



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Eetu Torikka

# Espoon kaupungin koulujen kiinteistö- automaatiojärjestelmien kartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan

koulutusohjelma

Insinöörityö

Tekijä Otsikko	Eetu Torikka Espoon kaupungin koulujen kiinteistöautomaatiojärjestelmien kartoitus
Sivumäärä Aika	34 sivua + 2 liitettä 3.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	automaatioinsinööri Maija Wallenius projekti-insinööri Jani Stigell
<p>Opinnäytetyössä toteutettiin kartoitus Espoon kaupungin Tilapalvelut-liikelaitokselle kaupungin omistamien koulukiinteistöjen kiinteistöautomaation nykytilasta. Kartoituksen tavoitteena oli tilastoida järjestelmien ikää, kuntoa, sekä toimintavarmuutta. Lisäksi jokaisesta kiinteistöstä tehtiin kohdekortti Kotopro-ohjelmalla, josta selviää automaatiovalvomon oleelliset tiedot, sekä tiedot alakeskuksista.</p> <p>Työ toteutettiin tutustumalla ensin jokaisen kohteen automaation vikahistoriaan, ja tekemällä tästä alustava kuntoarvio. Tämän jälkeen lopullinen kartoitus ja tiedonkeruu tehtiin tekemällä suoria kartoituskäyntejä kiinteistöihin ja haastattelemalla järjestelmien käyttäjiä.</p> <p>Kartoituksessa ilmeni, että järjestelmä on keskimäärin suhteellisen iäkästä, mutta järjestelmien ikävariaatio vaihteli 1- ja 39-vuoden välillä, joten ikä ei ole koko totuus järjestelmien kunnolle. Järjestelmät olivat pääosin hyväkuntoisia, eikä iän ja kunnan välille voitu muodostaa yhteyttä. Pää syy toimintakunnon heikkenemiselle on syvemmillä itse automaatio-ohjelmassa tai komponenteissa, jotka epäotimaalisella toiminnalla rasittavat koko järjestelmää.</p> <p>Kartoituksessa saatua dataa ja kohdekorttipohjaa voidaan jatkossa hyödyntää myös muissa kaupungin kohteissa ja saneerauksia suunniteltaessa.</p>	
Avainsanat	kiinteistöautomaatio, kartoitus, rakennusautomaatio, taloautomaatio, automaatiojärjestelmä, Espoo

Author Title	Eetu Torikka Mapping of School Building Automation Systems for the City of Espoo
Number of Pages Date	34 pages + 2 appendices 3 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Maija Wallenius, Automation Engineer Jani Stigell, Project Engineer
<p>In this thesiswork, a mapping of the current state of the building automation systems was carried out concerning schools owned by the City of Espoo. The work was done for the Municipal Government of Espoo. The aim of the mapping was to record the age, condition and reliability of the systems. In addition, each property was provided with a information card with a Kotopro program, which provides essential information about the control room as well as information about control sub-center.</p> <p>The work was carried out by first getting familiar with each property's failure history, and by making a preliminary condition assessment. After this, the final mapping and data collection was conducted by direct mapping visits to the property and interviewing system users.</p> <p>The mapping revealed that system is relatively old on average, but the age variation of the systems is from 1 to 39 years so age is not the whole truth about the condition of the systems. The systems were mostly in good condition and there was no link between the age and the condition of the system. The main reason for the degradation is deeper in the automation program itself or in the components which burden the entire system through suboptimal operation.</p> <p>The data obtained from the mapping and the information card sheet can be used in other properties in the future and also when planning future renovations.</p>	
Keywords	mapping, building automation, house automation, automation system, smart building, Espoo

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kiinteistöautomaatio	1
2.1	Kiinteistöautomaation osa-alueet	2
2.2	Kiinteistöautomaation hyödyt	3
2.3	Kiinteistöautomaatiojärjestelmän perusrakenne	4
2.4	Anturit	6
2.5	Toimiyksiköt	10
2.6	Säätimet	11
2.6.1	Yksikkösäädin ja DDC-järjestelmäsäädin	11
2.6.2	Erilaisia säätöjä	12
2.7	Kiinteistöautomaation sovelluksia	15
2.7.1	Ilmanvaihto	15
2.7.2	Lämmitys	17
2.7.3	Valvonta	20
2.7.4	Kylmälaitteet	23
3	Automaatiokartoitus	24
3.1	Espoon kaupunki	24
3.2	Työn aloitus	25
3.3	Työvälineet	25
3.4	Automaatiojärjestelmät	26
3.5	Yhteenveto automaatiosta	31
4	Yhteenveto	33
	Lähteet	35

### Liitteet

Liite 1. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän kohdekortti

Liite 2. Järjestelmäjakauma

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on toteuttaa Espoon kaupungin koulurakennuksille kiinteistöautomaatiojärjestelmien kartoitus. Aihetta päätettiin rajata alkuperäisestä koulujen ja päiväkotien sijasta pelkkiin kouluihin kohteiden suuren määrän vuoksi. Työn toimeksiantaja on Espoon kaupungin alainen Tilapalvelut-liikelaitos, joka vastaa kaupungin toimitilojen ja rakennusten hallinnasta ja ylläpidosta.

Espoon kaupungin kohteissa on tällä hetkellä toistakymmentä erilaista kiinteistöautomaatiojärjestelmää. Kyseisistä kiinteistöautomaatiojärjestelmistä ei ole olemassa kunollista koontia ja nykyinen luettelo on vuodelta 2015, jonka jälkeen useissa kohteissa on tehty saneeraustöitä, joten dokumentti on huomattavasti vanhentunut. Työn tavoitteena on luoda selkeä kuva järjestelmien nykytilasta arvioimalla erityisesti järjestelmien ikää, kuntoa ja toimintavarmuutta.

