, että laitteet toimivat halutulla tavalla. IV-koneen testaus kestää yleensä noin 1–2 tuntia. On hyvin tärkeää, että asennus- ja kaapelointityöt tehdään huolellisesti. Myös ala-aseman huolellinen konfigurointi on tärkeää. Mikäli nämä työt tehdään kovalla kiireellä ja huolimattomasti, niin se kustautuu testausvaiheessa. Jos ongelmia tai vikoja havaitaan, se vaikuttaa negatiivisesti testausvaiheeseen. Tällöin testaus voi kestää useita tunteja. Testaus suoritetaan yleensä pareittain. Ilmanvaihtokoneet ovat usein korkeita, joten useiden laitteiden testaamiseen tarvitaan tikkaita. Toinen testaaja on antureiden ja toimilaitteiden päässä lukemassa antureiden arvoja ja valvomassa, että laitteet toimivat oikein. Toisella testaajalla on tietokone yhdistettynä ala-asemaan. Hän ohjaa ja säätää laitteita grafiikalta. Hän myös tarkistaa, että antureiden lukemat ovat samat grafiikalla ja kenttälaitteella.

### 5.1 Puhaltimien testaus

Triplassa puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajan avulla, joka on kytketty ala-asemaan Modbus-väylällä. Puhaltimien taajuusmuuttajat voidaan liittää myös perinteisesti käyttäen analogisia liityntöjä. Triplassa käytetään myös energiatehokkaita EC-puhaltimia, joissa ei ole ollenkaan taajuusmuuttajaa, vaan puhaltimen oma elektroniikka säätelee pyörimisnopeutta. Tällöin Modbus-väylä kaapeloidaan suoraan puhaltimelle. Modbus-väylän isäntänä toimii ala-aseman CPU, joka lähettää ja vastaanottaa sanomia. Sanomat kulkevat toista väyläjohtoa pitkin laitteelle ja palaavat toista johtoa pitkin takaisin ala-asemaan.

Tulopuhaltimen käynnistyminen on sidottu ns. pumppulukitukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että lämmityspatterin kiertovesipumpulta on tultava indikointi, jotta tulopuhallin voi käynnistyä. Poistopuhallin voi pyöriä vasta, kun tulopuhallin on saanut käyntiluvan.

Kun puhaltimet on ohjattu päälle, tulo- ja poistokanavien pellit aukeavat ensin, jonka jälkeen puhaltimet käynnistyvät. Puhaltimien on pyörittävä oikeaan suuntaan. Yleensä puhaltimen kyljessä on nuoli, joka kertoo oikean pyörimissuunnan. Mikäli puhallin pyörii



väärään suuntaan, korjataan taajuusmuuttajalta lähtevien kaapeleiden vaihejärjestystä tai muutetaan pyörimissuunta taajuusmuuttajan parametreista. Tässä vaiheessa avataan IV-koneen peltien luukut ja tarkistetaan silmämääräisesti, että molemmat peltimootorit avaavat pellit täysin auki.

## 5.2 Lämpötila-antureiden testaus

Lämpötila-anturit ovat useimmiten tyypiltään vastusantureita. Ne testataan oikosulke-  
malla anturin liittimet. Ala-asema reagoi tähän näyttämällä mittaustuloksena 120°C tai  
-50°C anturin elementistä ja muunnostaulukosta riippuen. Anturin ala-asemassa näyt-  
tämä arvon oikeellisuus tarkastetaan silmänmääräisesti.

Mittalähttimellä (0–10 V, 4–20 mA) varustettu lämpötila-anturi testataan tuottamalla  
lämpöä anturielementtiin. Ala-aseman grafiikalta tarkastetaan; muuttuiko halutun mit-  
tauksen tulos. Lähettimen mitta-alue ja ala-aseman muunnostaulukko tarkastetaan,  
että ne vastaavat toisiaan. Muunnostaulukko skaalaa virta- tai jänniteviestin näyttämään  
oikeaa lämpötilalukemaa ala-aseman grafiikalla.

