

# **Nokian raskaiden renkaiden automaatiolaajennus**

Samuli Nihti

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2020  
Tekniikan ala  
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

Tekijä(t) Nihti, Samuli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Nokian raskaiden renkaiden automaatiolaajennus</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ari Kuisma, Veli-Matti Häkkinen		
Toimeksiantaja(t) Honeywell Oy		
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena on parantaa ja uudistaa Nokian renkaiden automaatiota. Pää tavoitteena on ilmanvaihdon parantaminen ja tehokkuus. Työssä tutustutaan kokonaisen automaatio-projektin toimintaan ja sen vaiheisiin. Työssä myös käydään läpi rakennusautomaation ja ilmanvaihdon pääasiat pinnallisesti.</p> <p>Työssä käydään läpi automaatioprojektin vaiheita ja suunnittelun pääkohtia. Työssä kuvataan, mitä rakennusautomaatio on kevyesti ja mitä eri tasoja siihen kuuluu ja mitä näissä tapahtuu. Tehtaassa käytetään koneellista ilmanvaihtoa, joten sitä käsitellään pääosin opinnäytetyössä. Opinnäytetyössä käydään myös läpi tärkeimmät ilmanvaihdon laitteet.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä oma versio Honeywellin projektista pois lukien ohjelmasuunnittelu. Kytkentäsuunnittelu ja venttiilien mitoitukset tehtiin Excelin avulla ja Honeywell teki ohjelmasuunnittelun. Kyseessä on projektiluontoinen työ, jossa tehdään projektin vaiheiden mukaan työ yritykselle.</p>		
Avainsanat (asiasanat) automaatio, ilmanvaihtojärjestelmä, rakennusautomaatio		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet) .		

Author(s) Nihti, Samuli	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 29	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Automation expansion of Nokia's heavy tires</b>		
Degree programme Bachelor's Degree Programme in Electrical and Automation Engineering		
Supervisor(s) Kuisma, Ari & Häkkinen, Veli-Matti		
Assigned by Honeywell Oy		
Abstract  <p>The goal of the thesis was to improve and revamp the automation of Nokian tires. The main goal was to improve ventilation and its efficiency. In this work it is possible to get acquainted with a complete automation project and what it involves. The research introduces building automation and ventilation.</p> <p>The thesis reviews different automation project phases and highlights of the planning. In this study, the basics of building automation have been described. The work details what different levels it has and what is done in these levels. A Factory uses mechanical ventilation, so it is the main point of coverage in the thesis. The most important equipment of the ventilation is explained.</p> <p>The purpose was to make a personal version of the Honeywell project, excluding the program design. The circuit design and valve sizing were done using Excel and the program design was made by Honeywell. This was a project-type work, where the work is done for the company according to the stages of the project.</p>		
Keywords/tags (subjects) Automation, building automation, ventilation system		
Miscellaneous (Confidential information)		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Rakennusautomaatio.....</b>	<b>3</b>
2.1	Valvomotaso.....	5
2.2	Alakeskustaso .....	6
2.3	Kenttälaitetaso .....	7
<b>3</b>	<b>Rakennusautomaation koneellinen ilmanvaihto .....</b>	<b>8</b>
3.1	Painovoimainen ilmanvaihto.....	8
3.2	Koneellinen poistoilmanvaihto .....	9
3.3	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto .....	10
<b>4</b>	<b>Ilmanvaihdossa käytettävät laitteet .....</b>	<b>11</b>
4.1	Pyörivä LTO-laite .....	11
4.2	Levylämmönsiirrin .....	12
4.3	Nestekiertoiset lämmönsiirtimet .....	13
4.4	Ilmanvaihtopatteri.....	13
4.5	Kostutin .....	14
4.6	Säätöpelti.....	15
<b>5</b>	<b>Ilmanvaihdon säädökset .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Projektin aloitus ja teko .....</b>	<b>17</b>
6.1	Venttiilin mitoitus.....	18
6.2	Kytkentäluettelot.....	18
6.3	Massoittelu.....	20
6.4	Ohjelmasuunnittelu.....	21
<b>7</b>	<b>Tulokset ja pohdinta .....</b>	<b>22</b>

**Kuviot**

Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne .....	4
Kuvio 2 Painovoimainen ilmanvaihto .....	9
Kuvio 3 Koneellinen poistoilmanvaihto .....	10
Kuvio 4 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.....	11
Kuvio 5 pyörivä LTO-laite .....	12
Kuvio 6 levylämmönsiirrin .....	13
Kuvio 7 Ulkoilman lämpötilat .....	16
Kuvio 8 Venttiilin mitoitus .....	18
Kuvio 9 AI-taulukko.....	19
Kuvio 10 DI-taulukko.....	19
Kuvio 11 Ilmanvaihtokoneen säätökaavio.....	20
Kuvio 12 Massoittelu .....	21
Kuvio 13 Toimintaselostus.....	22
Kuvio 14 Honeywell DI-taulukko.....	22
Kuvio 15 Työn DI-taulukko.....	23

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on Nokian raskaiden renkaiden tehtaan automaation uudistaminen, jossa keskitytään pääasiassa ilmanvaihdon uusimiseen tehtaassa. Tehtaassa käytetään koneellista ilmanvaihtoa, joten sitä käsitellään pääosin opinnäytetyössä.

Nokian renkaiden ilmanvaihto oli hieman vanhentunut, joten se oli kannattavaa uusia. Ilmanvaihto kannattaa päivittää tarpeeksi usein, sillä lait ja määräykset energian käytöstä ja säästöstä tiukentuvat parempaan päin vuosi toisensa perään. Tästä syystä on tärkeää pitää ilmanvaihto ja ilmastointi ajan tasalla.

Tämä työ on tehty toimeksiantona Honeywell Oy:lle, joka vastaa Nokian raskaiden renkaiden ilmastointiprojektista. Honeywell on maailmanlaajuisesti tunnettu Fortune 100-listattu monialan teknologiayritys, joka kattaa Suomessa teollisuusautomaation, rakennusautomaation ja rakennusten huoltopalvelut. Honeywell tekee monia samantyyppisiä projekteja, joten työstä saa hyvän kuvan millaisia projekteja yrityksellä esimerkiksi on. Työssä tehdään toinen versio Honeywellin tekemästä työstä samojen alkutietojen perusteella.

## 2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on automaation osa-alue, jonka tarkoituksena on parantaa kiinteistöjen viihtyvyyttä. Rakennusautomaation tarkoituksena on ohjata kiinteistöjen lämmitys-, valaistus-, ilmanvaihto-, jäähdytys-, hälytys- ja valvontajärjestelmiä automaattisesti ja yhdistää nämä toiminnot automaatiojärjestelmäksi.

(Kivimäki 2014.)

Rakennusautomaation keskeisin tehtävä on kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen, koska kiinteistöjen hoitokulut muodostuvat veden ja energian kulutuksesta. Turvallisuus lisääntyy rakennusautomaation avulla isoissa kiinteistöissä, kuten sairaaloissa ja kouluissa. Oikein suunniteltu ja toteutettu automaatiojärjestelmä parantaa

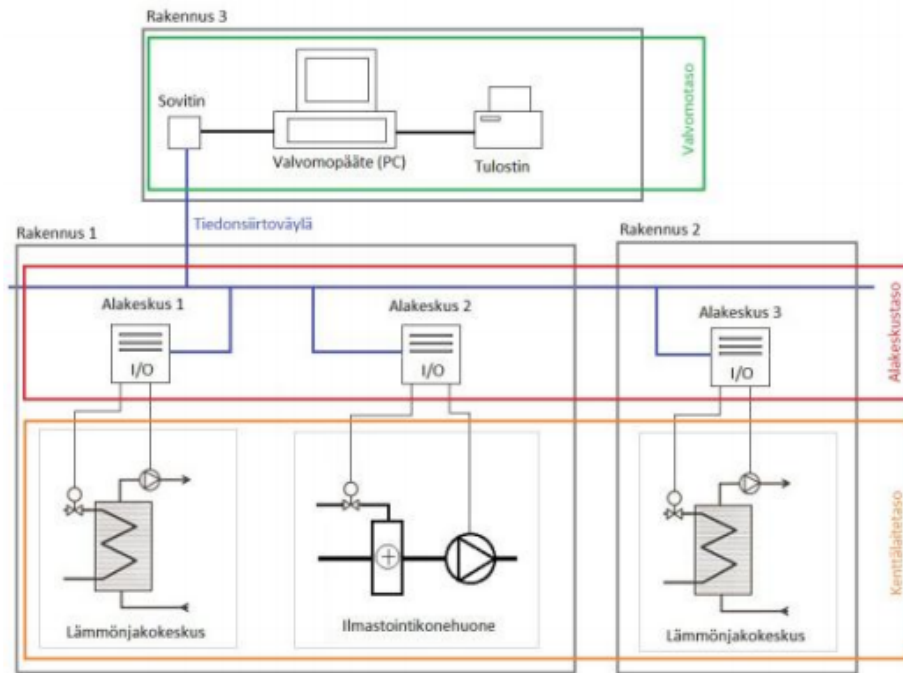
kiinteistön helppokäyttöisyyttä ja henkilöstön rutiinityöt vähenevät. Kustannukset myös pienenevät, jolloin taloudellinen hyöty kasvaa. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)

Rakennusautomaatiojärjestelmien toimintamalli jaetaan karkeasti kolmeen tasoon. Tasot ovat valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetaso. Valvomotason avulla ohjataan koko rakennusautomaation toimintaa eli se vastaa järjestelmän reitityksistä, hälytyksistä ja muista hallinnollisista toimista. Alakeskustaso operoi valvomo- ja kenttälaitetaso välillä. Alakeskustaso koostuu prosessin ohjaus-, säätö-, ja valvontatoiminoista. Kenttälaitetasolla ovat toiminnan kannalta tärkeät toimilaitteet ja mittausanturit.

