



Juho Hirvonen

# Rakennusautomaatiosuunnitteluun liittyvä tiedonvaihto yrityksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

17.3.2022

# Tiivistelmä

Tekijä:	Juho Hirvonen
Otsikko:	Rakennusautomaatiosuunnitteluun liittyvä tiedonvaihto yrityksessä
Sivumäärä:	27 sivua
Aika:	17.3.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Projektipäällikkö Mikko Hakanen Lehtori Kai Virta

---

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä rakennusautomaatiosuunnittelun tiedontarpeisiin ja suunnittelussa ilmeneviin päällekkäisyyksiin muiden talotekniikan osastojen kanssa. Rakennusautomaatiosuunnittelijan on usein tehtävä työtä usean osaston kanssa samanaikaisesti, ja kommunikaatio voi olla vaikeaa. Siksi suunnittelijan on tärkeä tietää itse omaan suunnitteluun tarvittavista tiedoista, jotta hän voi kommunikoida niistä muiden osapuolien kanssa ja opettaa tarvittavia asioita työtovereille tiedonvaihdon parantamiseksi.

Työ toteutettiin Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:ssä ja sen lähtökohtana oli selvittää yrityksen rakennusautomaatio-osaston ja muiden osastojen yhteistyön toimivuutta ja mahdollisia tapoja parantaa yrityksen sisäistä kommunikaatiota ja yhteistyötä. Tilannetta lähdettiin selvittämään kokoamalla lista automaatiosuunnittelun tietotarpeista hyödyntämällä omaa kokemusta rakennusautomaatioalalla, aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä muita sivuavia aiheita koskevia opinnäytetöitä. Tietotarpeet kartoitettua luotiin yrityksen henkilökunnalle kysely, jonka avulla havainnoitiin mahdollisia kehityksen kohteita.

Ongelmien todettiin johtuvan monista erilaisista asioista. Esimerkkejä havaituista ongelmista ovat aikataulutusergelmat, määräaikojen määrittelyn vajeavaisuus, liian vähäinen yhteydenpito ja suunnitteluprosessien epäselvyydet.

Avainsanat: rakennusautomaatio, suunnittelu, talotekniikka

## Abstract

Author: Juho Hirvonen  
Title: Internal Information Exchange in Construction Automation Planning  
Number of Pages: 27 pages  
Date: 17 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electric and automation technology  
Professional Major: Automation Technology  
Supervisors: Mikko Hakanen, Project Manager  
Kai Virta, Senior Lecturer

---

The purpose of this thesis is to provide insight into the information needs of building automation designs, as well as its overlap with other sectors of building services engineering. A building automation planner often has to work with multiple parties simultaneously, which can cause difficulties in communication. Therefore, it is important for the planner to know all the information necessary to complete his or her own work, in order to communicate effectively with other parties as well as teach colleagues the requisite things for improving communication.

This thesis work was carried out at Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy and the goal was to find out how well co-operation between the company's building automation department and other departments functions, as well as to find ways to improve the company's internal communication and cooperation. The mapping of the current situation started with compiling a list of the information needs for automation planning, utilizing my own experience in the field and related literature, as well as theses on related topics. After that, a survey was conducted among company employees. This survey was used to more closely identify possible areas for development.

The result of this work was a writeup on the subject as it relates to the company. The problems were found to be due to a number of different issues. Examples of causes include scheduling problems, poorly defined deadlines, insufficient communication and ambiguities in the company's planning processes.

Keywords: construction automation, planning, building services engineering

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Lähtökohta	1
1.2	Työn tarkoitus	1
1.3	Tutkimusongelma	2
1.4	Tiedonhankinta	2
2	Automaation rooli rakennustekniikassa	3
2.1	Rakennusautomaatiosta yleisesti	3
2.2	Rakennusautomaatiosuunnittelu	3
2.3	Suunnitteluprosessi	4
2.3.1	Tarveselvitys	4
2.3.2	Hankesuunnittelu	4
2.3.3	Ehdotussuunnittelu, lähtötietojen tarkistus ja yleissuunnittelu	5
2.3.4	Toteutussuunnittelu ja suunnitelmien todentaminen	5
2.3.5	Suunnitelmien tarkastaminen	6
2.3.6	Suunnitelmien kelpuuttaminen	6
2.4	Tiedonkulun merkitys	6
3	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto	7
3.1	Lämmitys ja jäähdytys	7
3.1.1	Kaukolämpö	7
3.1.2	Maalämpö	8
3.1.3	Vedenjäähdytyskone	9
3.2	Tilakohtaiset lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät	9
3.2.1	Puhallinkonvektorit	10
3.2.2	Palkit	11
3.2.3	Muut vesikiertoiset lämmityslaitteet	11
3.3	Ilmanvaihto	11
3.3.1	Koneajot	12
3.3.2	Ilmanvaihdon ohjaustapa ja ilmamäärien tasapaino	12
3.3.3	Ilman lämpötilan säätö	13
3.3.4	Lämmönsiirto	13

3.3.5	Palopellit	14
3.3.6	Savunpoisto	15
3.3.7	Kuivaus ja kostutus	15
3.3.8	Yli- ja alipaineistus	16
3.4	Yleiset LVI-lähtötietotarpeet	16
3.4.1	Kojeluettelo	16
3.4.2	Laitesijoitukset ja tasokuvat	17
3.4.3	Vesi- ja energiamittarointi	17
3.4.4	Laitteiden hankintarajat	17
4	Tilaaajalta tarvittavat lähtötiedot	18
4.1	Huonesäätötoiveet	18
4.2	Laitteiden käyttäjät ja käyttöluvut	18
4.3	Järjestelmän ohjauksen sijoitus	19
4.4	Valojen ohjaus	19
4.5	Olemassa oleva automaatiojärjestelmä	19
4.6	IV-hätäpysäytys	20
5	Sähkö	20
5.1	Erillispisteet	20
5.2	Asennuspaikat	20
5.3	Sähkömittarointi	21
6	Energia	21
6.1	Sisäilmaluokitus	21
6.2	Yönaikaiset toiminnot	22
6.3	Tarpeenmukainen ilmanvaihdon ohjaus	23
6.4	Älykäs lämpötilan säätö	23
7	Toimenpiteet yrityksen sisällä ja yhteenveto	24
7.1	Kysely	24
7.2	Yhteenveto	24
7.3	Kehityksen kohteet	25
	Lähteet	26

## **Lyhenteet**

RAU: Rakennusautomaatio.

LVI: Lämpö, vesi- ja ilmanvaihto.

LVIA: Lämpö, vesi- ilmanvaihto ja automaatio.

IV: Ilmanvaihto.

LTO: Lämmön talteenotto.

# 1 Johdanto

## 1.1 Lähtökohta

Tutkimuksen aiheena oli Insinööritoimisto Leo Maaskolan Oy suunnittelun tiedonvaihdon parantaminen eri osastojen välillä, erityisesti rakennusautomaatio-suunnittelun näkökulmasta. Rakennusautomaation suunnittelua toteutetaan muiden osastojen ja osapuolien (LVI, sähkö, energia, arkkitehtuuri, tilaaja) ehdoilla, ja niissä tapahtuvat muutokset vaikuttavat siksi suoraan rakennusautomaation suunnitteluun.

Kommunikaation parantamiselle oli löytynyt tarvetta ilmenneistä suunnitelmien ristiriitaisuuksista johtuen. Useissa tapauksissa toisessa osastossa tehtiin muutoksia sovitusta lähtötiedoista, eikä tieto ei aina välittynyt oikein osastojen välillä. Tästä seuraa tilanteita, joissa osastojen suunnitelmat ovat ristiriidassa keskenään. Ristiriidat jäävät joskus pitkäksi aikaa suunnitelmiin. Tämä aiheuttaa ongelmia urakoitsijalle ja pakottaa suunnittelijoita korjaamaan asioita myöhässä.

Työn kirjallinen osio käsittelee pääasiassa automaation tiedontarpeita. Tarkoituksena on kirjoittaa kattava teksti asioista, jotka vaikuttavat rakennusautomaatiosuunnitteluun, miksi tiettyjä tietoja tarvitaan ja miten ne vaikuttavat suunnitteluun. Työn lopussa käsitellään myös yrityksessä tehtyjä toimenpiteitä mainittujen ongelmien ratkomiseksi.