Työ toteutetaan tekemällä suoria kartoituskäyntejä koulukiinteistöihin ja haastattelemalla järjestelmien käyttäjiä, eli lähinnä kiinteistönhoitajia. Lisäksi kohteista suunnitellaan informatiiviset kohdekortit Kotopro-ohjelmalla. Aiemmin mainittuja ominaisuuksia tilastoidaan ja kootaan yhteenvedoksi, jonka avulla saadaan hyvä kokonaiskuva järjestelmien kokonaistilasta, variaatiosta ja korjaustarpeesta.

Opinnäytetyön kirjallisen osuuden alussa käsittelen kiinteistöautomaatiota yleisesti, jotta saadaan aikaan kokonaiskuva, mistä työssä on ylipäättänsä kyse. Tämän jälkeen käsittelen eri järjestelmät, joita työn toteutuksen aikana vastaan tuli. Lopuksi kerron työn tulokset ja vertaan niitä yleisiin keskiarvoihin.

## 2 Kiinteistöautomaatio

Kiinteistöautomaatio, joka tunnetaan myös esimerkiksi nimillä taloautomaatio tai rakennusautomaatio, on osa meidän kaikkien jokapäiväistä elämää. Kun henkilö astuu esimerkiksi kauppakeskukseen sydäntalvella, on häntä oven sisäpuolella usein vastassa lämpöinen ”verho”, tai kun joku on illan viimeisen pyykkivuoron päättyessä menossa pyykkitupaa kohti ja ovi lukkiutuu itsekseen hänen edestään juuri ratkaisevalla hetkellä.

Näissä tilanteissa olet tekemisissä kiinteistöautomaation kanssa. Kiinteistöautomaatio on hyvin samankaltaista, kuin prosessiautomaatio, mutta ne ovat erotettu toisistaan valvonta- ja säätökohteiden eroavaisuuksien vuoksi. [Mikkola & Värjä 1999: 5.]

Kiinteistöautomaatiossa on monia erilaisia toimintoja. Näitä ovat suureiden mittaukset, ainemäärien laskenta, laitteiden säädöt ja ohjaukset, valvonta- ja hälytystoiminnot, raportointi ja tilastointi. [Mikkola & Värjä 1999: 5.]

## 2.1 Kiinteistöautomaation osa-alueet

Kiinteistöautomaatio voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen, jotka ovat

- Asuintalot
- Virastot, koulut ja teollisuuslaitokset
- Yhdyskuntien laitokset
- Keskitetty kiinteistövalvonta.

[Pirhonen 2011: 3.]

Asuintalojen automaatio on kiinteistöautomaatiota yksinkertaisimmillaan. Sen tehtävänä on huolehtia rakennuksen lämmityksestä valvomalla huoneistojen lämpötilaa ja säätämällä lämmityskattilan, lämmönsiirtimen, pumppujen ja lämmitysverkon toimintoja. Automaatiojärjestelmä huolehtii myös kiinteistön käyttöveden lämpötilan ja paineen säädöstä, sekä mittaa veden kulutusta. Lisäksi sen tehtäviin kuuluu koneellisen ilmastoinnin, sekä sähköisen lukituksen hoito. [Pirhonen 2011: 3.]

Virastoihin ja muihin kunnallisen tahon rakennuksiin siirryttäessä automaation toiminnot pysyvät pääosin samoina, mutta se on huomattavasti monipuolisempaa. Erityisesti tämä näkyy ilmastoinnin osalta, jonka toimintoja tässä skaalassa ovat esimerkiksi tuloilman lämmitys ja poistoilman lämmön talteenotto sekä ilmankosteuden mittaus ja säätö. Julkisissa rakennuksissa on myös oma automaatiolajinsa, kulunvalvonta, jonka avulla val-

votaan esimerkiksi työaikoja ja asiattomien pääsyä rakennuksiin. Tämän kokoluokan rakennusten energiantarve on suuri, joten niiden automaatiojärjestelmät ovat usein optimoituja, mikä tarkoittaa sitä, että ne toimivat täydellä teholla vain aktiivisena aikana päivisin ja vähentävät tehoja esimerkiksi yöksi ja viikonlopuiksi. [Pirhonen 2011: 3.]

Yhdyskuntien laitoksiin kuuluvat suuremmat aiemmin mainittuja toimintoja ylläpitävät laitokset, kuten vedenpuhdistamot, jäteveden pumppaamot ja kaukolämpölaitokset. Näiden automaatiojärjestelmät luetaan kyllä kiinteistöautomaatioksi, mutta ne ovat jo erittäin lähellä teollisuuden prosessiautomaatiota. [Pirhonen 2011: 3.]

Keskitetyllä kiinteistönvalvonnalla tarkoitetaan järjestelmää, jossa useille rakennuksille on yksi yhteinen keskusvalvomo, jossa voidaan seurata kaikkien liitettyjen rakennusten dataa ja puuttua automaation toimintaan. Jokaisessa järjestelmän rakennuksessa on taas oma alakeskuksensa, joka hoitaa kyseisen rakennuksen mittaukset, säädöt, valvonnan ja hälytykset. [Mikkola & Värjä 1999: 5–7.]

## 2.2 Kiinteistöautomaation hyödyt

Rakennusautomaatiolla on mahdollista saavuttaa monia hyötyjä, kunhan sitä osataan käyttää oikein. Heikolla suunnittelulla ja ylimitoituksella voi myös toki saada aikaan vain entistä enemmän kuluja. Toisaalta taas alimitoitettu järjestelmä aiheuttaa huonot sisäilma olosuhteet.