Rakennusautomaatiojärjestelmällä pystytään ohjaamaan jokaista taloteknistä järjestelmän pääprosessin osaa kuten;

- lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä
- vesi- ja viemärijärjestelmiä
- ilmanvaihtoteknisiä järjestelmiä
- valvonta- ja hälytysjärjestelmiä
- sähkötekniisiä järjestelmiä kuten esimerkiksi valaistusjärjestelmiä. (Kivimäki 2014.)

Rakennusautomaatiojärjestelmät voivat olla joko avoimia tai suljettuja automaatiojärjestelmiä. Avoimiin järjestelmiin voidaan liittää myös muita järjestelmiä, kuten kulunvalvonta ja paloturvallisuusjärjestelmiä, kun taas suljetut järjestelmät sisältävät vain rakennusautomaation ja järjestelmän toimittaja voi vain tehdä muutoksia järjestelmän rakenteeseen. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)



Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

## 2.1 Valvomotaso

Käyttäjä kommunikoi valvomotason avulla automaatiojärjestelmän kanssa. Valvomosta saadaan tietoa prosessien tilasta, huolloista, hälytyksistä ja antureiden mitauksista. (Kivimäki 2014.)

Alakeskuksiin kerätään kentältä tieto, joka lähetetään tiedonsiirtoväylän avulla valvomoon. Siellä saatu informaatio muokataan käyttäjälle oikeaan ja ymmärrettävään muotoon käyttöliittymän avulla. Käyttöliittymät suunnitellaan eri kohteisiin tapauskohtaisesti, kattamaan tarpeelliset käyttökohteen käyttötarpeet. Käyttöliittymän avulla käyttäjä kommunikoi automaatiojärjestelmän kanssa. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)

Paikallisvalvomolaitteistot ovat usein koostuneet Windows-pohjaisista PC-tietokoneista ja grafiikkanäyttöistä. Nykyisin ovat yleistyneet selaimella käytettävät tabletit ja älypuhelimet, joihin saadaan tietoa prosessista etävalvontaperiaatteella. (Kivimäki 2014.)



## 2.2 Alakeskustaso

Kiinteistöjen mitta- ja toimilaitteet liitetään kohteessa käytettävään rakennusautomaatiojärjestelmään alakeskusten välityksellä. Valvomo ja alakeskus kommunikoi keskenään tiedonsiirtoväylän avulla. Alakeskukset tyypillisesti koostuvat I/O-moduuleista ja automaatiopalvelimesta. Prosessiasemat ohjaavat alakeskuksien toimintaa ja muistissa sijaitsevia käyttöliittymiä sekä säätöohjelmia. Alakeskusten liityntäpisteet muodostuvat joko fyysisistä tai ohjelmallisista pisteistä. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)

Fyysisillä pisteillä tarkoitetaan kenttälaitteiden kaapeloimista automaatiojärjestelmän alakeskuksien I/O-moduuleille. Ohjelmallisilla pisteillä taas tarkoitetaan itse automaatiojärjestelmässä tapahtuvaa ohjelmallista toimintaa, joka voi olla esimerkiksi lämpötila-anturin mittaustiedon perusteella tapahtuvaa venttiilin säätöä. Käytettäviä I/O-moduulityyppejä ovat

- DI (digital input) -moduuleilla hoidetaan indikoinnit ja hälytykset
- DO (digital output) -moduuleja käytetään, on/off tyyppisissä ohjauksissa
- AI (analog input) -moduulit ovat mittaustietoja varten
- AO (analog output) -moduulit hoitavat säätöominaisuuksia. (Koski 2014, 12.)

Alakeskuksiin liitetyt I/O-moduulit hoitavat niihin liittyneiden kenttälaitteiden indikointi-, säätö-, ohjaus-, mittaus- ja hälytystoimintoja. Tyypillisiä alakeskuksiin liitettäviä kenttälaitteita ovat

- venttiilit
- anturit
- puhaltimet
- pumput
- puhaltimet
- taajuusmuuttajat
- peltimoottorit. (Koski 2014, 12.)

Alakeskukset sisältävät tarvittavan rakennusautomaatiojärjestelmien älyn minkä avulla ne toimivat oikein. Fyysisesti alakeskukset sijoitetaan kohdekiinteistön teknisiin tiloihin. (Koski 2014, 12.)

### 2.3 Kenttälaitetaso

Kenttälaitetaso koostuu kentällä, eli eri osissa kiinteistöä sijaitsevista antureista ja toimilaitteista. Rakennusautomaatiossa useimmiten käytettyjä antureita ovat lämpötila-, paine- ja hiilidioksidianturit. Yleisimpiä toimilaitteita ovat säätöventtiilit, pumput, säätöpellit ja kompressorit. Kenttälaitteiden sijoittelu voi vaikuttaa käyttökohteen mittaustuloksiin negatiivisesti, jos kenttälaitteet eivät ole sijoitettu järjestelmään oikein. (Kivimäki 2014.)

Kenttälaitteet liitetään alakeskusten kytkentäpisteisiin. KytKentäpisteet voivat olla digitaalisia tai analogisia tuloja ja lähtöjä. Kenttälaitteet voivat olla myös väyläliitännäisiä. Antureiden ja toimilaitteiden viestityyppi ja käyttö määrittävät käytettävän pisteen toiminnallisuuden. Esimerkiksi lämpötila- ja paineantureiden fyysiset kaapeloinnit viedään AI-moduuleille. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)

Kenttälaitetasolla voi olla myös hajautettuja I/O-moduuleita, jotka liitetään tiedon siirtoväylällä alakeskuksiin. Hajautettuja I/O-moduuleja käytetään yleensä vähentämään pitkiä kaapelointimatkoja kenttälaitteiden ja alakeskusten välillä. (Sahlstén, Sandström & Spangar 2012.)

Väylä- ja instrumentointikaapeloinnit alakeskusten, valvomoiden, kenttälaitteiden, huoneantureiden ja hajautettujen I/O-moduulien välillä suunnitellaan niin, että yhteydet pysyvät eri laitetasojen välillä kunnossa tai että väliaikainen vikatilanne ei aja koko järjestelmää alas. (Kivimäki 2014, 23.)

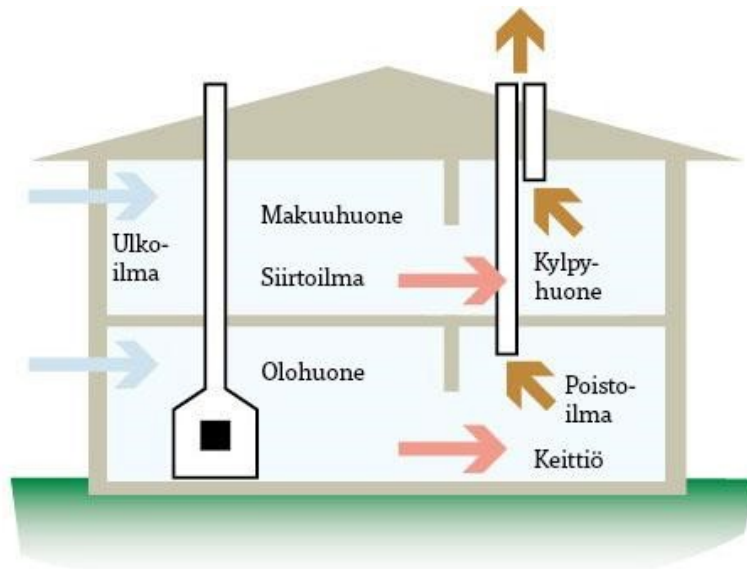
### **3 Rakennusautomaation koneellinen ilmanvaihto**

Ilmanvaihdon tarkoituksena on tuoda sisätiloihin puhdasta ja laadukasta ilmaa sekä poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet. Tämä on huomattavasti tärkeämpää teollisuudessa, koska rakennuksessa olevat laitteet määrittävät ilmanvaihdon tehokkuuden ja toiminnan. Ilmanvaihdon perustoiminta perustuu paine-eroihin, jossa ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään. Tämä saavutetaan koneellisessa ilmanvaihdossa puhaltimien avulla.