## 5.3 Painelähttimien testaus

Ilman paine-eromittarit ovat tyypiltään mittalähttimiä. Ne lähettävät joko jännite- tai vir-  
taviestejä (0–10 V, 4–20 mA). Anturissa on kaksi mittayhdettä, johon liitetään silikoni- tai  
PVC-mittaletku. Aluksi tarkastetaan, että anturin mitta-alue on sama kuin ala-asemaan  
määritelty muunnostaulukko. Tämän jälkeen tarkastetaan nollapiste (molemmat mittayh-  
teet ovat samassa ilmatilassa). Mittaustulos ala-aseman grafiikalla pitää näyttää tällöin  
0 pascalia. Tämän jälkeen nostetaan anturin mittaamaan paine-eroa puristamalla mit-  
tausletkua kasaan. Paine-eron nosto tehdään 3–5 portaassa kohti mitta-alueen maksimi-  
m. Porrastuksen aikana mittarin näyttämää paine-eron arvoa verrataan ala-aseman  
arvoon.

Jos paine-eroanturi on varustettu paikallisella näytöllä, paikallinäytön lukema pitää vas-  
tata ala-aseman lukemaan muutaman pascalin tarkkuudella. Staattisen kanavapaineen

mittauksissa käytetään samaa laitetta kuin paine-eron mittauksissa. Tuolloin anturiin kytketään vain toinen mittaletkuista.

#### Ilmamäärämittarit

Ilmamäärämittarit toimivat samalla periaatteella kuin paine-eromittarit. Mittareihin asetellaan k-arvo ja valitaan käytettävä laskentakaava. K-arvo on IV-koneen toimittajan ilmoittama arvo, jonka avulla ilmamäärää voidaan säätää. Mittari laskee näiden arvojen avulla paine-erosta ilmamäärän.

K-arvon laskemiseen voidaan käyttää kaavaa:

$$k = q \div \sqrt{\Delta P_m}$$

jossa

q on kanavan ilmavirta (l/s)

$\Delta P_m$  on mittauspaine-ero

Nesteverkostojen paineanturit tarkastetaan paikallisten painemittareiden (PI) avulla. Paikallisen mittarin lukema täytyy vastata paineanturin näytössä olevaa tulosta. Sama tulos täytyy näkyä ala-aseman grafiikalla.

Mittaustulos pystytään kohdistamaan oikeaan pisteeseen kytkemällä painemittarin mittaushohdin irti mittarin päästä. Tällöin ala-aseman grafiikalla tulos näyttää 0 Bar ja anturivika-tilannetta.

Nesteverkostojen paine-eromittarit tarkastetaan paikallisten painemittareiden (PI) avulla. Paikallisten mittareiden lukeman erotus täytyy vastata paine-ero mittarin näytössä ole-



vaa tulosta. Mittarin näytössä olevan lukeman yksikkö on kPa/bar. Alakeskuksessa käytetään yksikköä kPa (1 Bar = 100 kPa paremman säädettävyyden takia. Ala-aseman grafiikalla näkyvän mittausravon täytyy vastata mittarin näyttämää arvoa.

Verkon paine-eron toteamiseksi pumppujen on pyörittävä.

## 5.4 Vianhaku ja ongelmien ratkaisu

Ilmanvaihtokoneissa löytyy testausvaiheessa aina vikoja tai puutteita, mitkä pitää korjata. Tätä varten on hyvä suunnitella ne toimenpiteet, joilla viat on helppo kohdentaa ja sen jälkeen korjata. Testausvaiheessa vikojen etsintään ei kannata käyttää viittä minuuttia enempää, koska muuten testauksen tehokkuus kärsii. Jos vikaa ei osata ratkaista nopeasti, niin vika tulee kirjata vikalistaan ja tulla korjaamaan se erikseen. Varsinkin, jos vikaan liittyy myös toisen urakoitsijan työsuoritus. Jos testauksessa havaitaan muiden urakoitsijoiden puutteita, niin niistä tulee ilmoittaa heille mahdollisimman nopeasti. Näin viat ja puutteet saadaan korjattua tehokkaasti. Taulukon 1 listassa on esitetty tyyppisiä vikoja, jotka on korjattu myöhemmin.