### Energian säästö ja hallinta

Energian kulutusta voidaan hallita ja pienentää huomattavasti kiinteistöautomaatioratkaisujen avulla. Ulko- ja sisälämpötiloja seuraamalla voidaan kiinteistön lämmitys ja ilmastointi synkronoida toimimaan yhteistyössä, jolloin hukkalämmön osuus pienenee. [Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt 2005.]

Automaatiolla on mahdollista seurata kiinteistön energian käyttöä. Jos kiinteistö on aktiivisessa käytössä kahdeksan tuntia vuorokaudessa, on valoja turha pitää päällä tämän

ajan ulkopuolella, ellei käyttäjä näin tilakohtaisesti tahdo. Sama pätee ilmastointiin. Samalla sähkönkulutus pienenee. [Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt 2005.]

Jos kiinteistön laitteiden ikää seurataan aktiivisesti ja ne vaihdetaan uusiin ajoissa, voidaan säästää huomattavia summia käyttökustannuksissa. Myös saneerauksia tehdessä on hyvä harkita tekniikan uusimista, esimerkiksi lisäämällä taajuusmuuttajia tai ec-puhaltimia ilmastointijärjestelmään. [Pirhonen 2011: 3.]

### Parempi sisäilma

Sisäilman laatu on erityisen tärkeää työpaikoilla, jotta ihmiset jaksavat paremmin, jolloin tuottavuus paranee ja poissaolot vähenevät [Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt 2005]. Tämän takia on tärkeää tarkkailla erityisesti ilmanlaadun fyysisiä ominaisuuksia ja säätää näitä tarpeen mukaan. Näitä ovat esimerkiksi ilman kosteus, lämpötila ja lämpötilaerot ja ilman virtaus [Sisäilman tekijät 2008.]

### Huolto- ja kunnossapitotoiminta

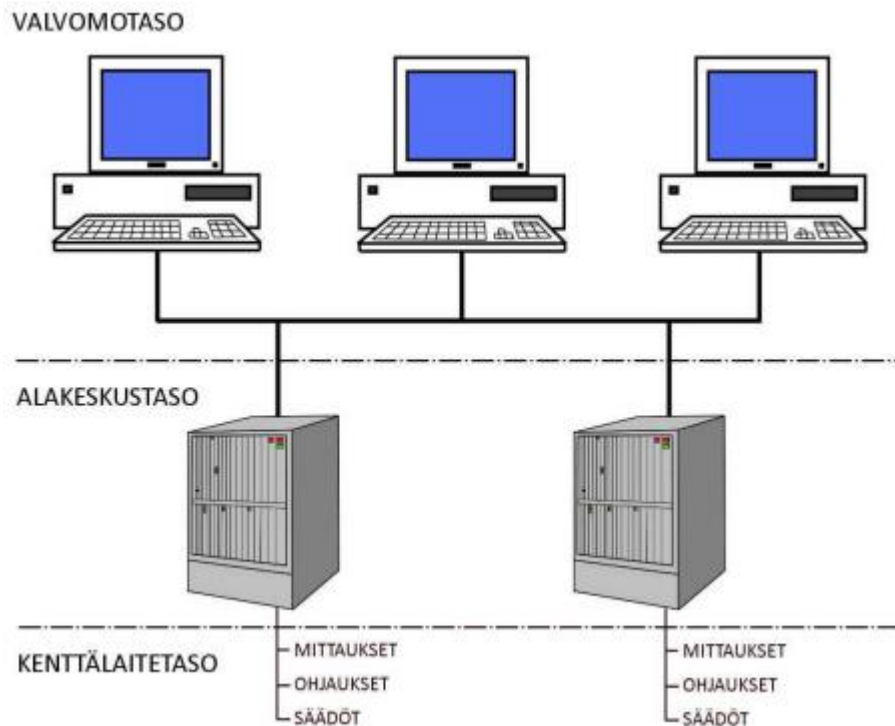
Automaation mahdollistamalla kokoaikaisella valvonnalla voidaan pidentää laitteiston ikää ja säästää kustannuksia huomattavasti. Vikadiagnostiikalla korjaustoimenpiteet voidaan kohdistaa heti oikeisiin komponentteihin ja näin säästää työtunteja vian etsinnästä. Myös määräaikaisen huollon tarve vähenee.

Automaatio mahdollistaa myös etävalvonnan ja -hallinnan. Pienemmät huoltotyöt voi monesti tehdä kotoa tai ”tukikohdasta” käsin, jolloin kohteeseen siirtymiseen kuluva aika poistuu ja se toki samalla säästää luontoa. [Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt 2005.]

## 2.3 Kiinteistöautomaatiojärjestelmän perusrakenne

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä jaetaan kolmeen perustasoon. Näitä ovat valvomotaso, alakeskustaso ja kenttälaitetaso. Nämä kuvataan kuvassa 1.





Kuva 1. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän perusrakenne [Pirhonen 2011: 5].

### Valvomotaso

Valvomo- tai hallintatason tehtävänä on toimia ylimpänä tasona ja linkkinä valvomoista kiinteistön muihin tietojärjestelmiin [Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät 1998: 27]. Se on myös taso, joka toimii rajapintana käyttäjälle ja järjestelmälle. Tätä tasoa kutsutaan nimellä HMI (Human Machine Interface). Tällä tasolla esitetään käyttäjälle mittaustulokset graafisesti, välitetään hälytykset, sekä hoidetaan manuaaliset ohjaukset ja asetusarvojen muutokset. Valvomotaso kommunikoi muiden saman tason laitteiden kanssa, sekä alakeskustason kanssa LAN-verkossa, tai etävalvomon tapauksessa WLAN-verkossa. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 93-94; Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2008: 12-13.]

## Alakeskustaso

Alakeskustasolla, tai automaatiotasolla ovat automaatiokeskukset, jonka I/O-pisteisiin liitetään kaikki kenttätason laitteet. Täältä mittaustiedot välitetään valvomotasolle, ja ohjauskäskyt valvomosta toimilaitteille. Alakeskuksissa sijaitsevat myös prosessia ohjaavat ohjelmat. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 94.]