Ilmanvaihtojärjestelmiä on kolmea erilaista, jotka ovat painovoimainen ilmanvaihto, koneellinen poistoilmanvaihto ja koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Teollisuudessa käytetään yleisesti koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa, joka on paras vaihtoehto tehokkaalle ilmanvaihdolle. Tämä on myös energiatehokasta, josta on erittäin paljon hyötyä teollisuudessa. (Lappalainen 2010.)

#### **3.1 Painovoimainen ilmanvaihto**

Painovoimainen ilmanvaihto (ks. kuvio 2) on vanhin ilmanvaihto menetelmä, joka perustuu sisä- ja ulkoilman lämpötilaerojen ja tuulen aiheuttamaan paine-eroon. Sisäilman lämpötilan noustessa ilma kohoaa ylöspäin hormia pitkin kohti viileämpää ulkoilmaa. Poistoilmanvaihto toimii näin ja vastaavasti tuloilma rakennukseen tulee suurin osin asennettujen korvausilmaventtiilien kautta tai rakennuksen vuotokohdista. Korvausilmaventtiilit ovat asennettu yleensä oleskelutilojen seiniin, ikkunan karmeihin ja tuuletusluukkuihin. Painovoimainen ilmanvaihto on yleisin ilmanvaihtomuoto vanhoissa taloissa ja rakennuksissa. (Ilmanvaihtojärjestelmät n.d.)

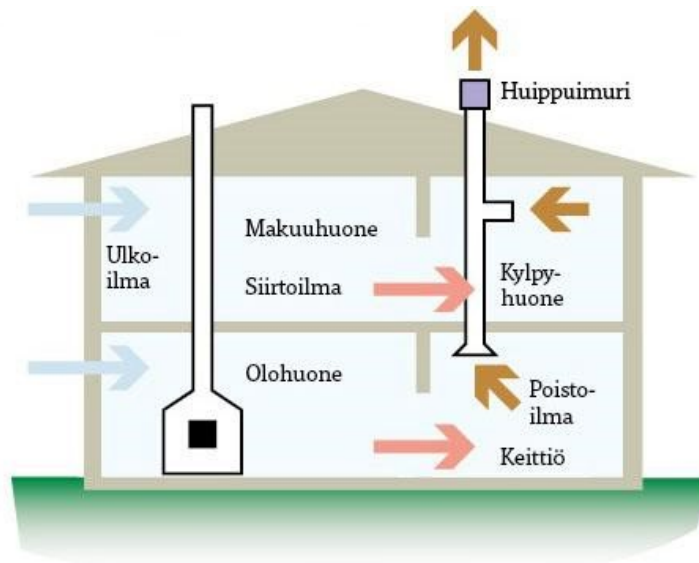


Kuvio 2 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisen ilmanvaihdon ongelmat syntyvät ilmanvaihtuvuudessa korkeissa lämpötiloissa, sillä sisä- ja ulkoilman lämpötilat ovat niin lähellä toisiaan, että ilma ei pääse vaihtumaan tasaisesti. Ongelmana voi olla myös vedon tunne rakennuksessa, jos kovan tuulen sattuessa rakennuksessa tapahtuu hallitsematonta lävitse vuotoa ja kylmäilma pääsee virtaamaan korvausilmaventtiilistä sisälle rakennukseen. Painovoimainen ilmanvaihto ei ole myöskään energiatehokasta, koska poistoilman lämpöenergiaa ei saada kierrätettyä takaisin vaan se poistuu ulkoilmaan. Puutteellisen ilmanvaihdon takia on kosteusvauriot ovat mahdollisia vaaroja. (Ilmanvaihtojärjestelmät n.d)

### 3.2 Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellinen poistoilmanvaihto (ks. kuvio 3) tuli yleiseksi painovoimaisen ilmanvaihdon jälkeen noin 70-luvulla ja se on nykyäänkin yleinen asuinkerrostaloissa. Koneellisen poistoilmanvaihto perustuu painovoimaiseen ilmanvaihtoon, mutta ilmanvaihtoa on tehostettu koneellisesti esim. huippuimurilla tai puhaltimella. Puhallinta voidaan pitää jatkuvasti päällä tai se voi olla liitettynä valonkatkaisimeen.



Kuvio 3 Koneellinen poistoilmanvaihto

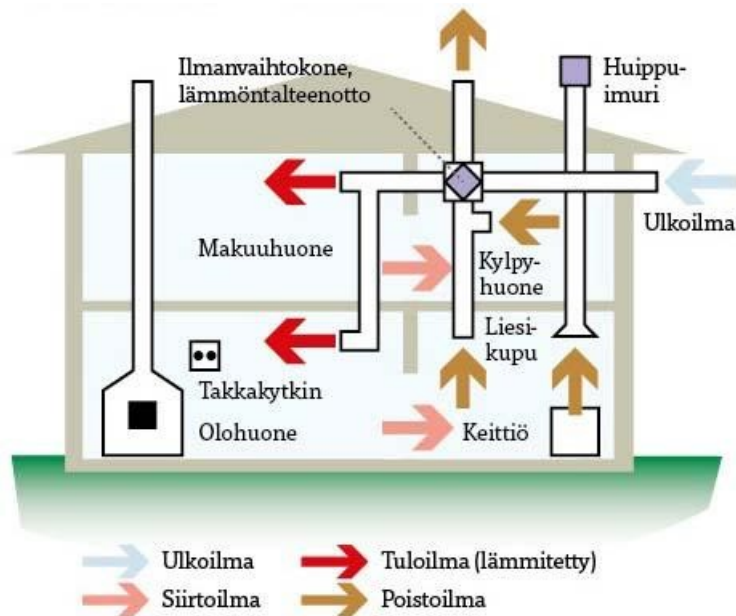
Puhaltimen avulla poistoilmanvaihto ei ole säiden armolla, joten se on toimintavarmempi ratkaisu. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa korostuu erityisesti myös korvausilman saanti, sillä jos puhallin ei saa tarpeeksi ilmaa korvausilmaventtiilien avustuksella, alkaa koneellinen poistoilmanvaihto imeä korvausilmaa rakenteista ja niiden liitoksista. Tässä kärsii ilmanlaatu sillä rakenteista saatu ilmanlaatu ei ole puhdasta.

Koneellisessa poistoilmassa on myös painovoimaisen ilmanvaihdon kanssa samoja ongelmia kuten poistoilman kierrätys ja vedon tunne. Poistoilman kierrätyksen puute huonontaa energiatehokkuutta kuten painovoimaisessa ilmanvaihdossa. (Seppänen 1996.)

### 3.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on uusi ja energiatehokas ilmanvaihto muihin verrattuna. Tästä syystä se on myös yleistynyt huomattavasti suomessa. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa (ks. kuvio 4) ilmaa liikutetaan rakennuksen sisällä koneellisesti. Raitisilma koneelle tuodaan ulkoa, joka lämmitetään LTO-laitteen ja jälkilämmityspatterin avustuksella sopivaan lämpötilaan. Tämän jälkeen lämmitetty tuloilma puhalletaan niin sanottuihin ”puhtaisiin” tiloihin, kuten makuuhuoneeseen ja

oleskelutiloihin. Poistoilma imetään poistoventtiileihin ”likaisista tiloista”, kuten keittiöstä tai pesutiloista. Tällöin pystytään rajaamaan näissä tiloissa syntyvä kosteus ja hajut. Ilman johdetaan takaisin IV-koneelle kanavia pitkin. LTO-laite ottaa talteen tässä vaiheessa lämpöä talteen poistoilmasta tuloilman lämmitykseen. Poistoilma johdetaan LTO-laitteen jälkeen jäteilmakanavia pitkin ulos. (Ryypö 2005.)