## 1.2 Työn tarkoitus

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää suunnittelutoimiston tiedonkulkua kehittämällä käytössä olevaa suunnitteluprosessia. Paremman kommunikoinnin tavoitteena oli useat siitä saatavat hyödyt. Työaika säästyy, kun tarvittavat asiat saadaan kerralla kommunikoitua ja toteutettua. Paremmalla ymmärryksellä ja tietämyksellä automaation lähtötietotarpeista saadaan aikaan se, että tarvittavat tiedot automaatiosuunnittelijalle ajoissa. Tällöin suunnitelmat valmistuvat

paremmin aikataulussa. Vältetään ongelmien aiheuttamista urakoitsijalle välttämällä ristiriidat alun alkaen. Tilaajan näkökulmasta kommunikoinnin toimiessa yrityksen sisällä, yrityksen toiminta on sujuvampaa ja se antaa sen toiminnasta paremman kuvan.

### 1.3 Tutkimusongelma

Tutkimusongelma voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa on yksinkertainen: rakennusautomaatiosuunnittelun lähtötietojen kartoittaminen ja muiden osastojen tarvitsemat lähtötiedot tai yhteensovittavat asiat rakennusautomaatiolta. Tämän osan kohdalla toimitaan yksinkertaisesti jo koottujen rakennusautomaatiosuunnittelun tarpeiden listauksen mukaan, mutta lisäksi kootaan muiden osastojen tarpeita rakennusautomaatiosuunnittelijalta.

Toinen tutkimusongelma on käytännönläheisempi: miten yrityksen suunnittelu-prosessia ja suunnittelijoiden tietämystä muiden osastojen tarpeista voidaan kehittää. Tutkimusta tekemään lähtiessä tavoitteena on parantaa prosessia tavalla, joka ei tule suunnittelijoille liialliseksi lisätaakaksi.

Tutkimuskysymyksiksi nousivat:

- Mitä tietotarpeita automaatiosuunnittelijalla on muilta osastoilta?
- Mitä tietoja muut osastot tarvitsevat automaatiosuunnittelijalta?
- Mitä asioita muut osastot haluavat yhteensovittaa automaatiosuunnittelijan kanssa?
- Millä tavalla yllä olevia tarpeita opetetaan/välitetään suunnittelijoille?
- Miten tietotarpeet sisällytetään osaksi suunnitteluprosessia?

### 1.4 Tiedonhankinta

Tiedonhankinnassa hyödynnetään Insinööritoimisto Leo Maaskolan henkilökunnan tietämystä ja toimintatapojen kehittämisessä pyritään ottamaan huomioon heidän mielipiteensä ja tarpeensa. Luotiin kysely, jonka pohjalta toimintatapoja lähdettiin kehittämään.



## 2 Automaation rooli rakennustekniikassa

### 2.1 Rakennusautomaatiosta yleisesti

Rakennusautomaation rooli rakennustekniikassa on kasvanut ajan myötä erityisesti energiatehokkuusvaatimusten tiukentuessa. Sen läsnäolo on vaikuttanut sekä rakennusten rakenteellisiin ominaisuuksiin että LVIA- ja sähkötekniikan suunnitteluun ja toteutukseen.

Automaatiolla säästetään energiaa välttämällä tarpeetonta energiankäyttöä. Tekniikan kehittyessä myös säätötavoitteet ovat tarkentuneet. Prosesseja muutetaan enemmän ja enemmän erilaisiin käyttötilanteisiin. Säätojä ja ohjauksia toteutetaan yhä pienemmille kulutusyksiköille, huonetasolle asti. Vika- ja häiriötilanteista palautuminen täytyy olla nopea.

Rakennusautomaation ja siihen investoinnin tavoitteiksi voidaan lukea

- prosessien säätöjen ja ohjauksen toteutus suunnitelmien vaatimalla tavalla, huomioiden energiatehokkuusvaatimukset
- taloteknisien toimintojen valvonta mittauksia ja hälytyksiä hyödyntäen
- kulutukseen, energiatehokkuuteen ja muihin rakennuksen käyttöön liittyvän datan kerääminen energiatehokkuuden kehittämisen mahdollistamiseksi
- selkeän ja luettavan käyttöliittymän tarjoaminen käyttäjälle ja järjestelmän ylläpitäjälle.

### 2.2 Rakennusautomaatiosuunnittelu

Tätä opinnäytetyötä lähdettiin tekemään rakennusautomaation suunnittelun näkökulmasta. Siksi on tärkeä ymmärtää, mitä rakennusautomaatiosuunnittelijan tehtäviin sisältyy ja mitä tavoitteita rakennusautomaatiojärjestelmän suunnitelmalla on.

Rakennusautomaatiosuunnittelua tehdään käytännössä usealle taholle samanaikaisesti. Suunnitelmiin liittyviä intressiryhmiä on enemmän kuin yksi, ja siksi

osaksi suunnittelua kuuluu eri ryhmien tarpeiden kartoitus. Pääasiassa suunnittelija on yhteydessä tilaajan, urakoitsijan sekä käyttäjän kanssa. Tavoitteena on luoda parhaat suunnitelmat energiatehokkuuden näkökulmasta. Joskus kuitenkin valittujen laitteiden ominaisuudet eivät vastaa kaikilta osin automaatio-suunnittelijan toiveita, ja ratkaisut sovitaan valittuihin laitteisiin.

Rakennusautomaatiosuunnittelun pääasiallisiin tavoitteisiin kuuluvat

- järjestelmän teknisten ja toiminnallisten vaatimusten määrittely
- yksiselitteisten tietojen antaminen rakennuttajalle ja urakoitsijalle, laskentaa ja urakkasopimusta varten
- antaa tarpeeksi tietoa toteutussuunnittelua, laitehankintoja, asennusta ja käyttöönottoa varten
- luoda loppudokumentointi, joka toimii osana käyttöä, ylläpitoa ja huoltoa.

## 2.3 Suunnitteluprosessi

Rakennusautomaation suunnitteluprosessi voidaan jakaa eri vaiheisiin tai osiin. Seuraavissa kappaleissa on esiteltynä normaalin rakennusautomaatiosuunnitteluprosessin vaiheet.

### 2.3.1 Tarveselvitys

Tarveselvitys suoritetaan projektin alkuvaiheessa ja tehdään yleensä jo hankepäätöksen pohjaksi. Kartoituksessa esimerkiksi perustellaan peruskorjauksen tarve, selvitetään kohteeseen hankittava järjestelmä ja järjestelmän laajuus sekä tehdään arvio valittujen ratkaisujen taloudellisuudesta. Tarpeiden selvityksestä vastuussa on rakennuttaja, joka käyttää suunnittelijoita ja muita asiantuntijoita avukseen sen tekemisessä.

### 2.3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa määritellään hankkeen laajuus, laatu-, kustannus- ja aikataulutavoitteet. Hankesuunnittelussa tarkistetaan tarvittavat lähtötiedot,

vertaillaan ja havainnollistetaan taloteknisten laatutasovaihtoehtoja, määritellään talotekniikan suunnittelutavoitteet sekä vertaillaan ja yhteensovitetaan suunnittelualueiden tavoitteet keskenään. Tästä vaiheesta vastaa myös rakennuttaja suunnittelijoita ja muita asiantuntijoita avuksi käyttäen.

### 2.3.3 Ehdotussuunnittelu, lähtötietojen tarkistus ja yleissuunnittelu

Kun päätös projektin toteuttamisesta on tehty alkaa ehdotussuunnittelu. Tässä vaiheessa luodaan ehdotukset mallikaavioista, järjestelmäkaavio ja järjestelmäkuvaus. Luonnossuunnitelmien valmistuttua ja joskus myös niitä tehdessä suoritetaan lähtötietojen tarkastusta. Tarkastuksessa listataan ja tarkastetaan tarvittavat lähtötiedot siten, että ne ovat sekä riittävät toteutussuunnitelmien käynnistämiseen että yksiselitteiset ja selkeät.

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnitelmasta kehitetään toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelma sisältää sekä rakennuksen kiinteään perusosaan että muuntuvien tila-alueiden suunnittelun. Yleissuunnitteluvaiheen tuloksena luodaan hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset.