Taulukko 1. Itselle luovutuksen puutelista, jossa on lueteltuna IV-koneissa havaittuja vikoja ja puutteita. [5.]

|          |   |        |       |           |     |
|----------|---|--------|-------|-----------|-----|
| 1.4.2019 | K309 FG03 ei sulkeudu kokonaan ja aukenee hieman yli. Päivitys 20.5.2019: edelleen epäkunnossa  | RAU    | Kyllä | 21.5.2019 | SN  |
| 1.4.2019 | K309 FV05.1 Asentamatta, putket puuttuu. Päivitys 6.5.2019: Putket asennettu, venttiili on muutettava grafiikalla kolmitieventiiliksi. Työn alla - KORJATTU                 | PU/RAU | Kyllä | 20.5.2019 | Dke |
| 1.4.2019 | K309 SC02 LTO ei totele säätöviestiä. Ohjauskeskus antaa nopeudeksi suoraan 45. 20.5.2019 Päivitys: Korjattu, mutta kiellettiin vääriin suuntaan.                           | Koja   | Kyllä | 21.5.2019 | SN  |
| 1.4.2019 | K304 ME01 anturi asentamatta  | RAU    | Kyllä | 18.4.2019 | MNu |
| 1.4.2019 | K304, SC02 LTO virhekoodi SLP   | Koja   | Kyllä | 3.5.2019  | Tra |
| 1.4.2019 | K304, TE01 raitsilimakammio, Anturi asentamatta   | RAU    | Kyllä | 18.4.2019 | MJu |
| 1.4.2019 | K304, TE 05.1 Jäätymissuoja-anturi roikkuu uikona, myös kyllä puuttuu   | PU     | Kyllä | 14.5.2019 | LHe |
| 1.4.2019 | K304, TE 05.2 Kyllä puuttuu   | RAU    | Kyllä | 14.5.2019 | LHe |
| 1.4.2019 | K304, SC05 PUMPPU PUUTTUU   | PU     |       |           |     |
| 2.4.2019 | K341, FV04 säätö ei toimi   | RAU    | Kyllä | 4.4.2019  | Tra |
| 2.4.2019 | K341, SC02 LTO ei kytketty, nyt kytketty vain SORMIKIREYDELLE, vikakoodi f.ef. --> 16.4.2019 lähtee pyörimään heti kun kääntää nokkakäytintä, mutta ei reagoi säätöviestiin | Koja   | Kyllä | 2.5.2019  | Tra |
| 2.4.2019 | K341, TE04.1 ei testattu venttiilin toimimattomuuden takia  | RAU    | Kyllä | 4.4.2019  | Tra |
| 2.4.2019 | K341, TE10 ei mene viesti anturilta vakille perille   | RAU    | Kyllä | 4.4.2019  | Tra |
| 2.4.2019 | K341, TE19 ei kyllää - korjattu   | RAU    | Kyllä | 14.5.2019 | Dke |
| 2.4.2019 | K341, TE21 ei toimi, tarkista moduliposio   | RAU    | Kyllä | 4.4.2019  | Tra |
| 2.4.2019 | K341, TZA04 ei testattu, koska venttiili ei toiminut  | RAU    | Kyllä | 4.4.2019  | Tra |
| 3.4.2019 | K340, LTO taajari ja moottori ei kytketty, taajari vielä irrallaan.   | Koja   | Kyllä | 2.5.2019  | Tra |
| 3.4.2019 | K340, TE03 ei asennettu   | RAU    | Kyllä | 18.4.2019 | MNu |
| 3.4.2019 | K340, TE19 kyllä ei näy alias   | Huomio | Kyllä | 4.4.2019  | AP  |
| 3.4.2019 | K340, FV04 säätöviesti ei toimi. Venttiili liikkuu 0-100 irrottaessa ohjauskarvan.  | RAU    | Kyllä | 4.4.2020  | Tra |
| 3.4.2019 | K306, EC08 Tulopuhallin ei käynnisty  | Koja   | Kyllä | 8.4.2019  | SN  |
| 3.4.2019 | K306, EC21 Poistopuhallin ei käynnisty  | Koja   | Kyllä | 8.4.2019  | SN  |
| 3.4.2019 | K306 FV02 LTO piiri ei asennettu  | PU     | Kyllä | 18.4.2019 | OSo |
| 3.4.2019 | K306, PDIE02 LTO piiri ei asennettu   | PU     | Kyllä | 18.4.2019 | OSo |