## Kenttätaso

Kenttätaso käsittää kaikki varsinaista työtä tekevät laitteet, eli anturit ja muut mittalaitteet, lähettimet, sekä toimilaitteet. Anturien tehtävänä on mitata haluttuja suureita, ja välittää ne alakeskukselle ja sitä kautta toimilaitteille. Toimilaitteita ovat laitteet, jotka hoitavat kiinteistön järjestelmien säädöt. Näitä ovat esimerkiksi taajuusmuuttajat, moottoripellit, venttiilit ja pumput. Kommunikointi kenttätason ja alakeskustason välillä hoidetaan erilaisten kenttäväylien avulla. Esimerkiksi ModBus ja Lon. Seuraavassa käsitellään kiinteistöautomaatiojärjestelmän kenttätason laitteita. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 95; Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2008: 12.]

### 2.4 Anturit

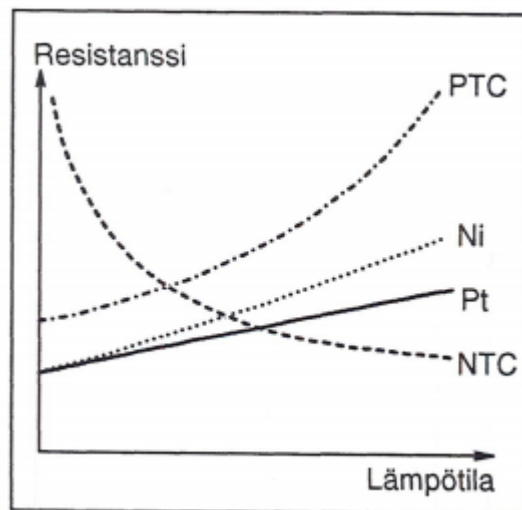
#### Lämpötila-anturit

Yleisin kiinteistöautomaatiossa hyödynnettävistä antureista on lämpötila-anturi. Sen yleisimpiä käyttökohteita ovat IV-kanavat, rakennuksien huoneistot, ulkotilat ja lämmitysnesteputkistot. Lämpötila mittaus perustuu näissä mittauselementin resistanssin muutokseen. Mittauselementin materiaalina on joko platina, nikkeli tai jokin puolijohde. Anturit on nimetty sen mukaan, laskeeko vai nouseeko resistanssi lämpötilan noustessa. PTC-anturissa resistanssi nousee, ja NTC-antureissa laskee. Yleisimpiä kiinteistöautomaatiossa käytettyjä antureita ovat Pt100/1000-, Ni100/1000- ja NTC10k/20k-anturit. PTC ja NTC anturien mittauselementti on puolijohde, niitä kutsutaan termistoreiksi. Niiden etuna on, että niissä ei ole tarvetta kompensoida asennuskaapeliin lisäresistanssia suuren ominaisresistanssin vuoksi. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 115-117; Mikkola & Värjä 1999: 38.]

Taulukossa 1 ja kuvassa 2 on kuvattuna eräiden antureiden resistanssiarvoja eri lämpötiloissa, sekä ominaiskäyrät. Tästä voidaan havaita, että Pt anturin ominaiskäyrä on lineaarinen, ja siksi se on monikäyttöisin anturi malli.

Taulukko 1. Lämpötila-antureiden resistanssiarvoja. [Mikkola & Värjä 1999: 38].

Lämpötila / °C	Pt100 / Ω	Ni1000 / Ω	NTC / Ω	PTC / Ω
-40	84,21	791	43408	1134
-30	88,17	841	23811	1246
-20	92,13	893	13696	1366
-10	96,07	946	8217	1494
0	100	1000	5117	1629
10	103,9	1056	3295	1772
20	107,79	1112	2187	1922
30	111,67	1171	1491	2080
40	115,54	1230	1042	2246
50	119,4	1291	744	2419
60	123,24	1353	542	2600
70	127,07	1417	403	2789
80	130,89	1483	304	2985



Kuva 2. Eri mittamateriaalien ominaiskäyriä. [Mikkola & Värjä 1999: 38].

## Paineanturit

Paine- ja paine-eroanturien yleisimpiä käyttökohteita kiinteistöautomaatiojärjestelmissä ovat vesiputkiston ja muiden nesteverkostojen paine, sekä IV-kanavien ilmanpaine. Paineanturin toimintaperiaate on yksinkertainen. Mittauselementtinä toimii venymäliuska, joka koostuu puolijohdelangasta, joka on kiinnitetty kalvon pintaan. Kalvo on kiinnitetty anturiputken pintaan. Kun mitattavan aineen paine muuttuu, muuttuu myös anturiputken halkaisija, joka taas venyttää venymäliuskaa, jolloin puolijohdelangan resistanssi muuttuu. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 117; Mikkola & Värjä 1999: 44.]

Jos mitattaessa riittävä tieto on, onko paine asetetun arvon ylä- vai alapuolella, voidaan käyttää mittauksessa paineakytkintä. Paineakytkimen sisällä on kalvo, jonka vastavoimana on säädettävä ruuvi. Kalvo on kiinnitetty laippaan, joka nojaa mikrokytkintä vasten. Ilmanpaine työntää kalvoa, jolloin laippaan nojaavat mikrokytkimen koskettimet vaihtavat tilaa. [Mikkola & Värjä 1999: 44.]

## Muita antureita

Edellä eriteltyt anturit ovat merkittävässä asemassa, kun rakennuksen ilmastosta yritetään tehdä mahdollisimman mukava ja terveellinen oleskella. Lisäksi käytössä on monia muita antureita, jotka joko lisäävät turvallisuutta tai käyttömukavuutta. Seuraavassa lyhyesti muutamia esimerkkejä.