### 2.3.4 Toteutussuunnittelu ja suunnitelmien todentaminen

Tilaaajan hyväksyttyä yleissuunnitelman, voidaan aloittaa toteutussuunnittelu. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään kaikki rakennusautomaatiourakoitsijan tarjouslaskentaan tarvitsemat asiakirjat. Näitä asiakirjoja ovat suunnittelijan puolelta

- työselostus
- järjestelmäkaavio
- säätökaaviot
- toimintaselostukset.

Yllä olevien asiakirjojen pohjalta urakoitsija tekee tässä vaiheessa:

- pisteluettelot

- laiteluettelot
- asennuspiirustukset.

Suunnitelmien todentamisessa vahvistetaan tilaajan kanssa, että suunnitelmat ovat tavoitteiden mukaisia ja suunnitteluratkaisut ovat oikeita.

### 2.3.5 Suunnitelmien tarkastaminen

Suunnitelmien tarkastamisessa on kaksi lähestymistapaa, joita voidaan käyttää, yleensä projektin laajuudesta tai yrityksen omista toimintatavoista riippuen. Tarkastukset suoritetaan ennen suunnitelmien laskentaa lähettämistä tai tietyn suunnitelmien osa-alueen valmistuttua. Suunnitelmien tarkastaja on usein projektin ulkopuolelta, mutta hänen täytyy olla vähintäänkin eri henkilö kuin suunnitelmien tekijä. Kaikkien suunnitteluvaiheiden suunnitelma-asiakirjat tarkistetaan. Pienten muutosten tapahtuessa tarkistusta ei suoriteta uudelleen, vaan projekti-insinöörin hyväksyntä riittää muutoksen tekemiselle.

### 2.3.6 Suunnitelmien kelpuuttaminen

Kelpuuttamisvaihe tapahtuu hyväksytyin todentamisen ja tarkastuksen jälkeen, kaikkien suunnitelmien ollessa valmiita. Suunnitelmien kelpuuttamisesta vastaa projektipäällikkö. Projekti-insinöörin vastuuna on huolehtia suunnitelmien sisällöstä sekä siitä, että ne vastaavat projektille asetettuja tavoitteita.

## 2.4 Tiedonkulun merkitys

Rakennusautomaation riippuvuus muiden osastojen ja osapuolien tarpeista tarkoittaa suunnittelun yhteydessä yleensä sitä, että rakennusautomaatiosuunnittelua toteutetaan suunnitteluprosessin häntäpäässä määräaikojen jo lähestyessä tiukoilla aikatauluilla. Tästä johtuen jopa pienillä parannuksilla tiedonkulussa on suuri merkitys. Jopa päivää aikaisemmin saadut tiedot voivat antaa suunnittelulle noin 20 % enemmän aikaa, jos kyseessä on viikon kestoisen luonnos- ja toteutussuunnitteluprojekti.

### 3 Lämpö, vesi ja ilmanvaihto

#### 3.1 Lämmitys ja jäähdytys

Suomessa kiinteistötason lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmistä puhuttaessa viitataan yleensä kaukolämpöön ja kaukokylmään. Nykypäivänä yleistymässä ovat myös maalämpöjärjestelmät. Molemmat järjestelmät venyvät myös jäähdytystarpeisiin, mutta ne vaativat omat laitteensa, jotka toimivat omana järjestelmänään. Maalämmön tapauksessa saatava jäähdytys on kuitenkin vain maavii-leää eikä riitä täyteen jäähdytykseen. Talon jäähdytyksessä yleinen ratkaisu nykyään on myös vedenjäähdytyskone. Muita järjestelmiä kuten ilmalämpöpump-puja käytetään yleensä pienemmissä kohteissa tai kohteen osioissa.

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien omissa kappaleissa listataan joitakin ky-seisten järjestelmien aiheuttamia automaation tiedontarpeita. Käytännössä ra-kennusautomaation ja LVI:n päällekkäisyydet lämmitys- ja jäähdytysjärjestel-mien suunnittelussa ovat niin monia ja suuria, että järjestelmän kytkentä- ja sää-tökaavion suunnittelun täytyy tapahtua lähemmässä yhteistyössä osastojen vä-lillä kuin muita säätökaavioita tehtäessä. Sekä oman analyysin että Insinööritoi-misto Leo Maaskolassa tehdyn kyselyn mukaan tämä nousi esille suurimpana parannuksen tarpeessa olevana kohteena.

##### 3.1.1 Kaukolämpö

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitystapa. Kaukolämmössä lämpö tuote-taan keskitetyllä tavalla voimalassa tai laitoksella ja laitetaan jakeluun julkisen kaukolämpöverkoston kautta. Moniin muihin lämmitysmuotoihin verrattuna se ei vaadi käyttäjältä paljoa asiantuntemusta tai huolehtimista.

Kaukolämpöä ohjaavalla rakennusautomaatiojärjestelmällä tehdään yleensä seuraavia asioita:

- verkostojen hallinta (pumppujen ja venttiilien ohjaukset ja säädöt)
- verkostojen lämpötilan säätö

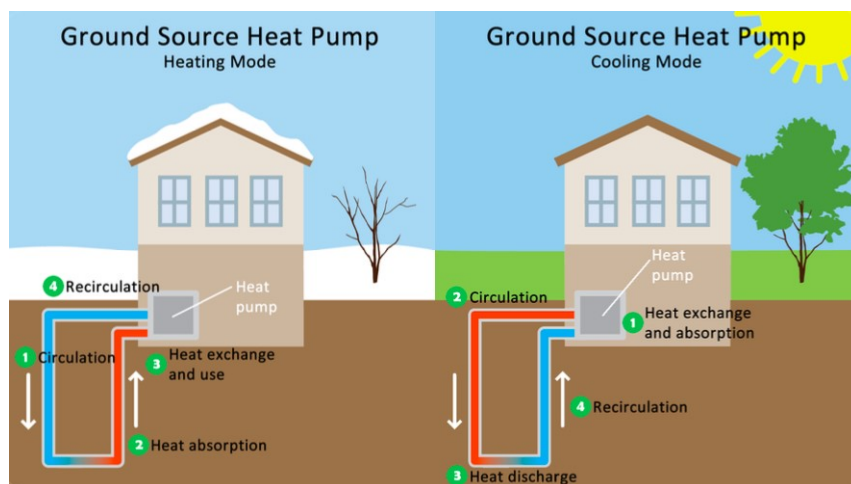
- järjestelmän lämpötilojen tarkkailu ja hälytykset
- verkostojen paineiden tarkkailu ja hälytykset
- energian/vesimäärän mittaukset.

Automaatiosuunnittelun tarvitsemiin lähtötietoihin sisältyvät muun muassa:

- mitä verkostoja lämmitysjärjestelmässä ohjataan, esimerkiksi käyttövesiverkosto, patteriverkosto, ilmanvaihtoverkosto, lattialämmitysverkosto tai lumensulatusverkosto
- säätöventtiilien paikat ja määrät
- pumpputyypit
- energian/vesimäärän mittaroinnin tarve
- jäähdytysverkoston toteutus.

### 3.1.2 Maalämpö

Maalämpö on auringonpaisteen, lämpimän ilman ja sateiden kautta maa- ja kal-lioperään varastoituvaa lämpöenergiaa. Tätä lämpöenergiaa voidaan hyödyntää maalämpöpumppuja käyttämällä. Maalämpöjärjestelmien toteuttaminen vaatii suuria investointikustannuksia, mutta sen käyttökustannukset ovat kaukolämpöön verrattuna edulliset. Tästä syystä maalämpöä käytetään tyypillisesti paljon energiaa kuluttavissa kohteissa.



Kuva 1. Maalämpöjärjestelmien toimintaperiaate (Electrek. 2019. Homeowners are saving 50% on heating with Dandelion's geothermal system.)

Maalämmön toteutus tuo rakennusautomaatioon kaukolämpöosiossa mainittujen lisäksi seuraavia tarpeita:

- erilaisten jäähdytys- ja lämmitystilanteiden tunnistaminen ja hallinnointi ulkolämpötilan ja järjestelmän mittausten perusteella
- kattavampi energian mittausta kuin kaukolämmössä
- jäähdytys-/keruupiirin ohjaus ja säätö.