## Puhaltimissa esiintyvät ongelmat

Puhaltimien ja ala-aseman välinen tiedonsiirto tapahtuu usein Modbus-väylän kautta. Väylän kommunikointia varten on aina oma ohjelmasovellus. Grafiikalle luodaan kuvake, joka aktivoituu ja näkyy punaisena, jos väylä ei toimi. Kommunikointiongelmia johtuu usein siitä, että väyläkaapeli on väärä. Tällöin tarkistetaan ala-aseman riviliittimiltä, että pari on oikea ja että väyläkaapeli ei ole ristissä toisen laitteen kanssa. Mikäli vika ei korjaannu, niin seuraavaksi tarkistetaan, että Modbus-laitteet on ohjelmoitu ala-asemaan oikein. Samalla tarkistetaan ala-aseman asetuksista, että portit ovat avattu väylälaitteille.

Taajuusmuuttajan parametrisointi kannattaa myös tarkistaa, jos tiedonsiirto ei toimi. Taajuusmuuttajan tiedonsiirtoasetukset pitää konfiguroida oikein, jotta puhaltimen kommunikaatio ala-aseman kanssa toimii.

## Antureissa esiintyvät ongelmat

Antureiden viat ja ongelmat selviävät testausvaiheessa. Grafiikalta pystyy vertailemaan eri antureiden näyttämiä lukemia. Jos samassa IV-koneessa olevien lämpötila-antureiden lukema poikkeaa useita asteita toisistaan, niin yleensä anturin muunnostaulukko on väärä.

Jos anturi ei näytä oikeaa lukemaa, niin ensimmäisenä kannattaa tarkistaa, ala-aseman IO-moduuliin on kytketty oikea kaapeli ja siitä oikeat johtimet. Helpointa on ”soittaa” kaapeli läpi, eli oikosulkea johdinpari toisesta päästä ja mitata resistanssi toisesta päästä yleismittarilla. Tällä tavalla voidaan varmistaa, että kytketty johdin on oikea.

Jos paineanturi näyttää vääränlaista lukemaa, niin tarkistetaan, että mittaletkut on asennettu oikein, ja että niissä ei ole liian jyrkkiä mutkia. Tarkistetaan myös, että mittaletkut eivät ole puristuksissa. Paineanturin parametrisointi on myös hyvä tehdä uudelleen, jos laite näyttää edelleen outoa lukemaa.

Jos anturin mittauspiste näyttää grafiikalla moduulivikaa, niin tarkistetaan, että moduulit on viety ala-asemaan ja että kyseinen piste on linkitetty oikeaan moduulin pisteeseen.

Mikäli yhteys ei toimi ollenkaan moduulin ja CPU:n välillä, tarkistetaan, että väylän johdot eivät ole ristissä ja että dip-kytkimillä asetettu moduulin osoite on oikea.

## 5.5 Toimintakoe

Toimintakoe on valvojan ja urakoitsijan välinen toiminnantarkistus. Toimintakokeessa tarkistetaan, että IV-kone toimii suunnitellulla tavalla ja että se toimii turvallisesti. Toimintakokeessa käydään läpi yksityiskohtaisesti IV-koneen toiminnalliset ja ohjelmalliset ominaisuudet. Toimintakoe suoritetaan vasta sitten, kun kaikki IV-koneen asennukset on tehty, urakoitsijoiden itselle luovutus on suoritettu ja puutteet on korjattu. Ilmastointiurakoitsijalta saadaan ilmanvaihtokoneiden mittauspöytäkirjat, joissa käy ilmi mitkä säätöasetusarvot asetetaan järjestelmään säätöjen lopullisia v irityksiä varten.