Kuvio 4 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

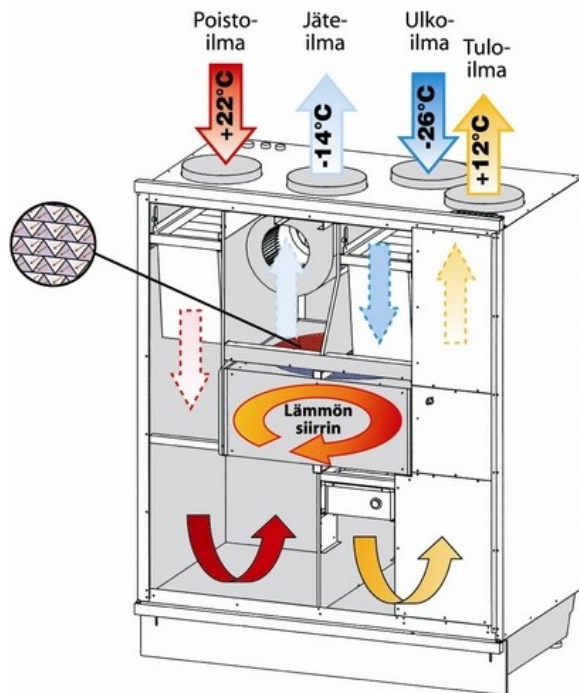
Koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla pystytään rakentamaan tiiviitä rakennuksia sillä korvausilmaa ei tarvitse tuoda rakennuksen vaipan läpi ulkoilmasta. Korvausilma tulee rakennukseen suoraan IV-koneen kautta. LTO-laite on energiatehokas, sillä se kierrättää lämpöenergiaa ilman lämmityksessä. (Ryypö 2005.)

## 4 Ilmanvaihdossa käytettävät laitteet

### 4.1 Pyörivä LTO-laite

Pyörivässä lämmöntalteenotto (LTO)-laitteessa on kenno, joka ottaa lämpöä talteen lämpimästä poistoilmasta ja puolen kierroksen jälkeen luovuttaa lämmön rakennukseen tulevaan ilmaan lämmönsiirtimen avulla kuten kuviossa 5. Tästä syystä pois-

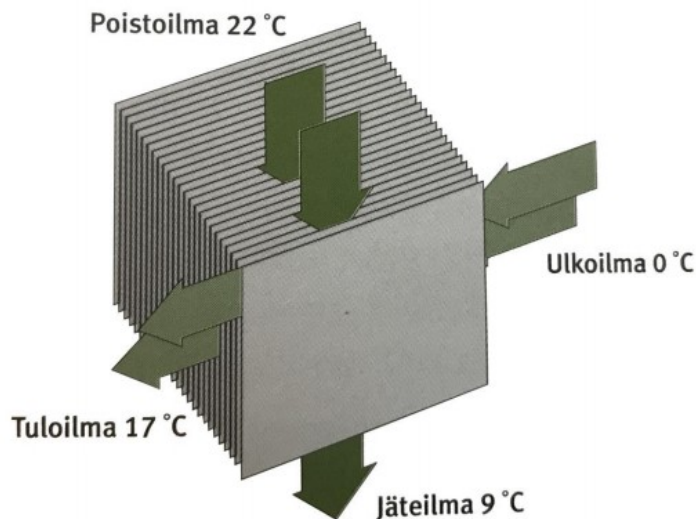
toilma- ja tuloilmakanavat tulee sijoittaa vierekkäin, mikä voi hankaloittaa asentamista rakennuksiin, joissa ei ole erillistä tuloilmakanavaa. Hyötysuhde on noin 70–80 %, mikä riippuu ohjausjärjestelmästä ja jäätyminenesto ratkaisuista. Pyörivä lämmönsiirto soveltuu huonosti keskitetyllä ilmanvaihdolla toimivaan rakennukseen, eikä se sovellu epäpuhtaisiin ja kosteisiin tiloihin, koska toimintansa puolesta on riskinä ilmvirtojen sekoittuminen (RIL Ry 2015.)



Kuvio 5 pyörivä LTO-laite

## 4.2 Levylämmönsiirrin

Levylämmönsiirrin (ks. kuvio 6) on LTO-laitteista yksinkertaisin. Lämpöä siirretään ilman ilmavirtauksien sekoittumista ohuiden metallilevyjen avustuksella. Levylämmönsiirrin pystyy toimimaan myös vesiglykoliseoksella, joka kiertää metallilevyjen välissä. Vesiglykoliseoksen avulla lämpö siirtyy esimerkiksi lämminvesivaraajaan. Lämmöntalteenottokoneet, jotka toimivat levylämmönsiirtimellä ovat monikäyttöisiä, niitä käytetään teollisuudesta pienrakennuksiin. Hyötysuhde on yleensä 55–70 %. Levylämmönsiirtimet ovat epäkäytännöllisiä vanhemmissa rakennuksissa, koska ne tarvitsevat poistokanavan viereen ilman tulokanavan. (Lappalainen 2010, 64.)



Kuvio 6 levylämmönsiirrin

### 4.3 Nestekiertoiset lämmönsiirtimet

Nestekiertoiset lämmönsiirtimet soveltuvat vanhoihin rakennuksiin, joista puuttuu aikaisempi lämmöntalteenotto, sillä tuloilmakanavan rakentaminen ei ole tarpeellista. Lämmönsiirtimissä lämmönvälittäjänä käytetään vesi-glykoliseosta. Lämmönsiirrin koostuu kupariputkistosta, joiden ympärille on kierretty monisäikeistä kuparilankaa. Näiden lankojen avulla lämpöenergia siirtyy ilmasta nesteeseen. Vesi-glykoosiseoksen avulla keräämä ylijäämälämpö pystytään käyttämään esimerkiksi käyttöveden lämmitykseen rakennuksessa. Nestekiertoisien lämmönsiirtimien hyötysuhde on noin 40–60 %. Nestekiertoiset lämmönsiirtimet ovat ainoita toimivia ratkaisuja hyvin likaisen ilman lämmöntalteenotossa, sillä niissä järjestelmissä ei poistoilma kohtaa lainkaan tuloilmaa. Lämmönsiirrin toimii kahden lämmönvaihtimen avulla, jotka kupariputkisto yhdistää toisiinsa. Lämmönvaihtimet sijoitetaan poistoilmakanavaan ja tuloilmakanavaan. (Isosaari 2012, 40.)

### 4.4 Ilmanvaihtopatteri

Ilmanvaihtopatterien tarkoitus on tuloilman esilämmitys ja -viilennys. Patteri asennetaan tuloilmakanavaan/ulkoilmakanavaan ennen IV-laitetta. Patterit ovat usein nestekiertoisia, jolla on helppo muuttaa ilman lämpötilaa. Ilmanvaihtopatterien avulla



tasoitetaan kesän ja talven lämpötilapiikit esilämmittämällä ilmaa talvella ja esiviilentämällä ilmaa kesällä. Ilmanvaihtopatterin avulla ilmanvaihto säästää huomattavasti energiaa vähentämällä ilmanvaihtolaitteen energiakulutusta ilmanlämmityksessä ja viilentämisessä. Ilmanvaihtojärjestelmän luotettavuus paranee ääriämpötilojen, kuten hellejaksojen tapahtuessa. Ilmanvaihtopatteri voidaan asentaa kaikkiin rakennuksiin, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto riippumatta lämmitysmuodosta. Esilämmitysjärjestelmillä on hyvä hyötysuhde eli COP. Ilmanvaihtopatterit toimivat lämpötilasäädön avulla, jonka avulla ne yhdistetään ilmanvaihtokoneeseen. Mitoitustilämpötilat lämmityspattereille ovat menovedelle noin 50–60 °C ja paluuedelle 30 °C riippuen kohteesta. Lämpötilasäätö toteutetaan 2- ja 3-tieventtiilien avulla. (Enervent 2015.)

#### **4.5 Kostutin**

Ilman kosteus kertoo ilmassa olevan vesihöyryn määrän, joka ilmoitetaan suhteellisenä kosteutena. Suhteellinen kosteus kertoo prosentteina, kuinka paljon kyseisessä lämpötilassa olevaan ilmaan voi vesihöyryä sisältyä.

Ilman kostutus tapahtuu höyrykostuttimella lisäämällä ilmaan vesihöyryä tai haihdutuskostuttimen avulla tuomalla ilma kosketuksiin veden kanssa, jossa se höyrystyy ilman sekaan. Kosteusprosentti kasvaa lämpötilan noustessa, joten talvella ulkolämpötilan takia ilmankosteus on alhainen. Tällöin kostutuksen tarve on suurempi kuin lämpimillä keleillä. Vaikka kostutuksen tarve on suurempi, sisäilman kosteus ei saa olla jatkuvasti haitallisen korkea eikä kosteus saa tiivistyä rakenteisiin eikä niiden pinnoille.

Ilmankosteuden pitäminen kunnossa on tärkeää hygienian kunnossa pitämisen ja bakteerien leviämisen varalta. Ilmankosteuden noustessa homekasvustojen ja bakteerien mahdollisuus nousee, joka aiheuttaa terveysongelmia. Tällöin myös sisäilman kosteus voi aiheuttaa rakennukseen kosteusvaurioita ja terveydellisiä haittoja.