Maalämmön suunnittelun lähtötietoihin vaikuttavat samat kaukolämmössä mainitut asiat, mutta niiden lisäksi pitää harkita onko maalämpöjärjestelmällä jonkinlainen laitetoimittajan oma järjestelmä ja ohjaus. Mikäli on, täytyy selvittää automaatiojärjestelmältä tarvittavien säätöjen ja ohjauksien tarpeet sekä automaatiojärjestelmälle vietävien mittausten, tilatietojen ja hälytysten tarpeet.

### 3.1.3 Vedenjäähdytyskone

Vedenjäähdytyskone on nykypäivänä tyypillinen tapa toteuttaa rakennusten jäähdytystarpeita. Koneen toiminta perustuu prosessiin, jossa kylmääainetta höyrystetään ja lauhdutetaan vuorotellen, mikä siirtää lämpöä pois jäähdytyspiiristä. Kylmäaineina toimivat tavallisesti samat aineet kuin maalämpöjärjestelmissä. Automaation tarpeet vaihtelevat laitteittain. Vedenjäähdytyskoneen sisäiset laitteet toimivat yleensä laitetoimittajan omilla ohjauksilla, ja automaatiojärjestelmän säädettäväksi jäävät nestejäähdytinpuhallinten ohjaukset ja itse jäähdytysverkon toiminta.

## 3.2 Tilakohtaiset lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

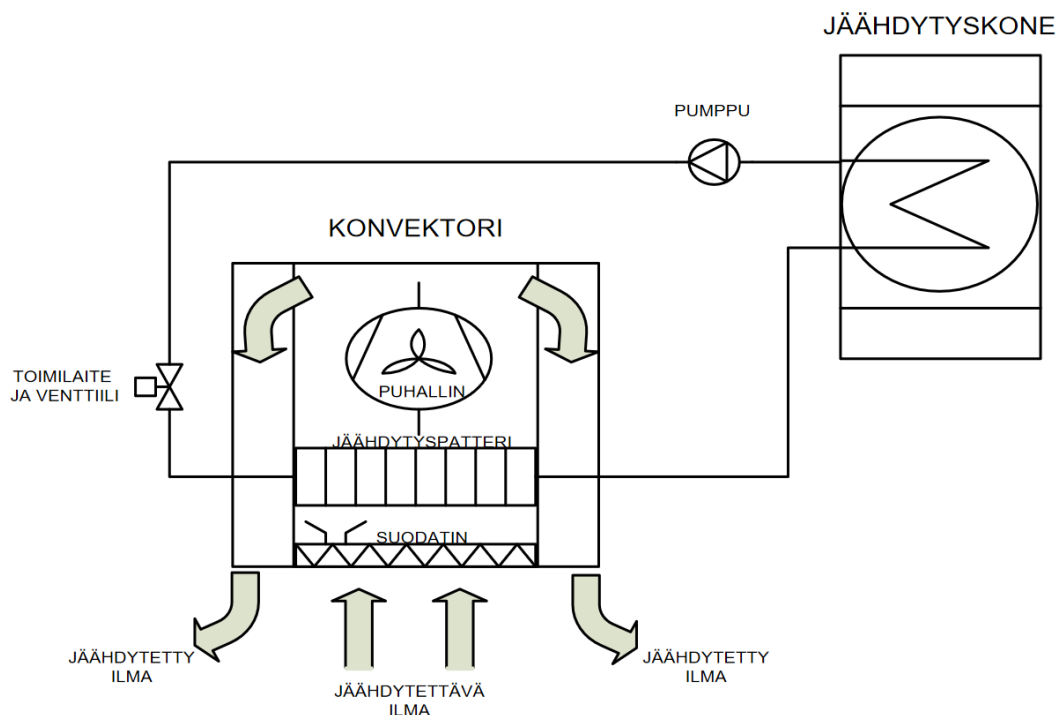
Päälämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän lisäksi kohteissa on usein tiloja, joille vaaditaan tilakohtaisia lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä. Tällaisia tiloja voivat olla esimerkiksi toimistotilat, työhuoneet, taukotilat, neuvotteluhuoneet tai hotellihuoneet.

Rakennusautomaation suunnittelussa tilakohtaisille järjestelmille voidaan laatia mallikaaviot, joissa kuvataan tietynlaista huonetilan säätöä. Suunnittelua varten

tarvitaan tietoa tilan halutuista olosuhteista ja käytössä olevista toimilaitteista. Tavanomaisesti tilakohtaiset järjestelmät toteutetaan tilakohtaisella huonesäätimellä, joka on väylän (esim. Modbus) kautta yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmään. Automaatiosuunnittelussa tällaiset järjestelmät toteutetaan yleensä numeroitujen mallikaavioiden avulla. Näissä siis luodaan kohteessa käytettävistä tilasäätötavoista mallit, joita voidaan soveltaa useaan tilaan paikannuspiirustusten perusteella.

### 3.2.1 Puhallinkonvektorit

Puhallinkonvektori on laite, jolla voidaan jäähdyttää ja tarvittaessa lämmittää huoneilmaa. Konvektori ei vaihda huoneilmaa, vaan kierrättää sitä ja säätelee sen lämpötilaa. Konvektorilla on patteri, jonka läpi puhallin kierrättää ja jäähdyttää tai lämmittää huoneilmaa. Jäähdytys- tai lämmitystehoa säädetään patteriliuoksen virtaamaa ja puhaltimen nopeutta säätämällä.



Kuva 2. Konvektorin rakenne ja toimintaperiaate (Costella Oy. Tuotteet, puhallinkonvektorit.)



### 3.2.2 Palkit

Ilmastointipalkit ovat erityisesti suuren lämpökuorman tiloissa käytettävä laite. Palkkiin johdetaan kylmää vettä jäähdytyskoneelta, ja ne voidaan jakaa ominaisuuksiensa perusteella passiivisiin ja aktiivisiin palkkeihin.

Passiivipalkkeja käytetään vain jäähdytystarkoituksessa, ja niiden toiminta perustuu suurimmaksi osaksi konvektioon ja pieneltä osalta säteilyyn. Palkin sisällä kiertää jäähdytysvesiputki, jossa on kiinni lamelleja, joiden tarkoitus on korottaa lämmönsiirron pinta-alaa. Palkin läpi virtaava ilma jäähtyy. Palkin säätö tapahtuu säätämällä veden virtausta.

Aktiivipalkin ero passiivipalkkiin on siinä, että niihin on yhdistetty tuloilman johtaminen huonetilaan. Tästä syystä aktiivipalkkeilla tapahtuu pakotettua konvektiota, jonka ansiosta aktiivipalkin tehokkuus on passiivipalkkia suurempi.

### 3.2.3 Muut vesikiertoiset lämmityslaitteet

Monet lämmitystarpeet toteutetaan yksinkertaisemmilla vesikiertoisilla lämmityslaitteilla. Näistä esimerkkejä ovat kattoon asennettavat paneelit, tavanomaiset huonepatterit/radiaattorit tai lattialämmitys. Näiden toteutuksissa saattaa olla hieman eroavaisuuksia, mutta toimintaperiaate niissä on sama. Laitteen sisällä kiertää lämmitysverkostosta tuotava kylmä tai lämmin vesi, jolla vaikutetaan tilan lämpötilaan. Säätö tapahtuu säätämällä veden virtausta.

## 3.3 Ilmanvaihto

Lämmön ja jäähdytyksen järjestelmien lisäksi toinen suuri rooli automaatiotekniikasta on ilmanvaihdon ohjaaminen. Tähän sisältyy tavanomaisten ilmanvaihtokoneiden lisäksi myös laitteistoja kuten palopellit, savunpoisto ja kiertoilmakoneet.