## 5.6 Raportointi

Raportointi on erittäin tärkeä osa testausta erityisesti suurilla työmailla. Kun testaajia on useita, on välttämätöntä kirjata puutteet selkeästi, jotta se osataan korjata muiden toimesta.

Triplan työmaalla käytettiin valmiita excel-pohjia raportointiin. Taulukosta 2 näkyy testattavan laitteen nimi, tunnukset, ok-merkinnät liittyen asennukseen, kytkentöihin, toimintoihin ja kyltteihin sekä kuittaukset päivämäärineen. Taulukosta 1 puuttuu tilanpuutteen vuoksi vielä puutemerkintä, joka on oikealla kuittauksen jälkeen. Jos laite ei ole ok, siitä kirjataan aina puute. Samassa taulukossa on myös puutteet-välilehti, josta ilmenevät kaikki osakohteen puutteet. Puute numeroidaan taulukon 2 testauslistaan ja kirjataan selkeästi puutelistaan.

Taulukko 2. Itselle luovutuksen pistetestausta. [5.]

| Fidelix Oy<br>Martinkyläntie 41, 01720 VAA<br>Puh. +358 9 250 1288<br>Fax. +358 9 250 1299 |       | RAKENNUSAUTOMAATIO<br>ITSELLELUOVUTUS<br>Pistetestaus |  |          | HUOMAUTUKSET: |               |          |          |              |              |                 |
|--|-------|---|--|----------|---------------|---------------|----------|----------|--------------|--------------|-----------------|
|  |       | Asiakirja n:o p3465c Tripla-S Pistetestaus            |  |          |               |               |          |          |              |              |                 |
|  |       | Projektin n:o 3465c                                   |  |          |               |               |          |          |              |              |                 |
|  |       | Pvm Laajitus  |  |          |               |               |          |          |              |              |                 |
|  |       | Viimeisin muutos: 8.7.2019 J-PS                       |  |          |               |               |          |          |              |              |                 |
|  |       | Laadittu 29.1.2019 AP                                 |  |          |               |               |          |          |              |              |                 |
| VAK  | Koje  | Laite   | Laite                                  | Sijainti | Asennus       | Kytkeytyminen | Merkkaus | Toimitus | Perustaminen | Kuittaus FAT | Kuittaus työmaa |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | FG01  | Raitisilma pellimootori                |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.6.2019 Dke    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | FG22  | Jäteilma, Peltimootori                 |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.7.2019 AP     |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | FV04  | Lämmityspatteri, Saatoventtiili        |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.6.2019 Dke    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | FV05  | Jaahdytyspatteri, Saatoventtiili       |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              |                 |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | SC04  | Lämmityspatteri, Kiertovesipumppu      |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 27.6.2019 HPA   |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PDIE01  | Raitisilma suodatin, Paine-erolähetin  |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.6.2019 Dke    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PDIE02  | LTO-kiekk, Paine-erolähetin            |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 2.7.2019 HPA    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PDIE08  | Tulopuhallin, Ilmamaalarähetin         |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 19.6.2019 Tra   |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PDIE19  | Poistotilma suodatin, Paine-erolähetin |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.6.2019 Dke    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PDIE21  | Poistopuhallin, Ilmamaalarähetin       |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 3.6.2019 Dke    |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PIE10   | Tulokanava, Paineerähetin              |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 2.7.2019 AP     |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | PIE19   | Poistokanava, Paineerähetin            |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 2.7.2019 AP     |
| RK/MLK-SA313   | SA313 | SC02  | LTO-kiekk, Ohjauskeskus                |          | ok            | ok            | ok       | ok       | ok           |              | 4.7.2019 AP     |

Usein testattavan IV-koneen luona ei ole saatavilla verkkoyhteyttä, joten pistetestausta ladataan aluksi omalle tietokoneelle. Ladattuun versioon tehdään kirjaukset työmaalla, jonka jälkeen muutokset kopioidaan pilvipalvelussa olevaan ja ajan tasalla pidettävään itselle luovutuslistaan. Kaikki data, jota käytetään työmaan edistymiseen, ladataan pilvipalveluun, josta se on kaikkien projektinhoitajien ja projektipäälliköiden muokattavissa ja katseltavissa.