(Fläkt Woods 2010, 131.)

## 4.6 Säätopelti

IMS eli ilmamääräsäädin on säätopelti, jonka avulla voidaan päättää, kuinka paljon ilmanvaihtoa ohjataan tiettyyn tilaan. Ilmamääräsäätimessä on moottori, jonka avulla ohjataan peltiä haluttuun asentoon. Moottori voi toimia myös käsikytkimellä, joka toimii ilman ilmanvaihtoon puuttumista. Ilmamääräsäädin toimii runkokanavissa olevan vakiopaineen avulla. Peltiä avattaessa ja ilmanvaihtoa tehostaessa nousurunkojen vakiopaine laskee. Tällöin paine-eromittarit lähettävät säädinyksikköön tiedon, joka lisää puhaltimen kierroksia taajuusmuuntajan avulla. Paine palautuu normaaliksi puhaltimen kierroksien ja tehon noustessa, jolloin ilmanvaihto tehostuu.

(Fläkt Woods 2010, 135.)

## 5 Ilmanvaihdon säädökset

“Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) tuli voimaan vuoden 2018 alussa. Sen toteuttamisen tueksi FINVAC laati kaksi ilmanvaihdon mitoitusopasta: toisen asuinrakennuksille ja toisen muille rakennuksille. Oppaat korvasivat aiemmin kumotun Rakentamismääräyskokoelman osan D2 liitetaulukot. Äänitasojen ohjeavot löytyvät ympäristöministeriön asetuksesta rakennuksen ääniympäristöstä ja sen tueksi tehdystä ohjeesta.” (ilmanvaihdon opas 2019.)

Asetuksen tavoitteena on jatkuvasti parantaa rakennuksien sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa, että negatiiviset terveysvaikutukset ovat minimissä. Tärkeä osa asetusta on huoneilämpötilan suunnittelussa käytettävä säätietotaulukko (ks. kuvio 7), jonka mukaan

ympäri Suomea pystytään mitoittamaan rakennuksen ilmanvaihto sen alueen ilmaston mukaisesti.

<i>Taulukko L1.1.</i>	<i>Mitoittavat ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä.</i>
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila, °C
I	-26
II	-29
III	-32
IV	-38

Kuvio 7 Ulkoilman lämpötilat

## 8 § Ilmanvaihto

”Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia.

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava siten, että:

- 1) valitun ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan kannalta keskeisiä toimintoja voidaan mitata, ohjata ja seurata.
- 2) oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä järjestelmä kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöiän.
- 3) järjestelmän toiminta voidaan kokonaisuudessaan pysäyttää. Koneellisessa järjestelmässä on oltava selvästi merkitty pysäytyskytkin, jonka on oltava helposti saavutettavassa paikassa. Painovoimaisessa järjestelmässä ilmanvaihtoventtiilien on oltava helposti suljettavissa.” (Suomen säädöskokoelma 2017.)

## 6 Projektin aloitus ja teko

Projektin suunnittelun kulku riippuu kohteen vaativuudesta eli siitä, onko kyseessä saneerauskohte, johon tehdään vain parannuksia tai pieniä lisäyksiä vai suunnitellaanko kokonaan uusi rakennus. Tässä projektissa paranneltiin vain ilmastoinnin automaatiota ja ilmastointihuoneet olivat jo valmiiksi rakennettu.

Projektin alussa selvitetään kohteen tarvittava automaatio eli kartoitetaan tarvittavat säätö- ohjaus ja hälytystarpeet. Sitten saadaan lähtötiedot eli suunnittelijan säätökaaviot ja dokumentit, venttiilien mitoitus, myydyt ja tilatut laitteet. Näiden avulla tehdään venttiilien mitoitus, laiteluettelot, kytkentäsuunnittelu ja ohjelmasuunnittelu. Näistä tehdään alkuperäinen projektin aikataulus, jossa otetaan huomioon, kuinka kauan tiettyyn vaiheeseen menee oletetusti aikaa.

Tärkein saaduista lähtötiedoista on säätökaaviot, joista saadaan eniten tietoa projektia ajatellen. Säätökaavio on tekninen piirustus, joka sisältää osakokonaisuuden laitteet, niiden asemoinnin toisiinsa nähden, niiden liittynät rakennusautomaatiojärjestelmään sekä laitteiden positiotunnukset. Säätökaaviossa on yleensä yksi selkeä toimintakokonaisuus, kuten ilmastointikoneen toiminta. Säätökaaviossa on toimintaselostus, joka kertoo kojeiston toiminnan normaalikäytössä, vikatilanteissa ja miten tarvittavat toimintahuollot suoritetaan. Säätökaaviossa on myös fyysiset ja ohjelmalliset lukitukset, hälytystiedot ja varotoiminnot. (Koski 2014.)

Projektin säätökaaviossa on yhteensä noin 150 eri I/O-pistettä, jotka laitetaan kytkentäluetteloihin. Kytkentäluettelot tehdään projektiin, sillä ne helpottavat työssä olevien laitteiden hahmottamista ja myöhemmin asentamista. Kytkentäluettelosta nähdään myös laitteiden kaapelointi ja johdotukset, joista saadaan asennusvaiheessa paljon apua kentällä. Kytkentäluettelot ovat yksi automaatio suunnittelun tärkeimmistä osista säätökaavioiden jälkeen.

## 6.1 Venttiilin mitoitus

Venttiilin mitoitukset tehtiin Excelissä olevan taulukon mukaisesti, johon oli tehty laskukaavat venttiilin mitoitusta varten. Excel-taulukossa on kaikki Honeywell:n saatavissa olevat venttiilit. Oikea venttiili saatiin laittamalla suunniteltu maksimivirtaus ja suunniteltu paine-ero taulukkoon ja Excel laski ja valitsi sopivan venttiilin. Virtaus ja paine-erot ovat suunnittelijan antamia arvoja. Venttiilivakio valittiin kaavan avulla,

joka on suunniteltu max. virtaus \*  $3,6 * \frac{\sqrt{\text{suunniteltu paine-ero}}}{\text{virtausvakio}}$

$$\text{eli } 0,88 * 3,6 * \frac{\sqrt{35}}{100} = 5,35$$

Venttiilin todellinen paine laskettiin

$x = \text{virtausvakio} / (\text{valittu venttiilivakio} / 3,6 / \text{suunniteltu max. virtaus}) * (\text{valittu venttiilivakio} / 3,6 / \text{suunniteltu max. virtaus})$

$$\text{eli } 100 / (6,30 / 3,6 / 0,88) * (6,30 / 3,6 / 0,88) = 25,3$$

Näillä kaavoilla laskettiin ja valittiin kaikki venttiilit (ks. kuvio 8). Laskukaava valitsi venttiiliin parhaiten sopivan toimilaitteen taulukosta olevista vaihtoehdoista. Vaihtoehtoja oli noin kolme per venttiili, sillä erityyppisiin venttiileihin sopivat tietyt toimitteet.

POSIMO	Kuva	AK	VENTT.TYYPPI	2 / 3-TIE	[1]	NS-KOKO	Suunniteltu max. virtaus dm <sup>3</sup> /s	Suunniteltu paine-ero kPa	Laskettu Venttiilivakio kv	Valittu Venttiilivakio kv	Todellinen paine-ero kPa	Sulkupaine kPa	Venttiilin toimilaitte	Käyntiaika s	Nippa
KMK544 FV01	Lämmitysventtiili		V5011R1059	2	K	20	0,88	35	5,35	6,30	25,3	1 600	ML7420A6017	30	
KMK544 FV02	Jäähdytysventtiili		V5328A1070	2	L	32	3,64	67	16,01	16,00	67,1	600	ML7420A6017	30	
KMK545 FV01	Lämmitysventtiili		V5011R1059	2	K	20	0,88	35	5,35	6,30	25,3	1 600	ML7420A6017	30	
KMK545 FV02	Jäähdytysventtiili		V5328A1070	2	L	32	3,64	67	16,01	16,00	67,1	600	ML7420A6017	30	

Kuvio 8 Venttiilin mitoitus

## 6.2 KytKentäluettelot

KytKentäluettelot tehdään säätökaavioiden avulla. KytKentäluetteloissa laitteet lajitellaan input tai output pisteiden mukaan, kuten kuviossa 9 näkyy. KytKentäluettelojen tekoon käytetään valmiita Excel-pohjia, joita on jokaiselle I/O-korttityypille omat

pohjansa. Pohjissa on valmiina I/O liityntäpaikat ja numerointi. Pisteitä ovat analogi-  
nen ja digitaalinen input ja output. Kyt kentäluettelot helpottavat työssä olevien lait-  
teiden hahmottamista ja myöhemmin asentamista, sillä taulukosta näkee valmiiksi  
oikeanlaiset kaapelit ja johtimet.