### 3.3.1 Koneajot

Koneajo on ilmanvaihdon suunnittelun aikana tuotettava dokumentti tai tuloste, joka sisältää ilmanvaihtokojeiston tekniset tiedot. Koneajossa on paljon tietoa, mutta rakennusautomaatiosuunnittelijalle erityisen tärkeitä ovat puhallinmalli, lämmön talteenoton toteutus sekä lämmityksen ja jäähdytyksen toteutus. Koneajo toimii hyvänä tienviittana ilmanvaihtokoneiden rakennusautomaatiosuunnittelun aloituksessa. Koneajo on tärkeää saada jo luonnosvaiheessa, ja siihen tapahtuvista muutoksista on tärkeää ilmoittaa rakennusautomaatiosuunnittelijalle.

### 3.3.2 Ilmanvaihdon ohjaustapa ja ilmamäärien tasapaino

Rakennusautomaatiojärjestelmällä säädetään ilmanvaihtoa monilla tavoin, ja rakennusautomaatiosuunnittelijan on tärkeä tietää kohteen ja koneen tarpeet. Tärkeitä kysymyksiä:

- Milloin koneen tarvitsee käydä?
- Onko koneella tehostuksen tarvetta, esimerkiksi tiettyinä kellonaikoina tai tietyissä olosuhteissa (mittaukset, lisäaikapainikkeet, tilavaraukset), vai voiko se käydä aina samalla teholla?
- Käykö kone käyttönoton ilmamäärämittauksissa määritettävillä tehoilla vai toteutetaanko sen pyörimisnopeudelle paineeseen tai ilmamäärään perustuva säätö?
- Onko tarvetta tilakohtaiselle ilmamääränsäädölle tai sulkupelleille?
- Onko muita erityisvaatimuksia esimerkiksi koneiden käynnistykseen tai sammutukseen liittyen?

Puhaltimien malli on myös tärkeä tieto suunnitteluun liittyen. Riippuen siitä, ohjataan taajuusmuuttajallista puhallinta, EC-puhallinta tai toteutetaanko puhallus yksinkertaisella releohjauksella sähkökeskuksen kautta, toteutus automaation osalta vaihtelee paljon. Edes samantyyppisiä puhaltimia ei aina ohjata samalla tavalla, eikä niistä aina saada samoja tietoja rakennusautomaatiojärjestelmään.

### 3.3.3 Ilman lämpötilan säätö

IV-järjestelmän ilman lämpötilan säätämiseen on useita mahdollisia keinoja. Lämpötilan säätö koostuu yleensä vähintään lämmityselementistä, mutta hyvin usein myös lämmöntalteenotto- ja jäähdytyselementeistä. Ilman lämmitys ja jäähdytys toteutetaan tavallisesti kanaviin asennettavilla tai IV-koneeseen integroiduilla vesi- tai sähköpattereilla. Vesipattereilla on huomioitava ensimmäisen patterin jäätymissuojan tarve sekä venttiilin toimilaite ja sen säätö. Sähköpattereiden kanssa pärjätään yksinkertaisemmilla ratkaisuilla.

Säätötavan lisäksi ilman lämmityksessä automaatio suunnittelijaa kiinnostaa myös lämmityksen sijainti IV-koneen kokoonpanossa. Esilämmityksellä tarkoitetaan ennen LTO-yksikköä sijaitsevaa lämmitystä. Tällainen lämmitys on tavallisesti sähköpatterilla toteutettu, ja on yksi keino suojata LTO-yksikköä huurtumiselta. Esilämmityksen jälkeinen lämpötilamittaus on tyypillinen lisä esilämmitykselliseen IV-koneeseen. Jälkilämmityksellä voi olla muutamia eri käyttötarkoituksia. Jälkilämmitys voi olla osana ilman kuivausprosessia tiloissa, joissa on ilman kosteuden vaatimuksia. Tässä tilanteessa jälkilämmitys kompensoi kylmää jäähdytyspatteria, joka kerää kosteutta itseensä. Toinen mahdollinen käyttö jälkilämmitykselle on tilanne, jossa ensimmäinen lämmitysmenetelmä ei riitä kaikissa tilanteissa koko lämmityksen varmistamiseen. Tällainen tilanne voi tapahtua esimerkiksi käyttäessä lämpöpumppua ensisijaisena lämmityksen lähteenä.

### 3.3.4 Lämmönsiirto

Energian säästämistä varten monissa IV-järjestelmissä käytetään erilaisia lämmöntalteenoton tai lämmönsiirron järjestelmiä. Lämmön talteenotolla tarkoitetaan poistoilmassa olevan lämpöenergian hyödyntämistä tuloilman lämmittämiseksi, mutta useimpia LTO-järjestelmiä voidaan käyttää myös jäähdytykseen tilanteissa, jossa poistoilman lämpötila on viileämpää kuin ulkoilma. Eri järjestelmille tarvitaan erilaiset mittaukset, toimilaitteet ja varotoiminnot. Tyypillisiä IV-järjestelmän lämmönsiirtimiä on kolmea mallia: levylämmönsiirrin, pyörivä lämmönsiirrin ja nestelämmönsiirrin.

Levylämmönsiirrin toimii kiinteän kennoston avulla. Siinä yhdessä välissä virtaa tuloilma/raitisilma ja toisessa poistoilma. Kennoston seinämien läpi lämpöä siirtyy haluttuun suuntaan. Tämän lämmönsiirtimen ohjaus tapahtuu säädettävien moottoripeltien avulla, jolla ilmavirtaa voidaan ohjata lämmönsiirtimen läpi tai tarvittaessa ohi. Levylämmönsiirtimen läpi otetaan paine-eromittaus, jolla voidaan ennakoida huurtumisongelmia ja käynnistää käytettävissä oleva sulatusmenetelmä, esim. lohkosulatus tai esilämmitys.

Pyörivä lämmönsiirrin on myös kennoston avulla toimiva laite. Pyörivä pyöreä kennosto on puolen osan ajasta poistoilman puolella ja puolen ajasta tuloilman puolella. Lämmönsiirron tehokkuutta ohjataan pyörimisnopeutta säätämällä. Tästä syystä on tärkeä tietää kiekon moottoriin tarvittavat tiedot, esimerkiksi tilatiedot, mahdolliset moottorin hälytykset, säätötapa ja ohjauspisteen tarve. Pyörivän lämmönsiirtimen läpi otetaan myös ilman paine-eromittaus, jonka mukaan sulatustoimintoa voidaan ohjata huurtumistilanteessa.

Nestelämmönsiirrin on patterilla toimiva järjestelmä, jossa verkon toinen puoli on tulopuolella ja toinen poistopuolella. Järjestelmässä ohjataan yleensä pumpua sekä säätöventtiiliä verkostossa virtaavan nesteen (esim. glykoli) virtauksen hallinnointia varten. Verkostossa mitataan nesteen lämpötilaa sekä painetta. Verkoston lämpötilaa yleensä estetään tippumasta minimiraja-arvon (esim. 2 °C) alle tippumasta kierrättämällä nestettä, jäätymis- ja huurreongelmien estämiseksi. Kuten pyörivän lämmönsiirtimen moottorin tapauksessa, pumpun ohjaustapa on myös rakennusautomaatiosuunnittelijalle oleellinen.

### 3.3.5 Palopellit

Palopellit ovat palonrajoittimia, jotka sulkeutuvat lämpösulakkeen, savu- tai kaasuilmaisimen tai muun palotilanteen havaitsevan laitteen avulla automaattisesti palotilanteessa. Palopeltien automaattisesta luonteesta johtuen niiden ohjaaminen ei tyypillisesti kuulu rakennusautomaatiojärjestelmälle, mutta niiden aktivoitumisesta viedään tyypillisesti rakennusautomaatiojärjestelmälle jonkinlainen hälytys. Tätä varten rakennusautomaatiosuunnittelija tarvitsee IV-suunnittelijalta

palopeltien määrän ja sijainnit. Tyypillisesti hälytys saadaan peltikohtaisilta koskettimilta, mutta joissakin tapauksissa hälytyksiä voidaan tuoda myös palopeltiryhmittäin.

### 3.3.6 Savunpoisto

Savunpoisto on toinen paloturvallisuustoiminto, joka liitetään usein rakennusautomaatiojärjestelmään. Kuten palopeltien tapauksessa, savunpoistoa ei tyypillisesti ohjata rakennusautomaatiojärjestelmällä, vaan sen toiminnasta saadaan tietoa ja hälytyksiä rakennusautomaatiojärjestelmään. Näiden määrittelemiseksi rakennusautomaatiosuunnittelija tarvitsee tiedot laitteilta saatavista tilatiedoista ja hälytyksistä.