## 6 Yhteenveto

Tavoitteena oli dokumentoida tyypillisen IV-koneen testauksen eri vaiheet sekä sen laitteisto. Fidelix Oy halusi saada materiaalia uusia työntekijöitä varten. Tämä dokumentti on validi perehdyttämistä varten. Yrityksen tavoitteena on saada uudet työntekijät tekemään tuottavaa työtä heti alusta alkaen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin valmis dokumentti ilmanvaihtokoneen pistetestauksesta. Pistetestaukseen kuuluu ala-aseman käynnistäminen, grafiikan ja ohjelman lataaminen ala-asemaan, testaus ja raportointi. Yritys ottaa dokumentin omaan käyttöönsä. Työn avulla voidaan antaa pintapuolinen perehdytys uusille työntekijöille.

Haasteita toi aihealueen laajuus ja sen järkevä rajaus. Aihe oli hyvin laaja, joten työtä piti rajata melko rankasti. Rajausta tehtiin jatkuvasti opinnäytetyön edetessä. Aloitusvaiheessa ei vielä tiedetty tarkkaan, mitä työ tulee pitämään sisällään. Erinomaisen optimoinnin ja työpaikkaohjaajan välisten keskustelujen kautta saatiin opinnäytetyöhön haluttu sisältö. Haasteiden ja ongelmien kautta päästiin kuitenkin hyvään lopputulokseen. Kun kaikki opitaan kantapäähän kautta, niin opitaan eniten.

Opinnäytetyön tekemisen kautta sai itsekin paremman käsityksen, miten ilmanvaihtojärjestelmät toimivat ja miten IV-koneiden ala-asemat otetaan käyttöön.

## Lähteet

- 1 Ilmanvaihto 2019. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto>>. Luettu 28.8.2019.
- 2 Ilmanvaihto 2019. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys. <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>>. Luettu 28.8.2019.
- 3 Tanja, Peltoniemi. 2019. HR- ja markkinointipäällikkö. Fidelix Oy. Vantaa. Keskustelu. 15.10.2019.
- 4 Tripla Rakennusautomaatiojärjestelmän toimintakoesuunnitelma. Fidelix Oy. Verkkoaineisto. Luettu 10.10.2019.
- 5 Triplan projektinhoito. Microsoft Teams. 2019. Verkkoaineisto. Luettu 14.10.2019.
- 6 Bragge, Mikael. 2017. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Opinnäytetyö. Theseus. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127145/Bragge\\_Mikael.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127145/Bragge_Mikael.pdf?sequence=4&isAllowed=y)> Luettu 17.10.2019.
- 7 Pro dual. 2019. Verkkoaineisto. <[www.produal.com/fi/shop](http://www.produal.com/fi/shop)>. Luettu 23.10.2019.
- 8 Tehdastestit ja kelpuus. 2012. Verkkoaineisto. <<https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Tehdastestit+ja+kelpuus>>. Luettu 29.10.2019.
- 9 Koponen, Ville. 2015. Säädetävien sähkömoottorien vertailu. Opinnäytetyö. Theseus. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/91900/Koppanen\\_Ville.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/91900/Koppanen_Ville.pdf?sequence=2)>. Luettu 31.10.2019.
- 10 Direct Industry. 2019. Verkkoaineisto. <<https://www.directindustry.com/prod/ziehl-abegg/product-19324-291066.html>>. Luettu 11.11.2019.