EXCEL 800			ALAKESKUSTIEDOT				KENTTÄTIEDOT					
Kyt- ketty	Typ No	Positio / Pisteen kuvaus	Käyttäjäsioite	Mod. No	Liit- tin No	Pää- riv.	Pari/ johdin	Kaapeli- tyyppi	Kaapeli No	RLK	Laitt- liitin	Kenttä- laite
HAJAUTETTU I/O SIAINTI:												
AI	1	KMK545PDIE20 Paine-erolähtin Suodatinvahti	KMK545PDIE20	1	Y 1 GO 11 G A1		or si or	NOMAK 2 x2x0,5+0,5			3 2 1	KMK545PDIE20 PEL2500-N 0-10 Vdc /0-100Pa
AI	2	KMK545TE21 Lämpötila-anturi Poistoilma LTO:n jälkeen	KMK545TE21	1	Y 2 GO 12 G A2		or va	NOMAK 2 x2x0,5+0,5				KMK545TE21 VF20-3B54NW NTC20
AI	3	KMK545PDIE02 Paine-erolähtin LTO huurteenesto	KMK545PDIE02	1	Y 3 GO 13 G A3		or va or	NOMAK 2 x2x0,5+0,5			3 2 1	KMK545PDIE02 PEL2500-N 0-10 Vdc /0-100Pa
AI	4	KMK545TE02 Lämpötila-anturi Tuloilma LTO:n jälkeen	KMK545TE02	1	Y 4 GO 14 G A4		or va	NOMAK 2 x2x0,5+0,5				NTC20
AI	5	KMK545TE47.1 Lämmityspatterin paluovesi Lämpötila	KMK545TE47.1	1	Y 5 GO 15 G A5			VAK sisäänen katso kuva				
AI	6		null	1	Y 6 GO 16 G							
AI	7	KMK545TE10.1 Lämpötila-anturi	KMK545TE10.1	1	Y 7 GO 17 G		or va	NOMAK 2 x2x0,5+0,5				NTC20
AI	8	KMK545PDIE20 Paine-erolähtin suodatinvahti	KMK545PDIE20	1	Y 8 GO 18 G		or va or	NOMAK 2 x2x0,5+0,5			3 2 1	KMK545PDIE20 PEL2500-N 0-10 Vdc /0-100Pa
HAJAUTETTU I/O SIAINTI:												
AI	9	KMK545TE20 Lämpötila-anturi Poistokanava	KMK545TE20	2	Y 1 GO 11 G A1		or va	NOMAK 2 x2x0,5+0,5				KMK545TE20 VF20-3B54NW
		KMK545PE20			Y 2		or	NOMAK			3	

Kuvio 9 AI-taulukko

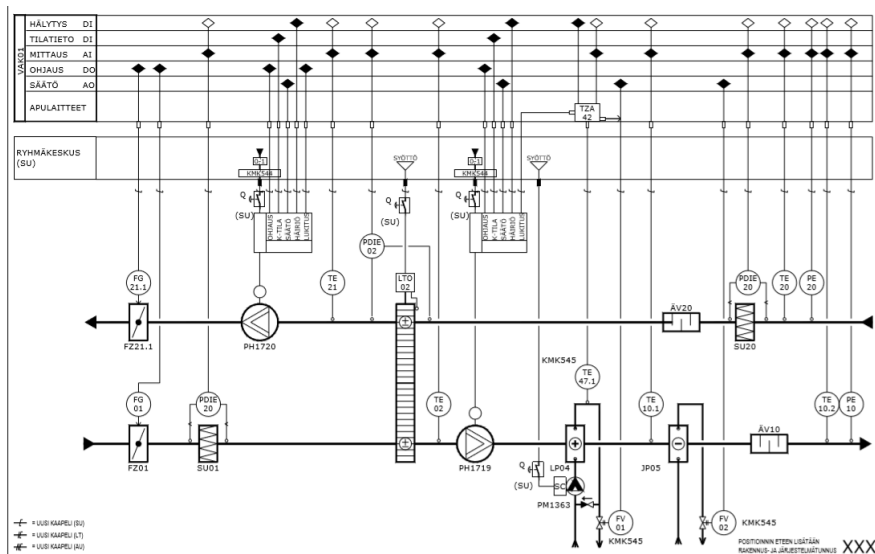
Alakeskustiedot jaetaan hajautettuihin I/O-keskuksiin. Inputit laitetaan taulukkoon  
säätoakaaviosta katsottujen tietojen mukaan position ja osoitteen mukaan. Laitteen  
mukaisesti lisätään johtimet ja kaapelit asennusta helpottaen. Liitettävä kenttälaite  
katsotaan laitteen mukaisesti. Laitteen tiedot katsotaan laiteluettelosta, josta näh-  
dään laitteiden tekniset tiedot. Näillä tiedoilla saadaan kenttätiedot ja kaapelit oikein  
laitteisiin.

EXCEL 800			ALAKESKUSTIEDOT			KAAPELITIEDOT			KENTTÄTIEDOT			
Kyt-	Typ	Postio /	K=K-TILA H=HALYTYYS	Mod.	Läin	Paa-	Pari-	Kaapei-	Kaapei	RLK	Lait-	Kenta-
ketty	N:o	Pisteen kuvaus	Käytörajoite	N:o	N:o	riv.	johdin	tyyppi	N:o		linn	laite
HAJAUTETTU I/O SIAINTI												
1	DI	800SLK18 savunpoisto	H 800SLK18 savunpoisto	4	13		or	NOMAK				800SLK18 savunpoisto
2	DI	800SLK18 viikahalytys	H 800SLK18 viikahalytys	4	14		va	4 x2x0,5+0,5				800SLK18 savunpoisto
3	DI	800TVK50 savunpoisto	H 800TVK50 savunpoisto	4	15		or	NOMAK				800TVK50 viikahalytys
4	DI	800TVK50 viikahalytys	H 800TVK50 viikahalytys	4	16		va	4 x2x0,5+0,5				800TVK50 viikahalytys
5	DI	800TVK50 hälytys	H 800TVK50 hälytys	4	17		or	NOMAK				800TVK50 hälytys
6	DI	KMKPH1722 AUKI	K KMKPH1722 AUKI	4	18		va	4 x2x0,5+0,5				KMKPH1722
7	DI	KMKPH1722 häiriöhalytys	H KMKPH1722 häiriöhalytys	4	19		or	NOMAK				KMKPH1722
8	DI	KMKPH1721 AUKI	H KMKPH1721 AUKI	4	20		va	4 x2x0,5+0,5				KMKPH1721
9	DI	KMKPH1721 häiriöhalytys	H KMKPH1721 häiriöhalytys	4	21		or	NOMAK				KMKPH1721
10	DI	KMK545TZA42 hälytys	H KMK545TZA42 hälytys	4	22		va	4 x2x0,5+0,5				KMK545TZA42
11	DI	544PPFG15-401 AUKI	K 544PPFG15-401 AUKI	4	23		or	NOMAK				544PPFG15-401
12	DI	544PPFG15-401 KIINNI	K 544PPFG15-401 KIINNI	4	24		va	4 x2x0,5+0,5				544PPFG15-401
13	DI	544PPFG15-402 AUKI	K 544PPFG15-402 AUKI	4	25		or	NOMAK				544PPFG15-402
14	DI	544PPFG15-402 KIINNI	K 544PPFG15-402 KIINNI	4	26		va	4 x2x0,5+0,5				544PPFG15-402

Kuvio 10 DI-taulukko

AI-kortille tulevat mittaukset, lämpötila, paine jne. AO-kortille säätösignaalit, venttiilit, taajuusmuuttajat jne. DI-kortille hälytykset ja tilatiedot (ks. kuvio 10). DO-kortille ohjaukset, esim käy-seis, auki-kiinni, päällä-pois jne. Tällä samalla tyylillä lisätään kaikki analogi-, digitalinputit ja outputit Exceliin.

Säätökaavioissa on fyysisiä pisteitä ja ohjelmallisia pisteitä. Ohjelmallisia pisteitä ovat säätökaavioissa olevat valkoiset pisteet ja niitä ei laiteta kytkentäkaavioihin.



Kuva 11 Ilmanvaihtokoneen säätökaavio

### 6.3 Massoittelu

Pisteiden erottelussa eli massoittelussa (ks. Kuvio 12) eritellään kaikki säätökaavioiden inputit ja outputit. Tämä auttaa kokonaisuuden hahmottamisessa ja pystytään seuraamaan, onko pisteiden määrä sama kytkentäkaaviossa kuin massoittelussa.

Massoittelussa eritellään myös tarvittavat laitteet, joista nähdään tarvittavat kenttä-tiedot. Tästä voidaan myös ottaa selville laitteiden johdotukset laitteiden tietojen avulla.