## Kosteusanturit

Ilmankosteuden mittaamiseen käytetään useimmiten kapasitiivista polymeerianturia, joka mittaa ilman suhteellista kosteutta. Anturin toimintaperiaate on, että polymeerikalvo sitoo itseensä enemmän vesimolekyylejä, kun ilmankosteus kasvaa, ja vapauttaa niitä sen lasiessa. Kalvossa olevat vesimolekyylit muuttavat kondensaattorin permittiivisyyttä, joka taas muuttaa sen kapasitanssia. Tässä tapahtuva muutos muutetaan suhteelliseen kosteuteen verrannolliseksi ulostulojännitteeksi. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 117; Mikkola & Värjä 1999: 42.]

## Hiilidioksidianturit (CO<sub>2</sub>) ja ilmanlaatuanturit

Erityisesti tiloissa, jossa oleskelee mahdollisesti kerralla paljon ihmisiä, esimerkiksi koustilat tai auditoriot, on hyvä tarkkailla myös sisäilman hiilidioksidipitoisuutta. Näin automaatiojärjestelmä osaa kiihdyttää tuloilman syöttöä näissä tiloissa. CO<sub>2</sub>-pitoisuus ulkoilmassa on tavallisesti noin 400 ppm (parts per million). Sallittu sisäilman CO<sub>2</sub>-pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilmassa [Hengityслиitto].

Anturien toiminta perustuu yleensä infrapunasäteilyn vaimenemiseen hiilidioksiditason mukaan. Tehokkaimmin hiilidioksidi vaimentaa infrapunasäteilyä, jonka aallonpituus on 1,26 µm. Jos mitataan vain tätä aallonpituutta ja lampunsäteily ja ympäristön lämpötila ovat vakiot, eikä anturi likaannu saadaan selville vallitseva CO<sub>2</sub>-pitoisuus. Tämä ei tietenkään ole mahdollista, joten anturi pitää kalibroida 3-5 vuoden välein. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 118; Mikkola & Värjä 1999: 43.]

Ilmanlaatua mitataan samankaltaisilla antureilla, kuin hiilidioksidipitoisuutta, ne kuitenkin mittaavat useampia ilman epäpuhtauksia samaan aikaan, joten niitä kutsutaan yleisnimellä VOC-anturi (Volatile Organic Compound). Näitä ovat esimerkiksi palokaasut, tupakansavu, häkä, etanoli ja ammoniakki.

## Valoisuusanturit

Valoisuusantureita käytetään yleensä ulkovalaistuksen ohjaukseen, sillä ulkotiloissa ympäristön valoisuuden mittaaminen on huomattavasti helpompaa kuin sisätiloissa, jossa ongelmia aiheuttavat vaihteleva valonmäärä ja laatu. Antureiden perusideana on valodiodi, joka mittaa ympäristön valonmäärää. Mittausalueet vaihtelevat käyttökohteen mukaan parista tuhannesta luksista kymmeniin tuhansiin lukseihin. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 119.]

## Läsnäoloanturit

Läsnäoloantureita voidaan käyttää aiemmin mainittujen antureiden tukena ohjaamaan esimerkiksi ilmanvaihtoa ja valaistusta. Läsnäoloanturit ovat yleensä infrapuna-antureita,

jotka havaitsevat lämpölähteen, esimerkiksi ihmisen liikkeit. Ongelmana läsnäoloanturissa on juurikin se, että jos tilassa oleva ihminen on pitkään paikallaan ei anturi enää tunnista tätä. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 119.]

### Liikeanturi

Liikeanturi eroaa läsnäoloanturista niin, että sen luotaava alue on harvempi kuin läsnäoloanturissa, jolloin se havaitsee suureleisempiä liikkeitä kuin läsnäoloanturi. Liikeanturi soveltuu siksi paremmin esimerkiksi ulkovalaistuksen ohjaukseen, kun taas läsnäoloanturi toimii sisätiloissa. [Läsnäolo- ja liiketunnistimet. ABB Oy: 4.]

### Vuotoanturit

Vuotoanturia käytetään estämään vesivahinkojen syntyminen joko mahdollisessa putkistojen vuotoriskikohdassa, tai koneellisen jäähdytyksen yhteydessä kondenssiveden varalta. Anturin toiminta perustuu resistanssinmuutokseen, joka aiheutuu vuotavan veden oikosulkiessa anturin johtimet. Vuotoanturi voi olla malliltaan pitkä nauha tai pieni vuotokohtaan asetettava elektrodi. Kondenssivettä mittaavan anturin toimintaperiaate voi olla joko samanlainen, kuin normaalin vuotoanturin, tai se voi perustua kastepistelämpötilan määrittämiseen. Kastepistelämpötila on se lämpötila, jossa veden kondensoituminen putken pinnalle tapahtuu. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 119.]

### Lähettimet

Lähettimien tehtävänä on välittää antureilta saatu tieto eteenpäin logiikalle. Anturit antavat tiedon 4–20mA:n sähköisenä signaalina. Tämä lähetetään AD-muuntimelle, joka muuttaa tiedon digitaaliseksi, jolloin se on hyödynnettävissä järjestelmän ylläpitoon. [Pirhonen 2011: 7.]

## 2.5 Toimiyksiköt

Toimiyksikkö on laite, joka hoitaa kiinteistöautomaatiossa ilmastointipeltien ja nesteverkostojen venttiilien ohjauksen. Toimilaitteet voivat olla kaksiasentoisia (0/1) tai portaat-

tomia. Toimiyksikkö koostuu kahdesta osasta, jotka ovat toimilaite ja toimielin. Toimilaitteen tehtävänä on ohjata toimielintä. Yleensä toimilaite on säätömoottori ja toimielin venttiili tai ilmapelti. Myös esimerkiksi kontaktorin ohjaama kuumennusvastus on toimielin.