### 3.3.7 Kuivaus ja kostutus

Joillakin tiloilla on vaatimuksia sinne puhallettavan ilman kosteuden suhteen. Tätä varten voidaan tiloissa tarvita kuivaus- tai kostutustoiminto. Molempien toteuttamiseen tarvitaan luonnollisesti kosteusmittauskanavaan ja mahdollisesti ulkoilmaan.

Kuivauksen tarve toteutetaan yleensä jäähdytyspatterin ja jälkilämmityksen avulla. Ilma ohjataan kylmän jäähdytyspatterin läpi, kosteus kondensoituu patterin pinnalle ja ilma lämmitetään tarvittuun lämpötilaan jälkilämmityksellä.

Kostutus toteutetaan kanavaan asennettavalla ilmankostuttimella. Ilmankostuttimien tarkempi toiminta, ohjaustapa ja rakennusautomaatiojärjestelmään saatavat tiedot vaihtelevat valmistajan ja laitteen mukaan. Siksi rakennusautomaatiosuunnittelua varten tämä tieto onkin tärkein, jotta suunnittelija voi hakea tarvitsemansa tiedot valmistajalta.

### 3.3.8 Yli- ja alipaineistus

Tiettyjen tilojen tarpeisiin voi sisältyä myös yksilöllisempiä ilmanvaihdon tarpeita, esimerkiksi yli- tai alipaineistusta. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi keittiöiden huuvat tai laboratorioiden kohdepoistot ja vetokaapit. Näitä voidaan toteuttaa monin tavoin ja haluttu toiminta täytyy selvittää tilannekohtaisesti. Jotkut näistä laitteista toimivat omalla automatiikallaan, josta voidaan tuoda käyntitietoja automaatiojärjestelmään. Toisia pitää ohjata automaatiojärjestelmän toimesta. Tässä tapauksessa haluttu toiminta pitää selvittää IV-suunnittelijalta, ja näiden tietojen pohjalta automaatio-suunnittelija voi määritellä tarvittavat mittaukset ja toimilaitteiden vaatimat ohjaukset ja säädöt.

## 3.4 Yleiset LVI-lähtötietotarpeet

Tämä osio käsittelee yleisiä tietoja, joita rakennusautomaatio-suunnittelussa tarvitaan LVI-suunnittelijalta. Tässä listatut asiat eivät ole rajattu pelkästään lämpöön, ilmanvaihtoon tai veteen vaan liittyvät yleensä niistä useampaan kerralla.

### 3.4.1 Kojeluettelo

Rakennusprojektin LVI-laitteistoista kootaan osana suunnittelua luettelo kaikista kohteen tulevista LVI-kojeista, eli kojeluettelo. Kojeluettelosta selviää rakennusautomaatio-suunnittelijalle lukuisia tärkeitä asioita jopa pikaisella vilkaisulla. Ilmanvaihtokoneista selviää edellä mainittuja asioita kuten ilman lämmityksen ja jäähdytyksen tavat, lämmöntalteenottojärjestelmä ja mahdolliset erillispoistopuhaltimet. Lämpölaitteista nähdään lämmitys- ja jäähdytysverkostoihin tulevat pumput ja lämmönsiirtimet, mikä kertoo tarvittavat verkostotyypit (esim. IV-, pateri- ja lattialämmitysverkot).

Kojeluetteloä läpi käymällä automaatio-suunnittelija voi myös löytää myös pienemmät erilliset laitteet kuten oviverhokoneet, jotka vaativat oman säätökaavionsa. Luettelon avulla suunnittelija voi kartoittaa tarpeelliset säätökaaviot ja sitä

kautta myös lähteä selvittämään muita tarvittavia lähtötietoja, ja kojeluettelosta aloittaminen onkin siksi hyvä paikka automaatio suunnittelun aloitukselle.

### 3.4.2 Laitesijoitukset ja tasokuvat

Rakennusprojekteissa laaditaan yleensä tasokuvat osa-alueittain, sillä kaiken kuvaaminen samassa kuvassa ei ole tarkoituksenmukaista. Monien rakennusautomaatioon liitettävien laitteiden sijainnin määrittävät muut suunnittelijat, mutta näiden laitteiden sijainnit vaikuttavat suunnitteluun (esim. valvonta-ala-keskusten sijoittelu) ja sijainnit halutaan kuvata myös rakennusautomaation omissa tasokuvissa eli paikannuskuvissa. Tästä syystä muiden osastojen tasokuvat ovat tärkeitä myös rakennusautomaatio suunnittelijalle.

### 3.4.3 Vesi- ja energiamittarointi

Monissa rakennuksissa halutaan tarkkailla veden- ja energiankulutusta. Tämä tarkkailu toteutetaan yleensä automaatiojärjestelmän kautta, ja automaatio suunnittelija tarvitsee järjestelmän suunnittelua varten seuraavia tietoja:

- mittarien sijainnit
- mittarien mallit tai tyypit
- lisälaitteiden tarve, esimerkiksi huoneistonäytöt
- muut vaatimukset, esimerkiksi langattomien laitteiden tarve.

Automaatio suunnittelija määrittelee suunnitelmissa näiden tietojen pohjalta mitausverkoston rakenteen, tarvittavat kaapelit ja muiden toimilaitteiden (esim. keskusyksikön) sijainnin.

### 3.4.4 Laitteiden hankintarajat

Rakennusautomaation suunnitelmissa kuvataan usean toimialan laitteita samanaikaisesti. Siksi on tärkeää, että suunnitelmissa on esimerkiksi laiteluettelossa selvästi merkattuna, minkä urakoitsijan toimitukseen mikäkin laite kuuluu. Tällä asetetaan urakoitsijalle selvät rajat, joiden mukaan toimia ja saadaan

hankintakulut kohdistettua oikein. Puutteet hankintarajojen määrittelyssä aiheuttavat urakoitsijalle ristiriitoja ja hidastavat työntekoa, kun puutteellisia merkintöjä joudutaan selvittämään erikseen.

## 4 Tilaaajalta tarvittavat lähtötiedot

Useimmissa asioissa rakennusautomaation tarvitsemat lähtötiedot määrittelevät muiden osastojen suunnittelijat asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Joissakin asioissa sen sijaan automaatio suunnittelija tarvitsee tietoja suoraan tilaaajalta.

### 4.1 Huonesäätötoiveet

Huoneisiin tulevien säätölaitteiden toiminnan ja tarvittavien laitteiden määrittelyssä täytyy selvittää useita asioita. Osan näistä määrittelee LVI-suunnittelija. Mutta tilaaajalta suoraan selvitetään asioita, jotka liittyvät suuremmin automaation tarpeisiin, esimerkiksi

- tarvitaanko huonekohtaiset asetusarvojen poikkeutukset tai asetukset?
- tarvitaanko ilmanvaihdon tehostusta, ja miten tehostus otetaan käyttöön?
- tarvitaanko huoneistonäyttöjä?
- halutaanko huonesäätölaitteistoa käyttää mobiililaitteilla?

### 4.2 Laitteiden käyttäjät ja käyttöluvat

Tärkeä osa automaatiojärjestelmien määrittelyä on käyttäjien määrittely. Automaatiojärjestelmät ovat yhteydessä moniin talon tärkeisiin osiin, ja siksi sen käyttöluvia rajataan. Käyttäjryhmät ja niiden käyttöluvat luodaan asiakkaan määrittelyjen mukaan. Suurin hallinta annetaan yleensä huollolle. Rajatummilla profiileilla voi olla lupia esimerkiksi järjestelmien tarkasteluun mutta ei valtuuksia muuttaa asetusarvoja tai ohjata laitteita manuaalisesti.



### 4.3 Järjestelmän ohjauksen sijoitus

Rakennusautomaatiojärjestelmiä voidaan ohjata monilla eri tavoilla. Tilaajalta täytyy selvittää sekä millä tavalla järjestelmää ohjataan että mihin ohjaus sijoitetaan. Ohjaustapana voi olla valvomo, jolloin koko laitteistoa ohjataan yhdestä yhteisestä sijainnista valvomolaitteilla. Joskus ohjausta jaetaan pienempiin osiin esimerkiksi kerrosnäytöillä tai valvonta-alakeskuskohtaisilla näytöillä. Joskus järjestelmä halutaan puhtaasti etäkäyttöön. Nämä täytyy selvittää tilaajalta ja ilmaista suunnitelmissa urakoitsijaa varten, tyypillisesti järjestelmäkaavion yhteydessä.