POINT AND FIELD DEVICE SEPARATION			Honeywell																
View Panel	Print																		1
			6010	6210	6030	6301 s.1	6301 s.2	6302 s.1	6302 s.2	6371	6372	6373 s.1	6373 s.2	6373 s.3	6374 s.1	6374 s.2	6701	VAK01	26
Digital Output	DO		4																
DO Spare	do																		
Digital Input	DI		4	3	18	5		5				3			2	2	1		43
DI Spare	di																		
Analog Input	AI		1	1		11	4	11	3	1	1	1			6	6			46
AI Spare	ai																		
Analog Output	AO					4		4		1	1	2							12
AO Spare	ao																		
Totalizer	TZ																		
TZ Spare	tz																		
POINTS	SUMMARY		9	4	27	24	4	24	3	2	2	7			10	10	1		127
Points Spare	Summary																		
0306022	VF20-3B54NW	Vesi-/ kanava-anturi NTC20				5		5											10
0306026	LF-MF	Kanavasennuslaippa				5		5											10
0313003	PEL 2500	Kanavapaine-erolähetin				2		2						3	3				10
0313004	PEL 2500-N	Kanavapaine-erolähetin+				3		3											6
0406015	T7460A1001	Huoneanturi					4		3			1							8
0305040	TEV PT 1000	Vesianturi Pt1000 R1/4"				1		1											2
0341028	JVA 24	Jäätymisv.1000				1		1											2
0312014	KLH 100	Huonekosteus- ja LT- lähetin													2	1			3
0311006	LUX34	Valoisuusläh. Ulos + LT /																	1
0222009	SF24A	Peltim. JP. 20Nm Auki-Kiinni	1			2		2											4

Kuvio 12 Massoittelu

## 6.4 Ohjelmasuunnittelu

Ohjelmasuunnittelun teki Honeywell, sillä ohjelmointi tehtiin studio200-ohjelmalla, joka on maksullinen ohjelma ja tietokonekohtainen. Ohjelmasuunnittelu oli helpompaa ja nopeampaa tehdä näin.

Automaatio-ohjelma tehdään tapahtumaluettelon ja toimintaselostuksien mukaan, miten järjestelmän tulisi toimia. Toimintaselostus pitää sisällään säädöt, säätökäyrät, ohjaukset, hälytykset ja raja-arvot. Tapahtumaluettelo sisältää yleiset toimintaohjeet, kuten sisälämpötilan ja LTO-laitteen hyötysuhteen.



## 5.2. SÄHKÖISET HÄLYTYKSET

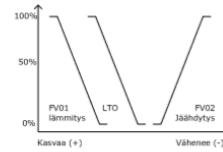
- Tuloilmapuhallin pysähtyy ja seuraa hälytys:
- o lämmityspatterin kiertopumpun PM1364 pysähtyessä
  - o jäätymsuojatermostaatin lauetessa (kuittaus jäätymsuojatermostaattista)
  - o painettaessa IV-hätäseis -painiketta
  - o palohälytyksen tullessa voimaan

Puhaltimien taajuusmuuttajien säätöarvo ei saa alittaa 15 Hz edes käynnistystilanteessa. Jatkuvassa käytössä taajuusmuuttajan säätöarvon ei tulisi olla alle 20 Hz.

## 5.3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

- Tuloilmapuhallin pysähtyy ja seuraa hälytys:
- o sisäpuhalluslämpötilan TE10 noustessa palovaarahälytysrajan yläpuolelle (kuittaus valvomosta)
  - o lämpötilan TE10 laskiessa alaraja-arvon alapuolelle (kuittaus valvomosta)
  - o IV-verkon häiriöstä (kuittaus valvomosta)
  - o puhaltimilta ja pumpulta saadaan ohjelmalliset ristiriitahälytykset

KUVA 3: TOIMILAITTEIDEN ASENNOT



### Seuraa hälytys:

- o suodattimien paine-eromittauksen noustessa mittaukselle asetellun raja-arvon yläpuolelle seuraa suodatinvahälytys.
- o poistoilmasuodattimen yli vaikuttavan paine-eron PDIE20 laskiessa mittaukselle asetellun raja-arvon alapuolelle seuraa virtausvahälytys.
- o lämpötiloista ja paineista saadaan mittauksille seuranta ja asetellut raja-arvohälytykset
- o LTO:n huurteenpoisto esitetty tapahtumaohjelmassa 5

SEURAAVAT TAPAHTUMAOHJELMAT OHJELMOIDAAN (kts. liite tapahtumaohjelmat): X, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 14, ja 16.

## Kuvio 13 Toimintaselostus

Toimintaselostuksen mukaan ohjelmoidaan hälytykset kuten kuvion 13 kohdassa 5.2 nähdään. Kun lämmityspatterin kiertopumppu pysähtyy, termostaatti laukeaa tai IV-hätäseis painetaan. Tuloilmapuhallin pysäytetään, jos vähintään yksi ehdoista toteutuu ja siitä seuraa hälytys järjestelmälle.

Ohjelmalliset hälytykset tehdään samalla tyyllillä eli kun lämpötila ylittää asetetut raja-arvot tuloilmapuhallin pysähtyy. Tuloilmapuhaltimen pystyy menemään takaisin päälle vasta, kun hälytykset ovat hyväksytyt valvomon kautta.

## 7 Tulokset ja pohdinta

Työn tarkoituksena oli tehdä kytkentäsuunnittelu ja venttiilien mitoitus Honeywellin projektiin, joka oli Nokian raskaiden renkaiden automaatiolaajennus. Honeywell on tehnyt projektin jo valmiiksi viime vuonna, mutta asia järjesteltiin niin, että saatiin projektin lähtötiedot selville ja alettiin itsenäisesti tekemään työtä. Honeywelliltä saatiin muutamat esimerkit, miten Excelit tulisi tehdä ja niiden pohjalta saatiin kytkentäsuunnittelun ja venttiilien mitoitukset tehtyä.

CPO-PC-6A / CPU 1			ALAKESKUSTIEDOT				KENTTÄTIEDOT						
Kyt- ketty	Typ/ No	Positio / Pisteen kuvaus	K=K-TILA H=HÄLYTYS Käyttäjäsosite	Mod No	Lii- tin	Litn No	Pää- riv.	Pari/ johdin	Kaapeli- tyyppi	Kaapeli No	RLK	Laitt- liitin	Kenttä- laite
HAJAUTETTU I/O SIJAINTI:													
DI	1	13DR_800_SLK18_VIKA	H 13DR_800_SLK18_VIKA	0	B11	1		1 or	NOMAK				Savunpoisto ohjauskeskus
DI	1	Savunpoisto ohjauskeskus vika			41	DI/A1		1 va	4 x2x0,5+0,5	1			800-SLK18
DI	2	13DR_800_SLK18_KT	H 13DR_800_SLK18_KT	0	B12	2		2 or	NOMAK				Savunpoisto ohjauskeskus
DI	2	Savunpoisto ohjauskeskus paalla			41	DI/A2		2 va	4 x2x0,5+0,5	1			800-SLK18
DI	3	13DR_800_TVK50_VIKA	H 13DR_800_TVK50_VIKA	0	B13	3		1 or	NOMAK				Turvavalokeskus
DI	3	Turvavalokeskus vika			41	DI/A3		1 va	4 x2x0,5+0,5	2			800-TVK50
DI	4	13DR_800_TVK50_HALYTYS	H 13DR_800_TVK50_HALYTYS	0	B14	4		2 or	NOMAK				Turvavalokeskus
DI	4	Turvavalokeskus hälytys			41	DI/A4		2 va	4 x2x0,5+0,5	2			800-TVK50
DI	5	13DR_544PPFG15_401_AUKI	H 13DR_544PPFG15_401_AUKI	0	B15	5		1 or	NOMAK				Palopeli
DI	5	Palopeli aukki			41	DI/A5		1 va	4 x2x0,5+0,5	3			13DR_544PPFG15_401
DI	6	13DR_544PPFG15_401_KINNI	H 13DR_544PPFG15_401_KINNI	0	B16	6		2 or	NOMAK				Palopeli
DI	6	Palopeli kiinni			41	DI/A6		2 or	4 x2x0,5+0,5	3			13DR_544PPFG15_401
DI	7	13DR_544PPFG17_401_AUKI	H 13DR_544PPFG17_401_AUKI	0	B17	7		1 or	NOMAK				Palopeli
DI	7	Palopeli aukki			41	DI/A7		1 va	4 x2x0,5+0,5	4			13DR_544PPFG17_401
DI	8	13DR_544PPFG17_401_KINNI	H 13DR_544PPFG17_401_KINNI	0	B18	8		2 or	NOMAK				Palopeli
DI	8	Palopeli kiinni			41	DI/A8		2 va	4 x2x0,5+0,5	4			13DR_544PPFG17_401
DI	9	13DR_544PPFG15_402_AUKI	H 13DR_544PPFG15_402_AUKI	0	B19	9		1 or	NOMAK				Palopeli
DI	9	Palopeli aukki			41	DI/B1		1 va	4 x2x0,5+0,5	5			13DR_544PPFG15_402
DI	10	13DR_544PPFG15_402_KINNI	H 13DR_544PPFG15_402_KINNI	0	B110	10		2 or	NOMAK				Palopeli
DI	10	Palopeli kiinni			41	DI/B2		2 or	4 x2x0,5+0,5	5			13DR_544PPFG15_402
DI	11	13DR_545PPFG15_401_AUKI	H 13DR_545PPFG15_401_AUKI	0	B111	11		1 or	NOMAK				Palopeli
DI	11	Palopeli aukki			41	DI/B3		1 va	4 x2x0,5+0,5	6			13DR_545PPFG15_401
DI	12	13DR_545PPFG15_401_KINNI	H 13DR_545PPFG15_401_KINNI	0	B112	12		2 or	NOMAK				Palopeli
DI	12	Palopeli kiinni			41	DI/B4		2 va	4 x2x0,5+0,5	6			13DR_545PPFG15_401