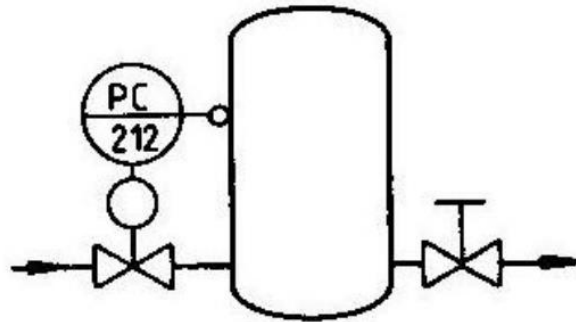
## 2.6 Säätimet

Säädinten tarkoitus kiinteistöautomaatiossa on pyrkiä pitämään haluttu suure muuttumattomana ja niin lähellä säädettyä vakioarvoa, kuin mahdollista ulkoisista häiriötekijöistä huolimatta. Tavallisesti nämä suureet ovat lämpötila tai ilman virtaus. Häiriöitä ovat esimerkiksi ulkolämpötilan vaihtelu, auottavat ovet, auringonpaiste ikkunasta ja ihmisten ja laitteiden määrä tilassa. [Mikkola & Värjä 1999: 58.]

### 2.6.1 Yksikkösäädin ja DDC-järjestelmäsäädin

Yksikkösäädin on säädin, joka säätää yksittäistä säätöpiiriä, esimerkiksi lämmitysverkostoa. Säädin on fyysinen laite, joka on sijoitettu omaan koteloonsa säädettävän järjestelmän yhteyteen. Yksikkösäätimeen sisältyy itse säätimen lisäksi vähintään yksi anturi ja vähintään yksi toimilaite, sekä erilaisia säätöventtiilejä tai säätöpeltejä. Yksikkösäätimestä löytyy yleensä näyttö tai painikkeita, joilla voidaan ohjata säätimen toimintaa, kuten muuttaa asetusarvoja tai käyttää käsiohjausta. Yksikkösäädin voi olla analoginen tai digitaalinen. [Mikkola & Värjä 1999: 58.]

Kuvasta 3 nähdään yksinkertainen esimerkki yksikkösäätimestä, jossa säätimen tehtävänä on pitää säiliön pinnankorkeus halutulla tasolla. Järjestelmässä on yksi käsikäyttöinen venttiili säiliön ulostulona. Säädin PC212 on liitetty anturiin, joka mittaa säiliön pinnankorkeutta, ja sähköiseen venttiiliin, jota ohjataan anturin viestin perusteella.



Kuva 3. Esimerkki yksinkertaisesta yksikkösäätöpiiristä, jonka tehtävänä on pitää säiliön pinnan korkeus halutulla tasolla. [Prosessin hallinta L2. 2016: 4]

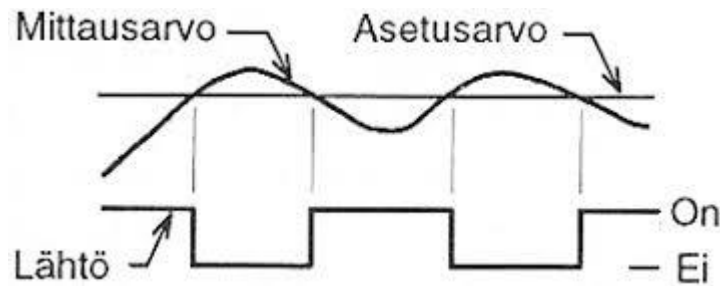
Kokonaisten kiinteistöjen valvonta hoidetaan yleisesti keskitetyllä säätöjärjestelmällä. Joskus tällaisella järjestelmällä ohjataan kokonaisia rakennus komplekseja, kuten kaupungin kouluja, päiväkoteja ja sairaaloita, tai yritysten teollisuuskiinteistöjä. Jokaisessa rakennuksessa on oma valvonta-alakeskuksensa (VAK), jossa sijaitsevat tarvittavat moduulit, joihin on liitetty kaikki kiinteistön ylläpitoon vaadittavat toimilaitteet, kuten kytkimet, anturit, taajuusmuuttajat, moottorit, hälytyslaitteet ja venttiilit. VAK:t on mahdollista yhdistää valvomoon, jossa käyttäjä voi valvoa ja tehdä tarvittavia säätöjä, kuten uudelleen ohjelmoida järjestelmän parametrejä. Tällainen järjestelmä on täysin ohjelmallinen ja siinä ei ole erillisiä säädin kojeita. Tästä syystä säätömalli tunnetaan myös nimellä DDC-säätö (direct digital control). [Mikkola & Värjä 1999: 59; Koski 2014: 12.]

### 2.6.2 Erilaisia säätöjä

#### Kaksiasentosäätö

Kaksiasentosäätöksi kutsutaan säädintä, jota ohjataan päälle/pois sen mukaan ylittääkö vai alittaako mittausarvo annetun asetusarvon. Tällainen säätö on esimerkiksi sähkölämmittimen termostaatissa. Kaksiasentosäätö voi olla myös välyksellinen, joka tarkoittaa sitä, että siinä on erikseen asetetut ylä- ja alaraja. Kuvassa 4 esitetään kaksiasentosäädön toiminta.





Kuva 4. Kaksiasentosäädön toimintaperiaate [Mikkola & Värjä 1999: 61].

Kaksiasentosäätö ei ole koskaan stabiili, joten se ei sovellu lämmitysverkon, lämpimän käyttöveden tai ilmastoinnin säätöihin, sillä niissä vaaditaan mahdollisimman tasaista asetuservon seurantaa. [Mikkola & Värjä 1999: 61; Mäkinen 2010: 14.]