### 4.4 Valojen ohjaus

Valojen ohjaustapa selvitetään yleensä sähkösuunnittelijan kanssa, mutta ohjauksen aikataulu puoli selvitetään tilaajalta. Eri kiinteistöillä on eri tarpeita. Tarvitut aikaohjelmat voidaan määrittellä suunnitelmissa, mutta lisäksi määritellään kuka aikaohjelmia voi muuttaa. Mikäli muita valaistusohjauksen malleja tarvitaan. Esimerkiksi ulkovalaistus toimii usein ulkovalaistusanturin mittauksen pohjalta.

### 4.5 Olemassa oleva automaatiojärjestelmä

Monet rakennuskohteet ovat saneerauksia, joissa kiinteistössä on jo olemassa oleva automaatiojärjestelmä. Tässä tapauksessa automaatio suunnittelija tarvitsee tavallista enemmän tietoa.

- Liitetäänkö uudet lisäykset vanhaan järjestelmään, luodaanko uusi järjestelmä sen lisäksi vai korvataanko vanha järjestelmä kokonaan?
- Mitä vanhoista laitteista tai järjestelmistä säilytetään?
- Hyödynnetäänkö vanhoja toimilaitteita tai kaapeleita?

Kohteessa, jossa on vanha automaatiojärjestelmä, automaatio suunnittelija haluaa yleensä käyttöönsä vanhat säätökaaviot. Tämä on siksi, että se helpottaa vanhojen laitteiden huomiointia ja pienentää työtaakkaa laitteiston

toimintaselostusta määritellesä. Tämä pitää paikkansa myös laitteiston toimintaan tehdessä muutoksia.

#### 4.6 IV-hätäpysäytys

IV-hätäpysäytyksen toteutustavat ovat monissa kohteissa erilaisia. Joskus käytetään ohjelmallisia pysäytyksiä, joissa hätäseispainikkeen tilatiedolla toteutetaan ohjelmallinen pysäytys automaatiojärjestelmän kautta. Muissa kohteissa hätäpysäytys toteutetaan ryhmäkeskusten puolella, syöttöjä katkaisemalla. Myös näiden yhdistelmiä voidaan toteuttaa. Tämän lisäksi IV-hätäpysäytystä toteuttaessa täytyy myös tietää IV-hätäseispainikkeiden sijainnit ja mahdolliset pysäytysalueiden jaot. Esimerkiksi taloyhtiöissä hätäpysäytykset saatetaan haluta toteuttaa rappu- tai talokohtaisesti.

### 5 Sähkö

#### 5.1 Erillispisteet

Erillispisteillä viitataan rakennusautomaatiosuunnittelussa automaatiojärjestelmään liitettäviin pisteisiin (tilatiedot, hälytykset, ohjaukset ja säädöt), jotka toimivat erillään muista järjestelmistä. Esimerkkejä erillispisteistä ovat valaistusohjaukset, saattolämmitykset, erillishälytykset ja saunaohjaukset. Tavanomaisessa suunnitteluprosessissa sähkösuunnittelija määrittelee tarvittavat erillispisteet (esim. erillispisteluehdotuksessa), ja rakennusautomaatiosuunnittelija kokoaa niistä säätökaavion ja kirjoittaa tarvittavat toimintaselostukset.

#### 5.2 Asennuspaikat

Automaatiosuunnittelun yhteydessä määritellään myös monia automaation toimilaitteiden ja mittauksen sijainteja. Varsinkin huonetiloihin sijoitettavat laitteet on syytä sijoittaa sähkösuunnitelmat huomioon ottaen. Näitä laitteita ovat esimerkiksi huoneanturit, lisäaikapainikkeet ja huonesäätimet. Sähkösuunnitelmien

huomioiminen on tärkeää, sillä sähköhyllyjen johtokourujen ja muiden sähkölaitteiden sijoitukseen vaikuttavat asiat määritellään niissä.

### 5.3 Sähkömittarointi

Tietyissä kohteissa automaatiojärjestelmän kautta halutaan päästä käsiksi sähkönjakelun mittaustietoihin. Nykypäivänä tällaiset mittaukset toteutetaan tyypillisesti väylien avulla, mutta myös muita järjestelmiä käytetään. Rakennusautomaatiosuunnittelija tarvitsee sähkösuunnittelijalta tiedot järjestelmään liitettävien mittausten sijainneista sekä mahdollisista liitännätavoista (esim. väylä, pulssimitaukset).

## 6 Energia

Energiankäyttöön perustuvat vaatimukset tyypillisesti asettavat myös rakennusautomaatiojärjestelmälle tiettyjä vaatimuksia. Rakennusautomaatiosuunnittelijan on syytä olla yhteydessä kohteen energia-asioista vastaavan suunnittelijan kanssa tarvittavista toimenpiteistä.

### 6.1 Sisäilmaluokitus

Sisäilmaluokituksella tarkoitetaan rakennus- ja taloteknisessä suunnittelussa, urakoinnissa ja rakennusteollisuudessa käytettävällä luokituksella, jossa sisäilmaolosuhteet kolmeen eri laatuluokkaan. Nämä luokat ovat yksilöllinen sisäilmasto (S1), hyvä sisäilmasto (S2) ja tyydyttävä sisäilmasto (S3).

## S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä.

Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset, erittäin hyvät ääniolosuhteet, ja hyviä valaistusolosuhteita on tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

## S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä.

Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

## S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveydensuojelulain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset. Asetusten vaatimusten täyttyminen ei välttämättä edellytä S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä. S3-luokan arvot esitetään tässä ensisijaisesti vertailun tueksi.

Eri suureiden tavoite- ja suunnittelu-arvot voidaan valita eri laatuluokista. Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti.

### Kuva 3. Sisäilmastoluokitus (Hengityслиitto. Sisäilmastoluokitus.)

Sisäilmastoluokituksessa rakennusautomaatiosuunnittelijaa kiinnostaa erityisesti tilan lämpötilavaatimukset, hiilidioksidipitoisuusvaatimukset ja tarpeet tilan käyttäjän yksilölliselle hallinnalle. Tietämällä halutun sisäilmastoluokituksen voidaan määrittää laitteiston vaatimukset sekä lisätä suunnitelmiin tarvittavat lisälaitteet, esimerkiksi ilmamääränsäätimet hiilidioksidipitoisuuden hallintaa varten tai käyttäjän aseteltavien huonesäätimet.

## 6.2 Yönaikaiset toiminnot

Yöaikana voidaan saada aikaan säästöjä, varsinkin tiloissa, joissa ei ole yöaikana henkilöitä. Yötuuletus on toiminto, jossa rakennuksen tiloihin puhalletaan yöaikana huoneilmaa kylmempää ulkoilmaa. Toiminnon tarkoituksena on poistaa rakennukseen varastoitunutta lämpöä ulkoilman ollessa niin lämmintä, että

sen sisään puhaltaminen ei vaadi erillistä jäähdytystä. Yötuuletus voidaan toteuttaa esimerkiksi määrittämällä sisälämpötilalle minimi ja ulkolämpötilalle sisälämpötilaan perustuva maksimi, joiden toteutuessa yötuuletus kytketään käyttöön.

Yötuuletuksen lisäksi energiaa voidaan säästää yöaikana rajaamalla erillispoistopuhallinten tehoa. Ilmanlaadun vaatimukset yöaikana rakennuksen käyttäjien ollessa muualla ovat alhaisemmat ja ilmanvaihtoa voidaan siksi rajoittaa. Yöaikainen erillispoistojen puolitus tai pysäytys vähentää ilmanvaihdon energiankäyttöä.