Kuvio 14 Honeywell DI-taulukko

Oikeaan työhön verrattuna venttiilien mitoitus oli samanlainen kuin, sillä Excel laski oikeat venttiilit niihin tehtyjen kaavojen avulla oikein. Tämä oli yksinkertainen työ, johon ei mennyt kauaa aikaa sillä Excel-pohja oli hyvin laadittu. Kytkentäsuunnittelu vei enemmän aikaa sillä I/O-pisteitä oli paljon ja piti miettiä, miten pisteet merkataan taulukoihin ja mitkä kaapelit ja johtimet laitteisiin tulee.

EXCEL 800			ALAKESKUSTIEDOT				KAAPELITIEDOT				KENTTÄTIEDOT		
Kyt- ketty	Typ/ No	Positio / Pisteen kuvaus	K=K-TILA H=HÄLYTYS Käyttäjäsosite	Mod No	Lii- tin	Litn No	Pää- riv.	Pari/ johdin	Kaapeli- tyyppi	Kaapeli No	RLK	Laitt- liitin	Kenttä- laite
HAJAUTETTU I/O SIJAINTI:													
DI	1	800SLK18 savunpoisto	H 800SLK18 savunpoisto		BUS1	1		or	NOMAK				800SLK18 savunpoisto
DI	1	vikahälytys			4	13		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	2	800SLK18 savunpoisto	H 800SLK18 savunpoisto		4	2		or	NOMAK				800SLK18 savunpoisto
DI	3	Savunpoisto on/off			4	14		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	3	800TVK50 Vikahälytys	H 800TVK50 Vikahälytys		4	3		or	NOMAK				800TVK50 Vikahälytys
DI	4	800TVK50 Hälytys	H 800TVK50 Hälytys		4	15		va	4 x2x0,5+0,5				800TVK50 Hälytys
DI	4	800TVK50 Hälytys			4	4		or	NOMAK				
DI	5	800TVK50 Hälytys	H 800TVK50 Hälytys		4	16		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	5	KMKPH1722 AUKI	H 800TVK50 Hälytys		5	2		or	NOMAK				KMKPH1722
DI	6	KMKPH1722 Häiriöhälytys	K KMKPH1722 AUKI		4	17		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	6	KMKPH1722 Häiriöhälytys	H KMKPH1722 Häiriöhälytys		4	6		or	NOMAK				KMKPH1722
DI	7	KMKPH1721 AUKI	H KMKPH1721 Häiriöhälytys		4	18		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	7	KMKPH1721 AUKI	H KMKPH1721 AUKI		4	7		or	NOMAK				KMKPH1721
DI	8	KMKPH1721 Häiriöhälytys	H KMKPH1721 Häiriöhälytys		4	19		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	8	KMKPH1721 Häiriöhälytys	H KMKPH1721 Häiriöhälytys		4	8		or	NOMAK				KMKPH1721
DI	9	KMK545TZA42 hälytys	H KMK545TZA42 hälytys		4	20		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	9	KMK545TZA42 hälytys	H KMK545TZA42 hälytys		4	9		or	NOMAK				KMK545TZA42
DI	10	544PPFG15-401_AUKI	H KMK545TZA42 hälytys		4	21		va	4 x2x0,5+0,5				
DI	10	Peli aukki/kiinni	K 544PPFG15-401_AUKI		4	10		or	NOMAK				544PPFG15-401
DI	11	544PPFG15-401_KINNI	K 544PPFG15-401_KINNI		4	11		va	4 x2x0,5+0,5				544PPFG15-401
DI	11	Peli aukki/kiinni	K 544PPFG15-401_KINNI		4	23		va	4 x2x0,5+0,5				544PPFG15-401
DI	12	544PPFG15-402_AUKI	K 544PPFG15-402_AUKI		4	12		or	NOMAK				544PPFG15-402
DI	12	Peli aukki/kiinni	K 544PPFG15-402_AUKI		4	24		va	4 x2x0,5+0,5				544PPFG15-402

Kuvio 15 Työn DI-taulukko

Esimerkkien perusteella sain perusasiat kuntoon taulukoihin, mutta oikeaan työhön verrattuna pisteiden merkkauksessa oli puutteita. Vaikein asia oli selvittää, mitkä kaapelit menivät tiettyihin pisteisiin ja laitteisiin. Kaapeloinnissa ja laitteiden kuvauk-

sisä oli eroja Honeywell:n versioon (ks. kuvio 14) nähden, kuten kaapelien ja johtimien merkkaukset. Tekemissäni kytkentäluetteloissa olivat kaikki pääasiat kunnossa ja pienillä muutoksilla niistä saati toimivat kytkentäluettelot.

## Lähteet

1. Kivimäki, Pasi 2014. Rakennusautomaatiojärjestelmän peruskorjauksen suunnittelu. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, automaatiotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70581/Kivimaki\\_Pasi.pdf](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70581/Kivimaki_Pasi.pdf). Viitattu 13.3.2020.
2. Mäkinen, Rauli 2010. Rakennusautomaatioprojektin toteutus automaatiojärjestelmällä. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, sähkötekniikka, automaatiotekniikka. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12935/Makinen\\_Rauli.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12935/Makinen_Rauli.pdf). Viitattu 13.3.2020.
3. Koski, Tuomas 2014. Valvonta-alakeskuksen suunnittelu saneerauskohteeseen. Opinnäytetyö. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu, sähkötekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/79409/Koski\\_Tuomas.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/79409/Koski_Tuomas.pdf). Viitattu 15.3.2020.
4. Ilmanvaihtojärjestelmät <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat> Viitattu 28.2.2020.
5. Suomen säädöskokoelma Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi Julkaistu Helsingissä 27.12.2017 Viitattu 15.3.2020.
6. Ilmanvaihdon mitoitusopas [https://asiakas.kotisivukone.com/files/finvac.kotisivukone.com/tiedostot/Opas\\_ilmanvaihdon\\_mitoitukseen\\_muissa\\_kuin\\_asuinrakennuksissa\\_2019b.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/finvac.kotisivukone.com/tiedostot/Opas_ilmanvaihdon_mitoitukseen_muissa_kuin_asuinrakennuksissa_2019b.pdf) Viitattu 15.3.2020.
7. <https://www.enervent.fi/ilmanvaihdon-esilaemmitys-ja-viilennys/> Viitattu 15.3.2020.
8. Fläkt Woods tekninen käsikirja, Ilmankäsittelykoneet 2010. Fläkt Woods Oy. 2010. (2, s. 131.) Viitattu 15.3.2020.
9. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2015. RIL 249-2015. Energiat hoikas asuinrakennus. Kohti lähes nollaenergiarakentamista. Helsinki. Viitattu 15.3.2020.
10. Isosaari, K. 2012. Mistä energiaa taloon? Omakotiasujan energia- ja ympäristöopas. Helsinki: Otavamedia. Viitattu 15.3.2020.
11. Ryyppö Pasi. 2005. Keskitetyn ja asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän vertailu asuinkerrostalossa. Opinnäytetyö, EVTEK AMK Viitattu 15.3.2020.
12. Seppänen, Olli. 1996. Ilmastointi-tekniikka ja sisäilmasto. Kirjapaino kiitorata oy. Helsinki 1996. Viitattu 15.3.2020.

13. Sahlstén, T., Sandström, B. & Spangar T. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. Teoksessa Piikkilä, Karppinen. Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 21.5.2020.