### PID-säätö

Koska edellisen luvun lopussa mainituissa järjestelmissä ei voida käyttää kaksiasentosäätöä käytetään niissä PID-säätöä ja sen eri variaatioita. PID-säätö on yleisimmin käytetty säädintyyppi sen monikäyttöisyyden vuoksi. Säätimen nimi tulee sen osien toimintojen nimistä propotional (vertosäätö), integral (integraiva säätö), derivate (derivoiva säätö). PID-säätimen lisäksi käytetään paljon näiden osien yhdistelmiä, eli P-, PI- ja PD-säätimiä. PI on näistä yleisimmin käytetty, sillä se on usein riittävä säätöön. [Harju, Martinen 2000: 67.]

Jos säätöön käytetään pelkkää P-säätöä, on se niin kutsuttu suhdesäätö, sillä se ei pyri säätämään mittausarvoa asetuservon suuruiseksi vaan vahvistuksesta riippuvalle säätöalueelle. Tämän takia vain harvoin mittausarvo on yhtä suuri kuin asetuservo. Mitä suurempi vahvistus on, sitä pienempänä säätövirhe pysyy, mutta riski sille, että säätöpiiri alkaa värähdellä kasvaa huomattavan suureksi. P-säätimen ulostulo on suoraan verrannollinen erosuureen arvoon. Kaavassa 1 on tämä esitetty matemaattisesti. [Mikkola & Värjä 1999: 62; Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 57]

$$u(t) = K_p e(t) \quad (1)$$

$u(t)$  on ulostulo ajanhetkellä  $t$

$K_p$  on säätimen vahvistus

$e(t)$  on eroviesti, eli asetuservon ja mittausarvon erotus ajanhetkellä  $t$

Jos pysyvistä poikkeamista on liikaa haittaa järjestelmän toiminnalle, voidaan siihen liittää integraaliosa, jolloin siitä muodostuu PI-säädin. Tällöin säädin muuttaa ulostuloaan korjaavaan suuntaan niin kauan, että  $e(t)$  on nolla. Kaava 2 esittää PI-säätimen matemaattisesti.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt \quad (2)$$

Vahvistuksen sijaan voidaan puhua suhdealueesta  $X_p$ , joka on vuoden 2012 Rakennusautomaatiojärjestelmät-kirjan sivun 58 mukaan ”käytännössä alue, joka mittausviestin tulee muuttua, jotta säätimen ulostulo muuttuisi ääriarvosta toiseen”, ja integrointiajasta  $T_i$ , jotta käsitteet olisivat havainnollisempia. Matemaattisesti suhdealueen määritelmä on  $1/K_p$ , eli suhdealue on vahvistuksen käänteisarvo.  $K_i$ -termin määritelmä on  $K_p/T_i$ , eli integraaliosan vaikutus on kääntäen verrannollinen integrointiaikaan. Käytännössä tästä voidaan havaita, että säätimen vahvistus, säätöpiirin nopeus ja värähtelyherkkyys kasvavat, kun suhdealuetta pienennetään ja kun integrointiaikaa lyhennetään. Jos integrointi halutaan poistaa, voi sen tehdä asettamalla integrointiajan maksimiin, jolloin  $K_i$  menettää merkityksensä. [Harju, Marttinen 2000: 72; Mikkola & Värjä 1999: 63-64; Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 58–59.]

Jos säätimen nopeuttaa koetaan tarpeelliseksi kasvattaa, voidaan mukaan ottaa derivointiosa. Tätä voidaan käyttää yksin P-säätimen kanssa PD-säätimenä, tai PI-säätimen kanssa PID-säätimenä. Säätimen tehtävänä on, kuten nimestä käy ilmi derivoida mitattua arvoa, jolloin se pyrkii ennakoimaan arvojen muutoksia. Koska D-osa reagoi vain mittausarvon muutoksiin, ei sillä ole vaikutusta, jos mittausviesti on vakaa, sillä kulma-kerroin on tällöin nolla. PID-säätimen matemaattinen kaava esitettynä kaavassa 3. [Harju, Marttinen 2000: 67: 73; Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 59.]

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3)$$

$K_d$  on  $t_d \cdot K_p$

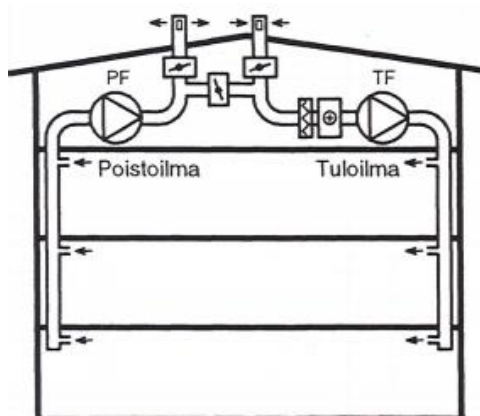
## 2.7 Kiinteistöautomaation sovelluksia

Seuraavassa käsitellään eri laitteistoja ja järjestelmiä, joissa kiinteistöautomaatiota käytetään, jotta oleskelu rakennuksessa olisi mahdollisimman terveellistä ja mukavaa.

### 2.7.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tehtävä on tarkkailla ja ylläpitää sisäilman laatua poistamalla epäpuhtauksia ja kuivattaa ilmaa. Lisäksi se huolehtii siitä, että ilmastoidussa tilassa on riittävästi puhdasta ja lämmintä ilmaa.