### 6.3 Tarpeenmukainen ilmanvaihdon ohjaus

Energiaa voidaan myös säästää rajaamalla ilmanvaihtoa tarpeiden mukaan. Useimmissa kohteissa on tiloja, jotka eivät ole jatkuvassa käytössä ja niiden ilmanvaihtoa voidaan siksi keventää tai rajata tietyissä olosuhteissa. Aikaohjelma erillispoistopuhaltimien käytölle on yksinkertainen esimerkki tällaisesta tarpeenmukaisesta ilmanvaihdon ohjauksesta. Tarkemman ilmanvaihdon ohjauksen tarpeen ollessa tiloihin voidaan lisätä esimerkiksi lisäaikapainikkeita tai läsnäoloantureita, jonka mukaan ilmanvaihdon tehoa hallinnoidaan.

### 6.4 Älykäs lämpötilan säätö

Lämmönsäädössä saattaa olla tarvetta älykkäämmälle säädölle. Tavanomaisessa lämpötilan säädössä tarkkaillaan ainoastaan säädettävää suuretta, mutta järjestelmän energiatehokkuutta voidaan parantaa ennakoivilla toiminnoilla. Näin voidaan tehdä muun muassa verkon sääpalveluiden avulla. Esimerkiksi sääpalvelun ilmoittaessa suuresta kylmenemisestä seuraavien päivien aikana automaatiojärjestelmä voi alkaa välittömästi lämmittämään kiertovettä lämmönvaihtimella. Tällöin lämpöä voidaan varata lämmitysverkoston ympärille pitkällä aikavälillä siten, että lämmitys on jo ennakkoon halutulla tasolla. Energiansäästö saadaan tässä tapauksessa siitä, että lämmönvaihdinta ei jouduta

ajamaan korkealla lämpötilalla, jolloin vaihtimesta hävitään enemmän hukkalämpöä ympäristöön.

## 7 Toimenpiteet yrityksen sisällä ja yhteenveto

### 7.1 Kysely

Yrityksen ongelmia ratkomaan lähtiessä koettiin tarpeelliseksi kartoittaa mistä ongelmia osastojen välisessä kommunikoinnissa on syntynyt. Luotiin kysely, jossa käsiteltiin useita osa-alueita. Kysely kohdistettiin LVI-osaston suunnittelijoille ja projektipäälliköille sekä kahdelle energiaosaston työntekijälle, ja kutsuista 20 henkilöstä kyselyyn vastasi 17. Kyselyssä pyrittiin selvittämään seuraavia asioita:

- henkilökunnan tietotaso RAU-suunnittelusta, tietotarpeista ja siitä mitkä heidän tehtävistään vaikuttavat RAU-suunnitteluun.
- lämmityksen ja jäähdytyksen kytkentä- ja säätökaavioiden toteutus. Kyseessä olevat suunnitelmat luodaan useamman osaston yhteistoimintaan (LVI, energia, RAU) ja suunnitteluprosessissa oli todettu ongelmia
- IV-koneiden laitekokoonpanoasiat. Monesti suunnitelmat näiden suhteen elävät projektin aikana ja haluttiin selvittää, onko asia parannettavissa
- vajaiden tai puutteellisten lähtötietojen aiheuttamat ongelmat
- suunnittelijoiden ja projektipäälliköiden toiveita siitä, minkälainen yhteensovitus olisi tarpeen rakennusautomaatio-osaston kanssa
- esimerkkejä asioista, joissa on havaittu yhteensovitusongelmia tai puutteita rakennusautomaatioon liittyen.

Kysely toteutettiin Zef.fi-verkkosivuston kautta, ja se koostui numerollisista vastauksista, vapaista kommentteista sekä avoimista kysymyksistä.

### 7.2 Yhteenveto

Kyselyn tulosten pohjalta vahvistettiin tiettyjä epäilyjä ja saatiin parempi kuva RAU- ja LVI-osastojen välisistä ongelmista ja mahdollisista ratkaisuista. Todettiin, että ongelmat eivät johtuneet henkilökunnan RAU-tietotason puutteesta.

Vastaajista ainoastaan energiaosaston henkilöt antoivat vastauksia, jotka viittasivat tiedon puutteeseen. Tämä oli odotettavissa, sillä suoraa yhteistyötä energiaosaston ja rakennusautomaatio-osaston välillä on verrattain vähän. Tietotason ollessa ainakin itseraportoinnin pohjalta hyväksyttävällä tasolla voitiin todeta ongelmien johtuvan enemmän kommunikoinnin ja kommunikointityökalujen ongelmista.

Toisena teemana kyselyn vastauksissa nousi aikataulutus. Vastauksista ilmeni, että LVI:n ja RAU:n yhteiset määräajat ovat usein haitaksi rakennusautomaatio-suunnittelulle, jossa LVI:n muutoksia joudutaan huomioimaan usein liian myöhään. Tämän lisäksi huomattiin, että RAU-osasto tuotiin projekteihin mukaan usein liian myöhään, jolloin heidän osaamistaan on vaikea hyödyntää alkuvaiheessa tarpeellisten tietojen selvittämistä varten.

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmäsuunnittelun todettiin vastaajien välillä eroavaisuuksia. Suunnitelmien teon prosessi oli joillekin vastaajille tiedossa, mutta oli selvää, että kyseistä prosessia ei oltu määritelty kirjallisesti missään ja se aiheutti monille suunnittelijoille päänvaivaa. Mallikaavioiden määrän vähäisyydestä tuli myös palautetta.

### 7.3 Kehityksen kohteet

Kyselyn pohjalta valittiin tiettyjä asioita kehitettäväksi. Osa niistä tehtiin osana tätä työtä, osa lisättiin kehitystehtävälistalle ja osa kommunikointiin projektinjohtoon. Henkilökunnan RAU-tietämyksen todettiin olevan hyvällä tasolla. Tämän takaamiseksi myös tulevaisuudessa tehdään ehdotus RAU-osion lisäämisestä osaksi uusien työntekijöiden perehdytysprosessia.

## Lähteet

Alatalo, Niko. 2010. Tuloilmakoneen automatiikan modernisointi. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Costella Oy. Tuotteet, puhallinkonvektorit. Verkkosivu.

Electrek. 2019. Homeowners are saving 50% on heating with Dandelion's geothermal system. Verkkosivu.

Energiatehokas Koti. 2020. Ilmanvaihto, levylämmönsiirrin ja pyörivä lämmönsiirrin. Verkkosivu.

Hakanen, Mikko. 2021. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. Yhteiset keskustelut opinnäytetyön aiheesta.

Hanninen, Marko. 2016. Kaukolämpö- ja jäähdytys nyt ja tulevaisuudessa. Opinnäytetyö. Arcada. Theseus-tietokanta

Heinonen, Joonas. 2013. Kerrostaloasunnon lämmönsäätö. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta

Heiskanen, Hannu. 2022. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. Palaute opinnäytetyöstä kirjoitusprosessin aikana.

Hengitysliitto. Sisäilmastoluokitus. Verkkosivu

Hirvonen, Tapio. 2013. Toimistorakennuksen jäähdytyksen parantaminen. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. 2021. Rakennusautomaation ja LVI-suunnittelun yhteensovituskysely. Suoritettu osana opinnäytetyötä.

Jylkkä, Henri. 2014. Rakennusautomaatiokirjasto ja suunnitteluohje asuinrakennusten automaatio suunnitteluun. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Kauranen, Niko. 2021. Koetun ja mitatun olosuhdetiedon hyödyntäminen sisäilmajohtamisessa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Ketonen, Joonas. 2012. Maalämpö lämpöenergian tuottajana. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.



Koja. 2015. Lohkosulatusautomaatio. Käyttö- ja huolto-ohje.

Marin, Olli-Pekka. 2015. Omakotitalon jäähdytys maaviileällä ja puhallinkonvektorilla. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Matinlompola, Aleksi. 2018. Jäähdytysjärjestelmän mitoitus ja valinta yliopistorakennukseen. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Mutanen, Otto. 2017. Toimistorakennuksen energiatehokas jäähdytys. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. LUTPub-julkaisuarkisto.

Rakennustieto Oy. 2013. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12.

Solakuja, Joni. 2011. Ilmankäsittelykoneen ominaissähkön optimointi. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Sähkötieto Ry. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Helsinki: Hansaprint Oy.

Viljanen, Jonne. 2014. Palonrajoittimien merkitys rakentamisessa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.