Kuvassa 5 on esitetty yksinkertaisen ilmastointilaitteiston kaaviokuva. Kuvassa tuloilmapuolella olevat komponentit ylhäältä alas ovat raitisilmapelti, suodatin, lämmityspatteri ja ulkoilmapuhallin (TF). Poistoilmapuolelta löytyvät vain poistoilmapuhallin (PF) ja jäteilmapelti. Keskellä olevan kiertoilmapellin tarkoituksena on ohjata osa poistoilmasta takaisin tuloilman joukkoon, jotta saadaan säästettyä lämmitykseen kuluvaa energiaa, kun valmiiksi lämmin ilma sekoitetaan tuoreeseen ulkoilmaan. [Mikkola & Värjä 1999: 105.]



Kuva 5. Talon ilmanvaihtolaitteisto [Mikkola & Värjä 1999: 104].

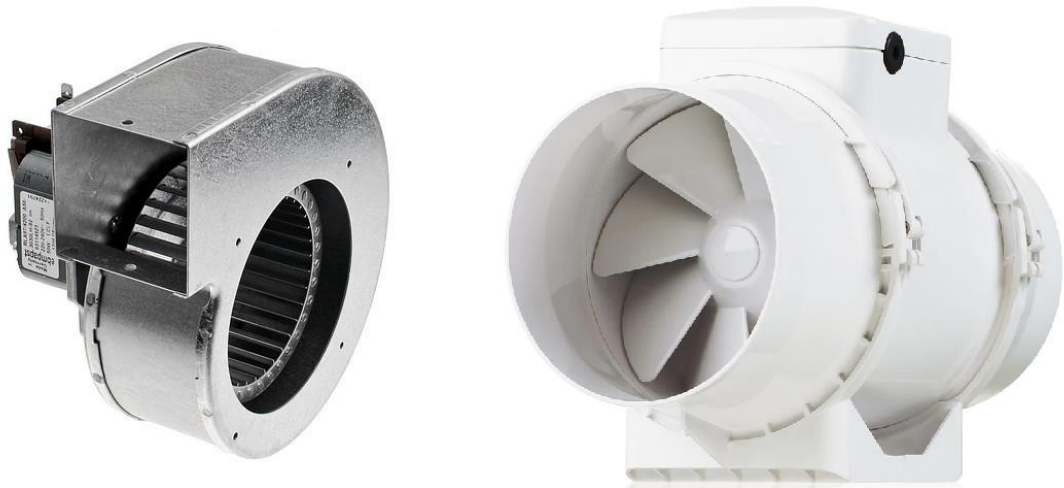
#### IV-laitteistot

Ilmanvaihtojärjestelmästä löytyy kahdenlaisia peltejä; säätö- ja sulkupeltejä. Säätöpeltejä voidaan nimensä mukaisesti säätää, jotta ilmavirtaus saadaan halutulle tasolle. Sulkupellissä taas on vain kaksi asentoa; kiinni ja auki. Raitisilma- ja jäteilmapeltien kohdalla tulee ottaa huomioon, että niiden tulee sulkeutua, jos puhaltimet pysähtyvät, tai on olemassa mahdollinen palo- tai jäätymisvaara. [Mikkola & Värjä 1999: 105.]

Heti raitisilmapellin jälkeen ilma päätyy suodattimeen, jonka tehtävänä on kerätä ilmasta epäpuhtaat hiukkaset, jolloin sisäilma pysyy puhtaampana ja muut kanavan laitteet eivät likaannu. Suodattimien likaisuutta ja vaihdon tarvetta seurataan paine-ero antureilla, jotka havaitsevat paineen kasvamisen suodattimen yli, jos suodatin on liian tukkeessa. Suodattimia on kahdenlaisia. Pussisuodattimessa on suodatuskangas poimutettu eräänlaisiksi pusseiksi, jotka keräävät pölyhiukkaset talteen. Toinen suodatinmalli on tasosuodatin, jossa paksu kuitumassakerros on asetettu tiiviisti kahden verkon väliin. Ennen suodatinta lisätään tuloilmaan kierrätetty poistoilma, jolloin myös siitä saadaan suurimmat epäpuhtaudet poistettua ennen takaisin kiertoon menoa. Valitettavasti se ei kuitenkaan poista poistoilman hajuja ja kosteutta. [Mikkola & Värjä 1999: 104–105.]

Ilman lämmittämiseen tuloilmakanavassa käytetään yleisimmin vesikiertoista lämmityspatteria. Sen säätö tapahtuu veden virtausta kuristamalla tai lämpötilaa säätämällä. Kuristusta voidaan käyttää vain ilmanvaihdon jälkilämmittimessä, jos lämmön talteenotosta saatava ilma jää liian viileäksi. Tämä siksi, että liian heikolla vedenvirtauksella vaarana on putkiston jäätyminen kovalla pakkassäällä. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 61.]

Puhaltimina käytetään yleensä keskipako- tai aksiaalipuhaltimia. Keskipakoispuhallin toimii niin, että ilmavirta imeytyy puhaltimeen akselinsuuntaisesta imuaukosta, josta sähkömoottorin pyörittämät lavat siirtävät ilman kanavaan, joka on akselin suhteen 90 asteen kulmassa. Toisin kuin keskipakopuhaltimessa, aksiaalipuhaltimessa ilma liikkuu akselin kanssa kohtisuoraan koko puhaltimen matkan. Etuna tässä on suurempi ilmamäärä, mutta haittana huono paineentuotto-kyky. Tästä syystä se soveltuu vain lyhyempiin kanaviin ja IV-koneissa käytetäänkin yleensä keskipakopuhaltimia. [Huhtaniemi 2009: 25, 34.] Kuvassa 6 esitettynä kaksi esimerkit keskipako- ja aksiaalipuhaltimista.



Kuva 6. ebmpapst RL97-keskipakopuhallin ja PROF-kanavapuhallin. [ebmpapst; K-Rauta].

### Lämmön talteenotto (LTO)

Poistoilman mukana huoneistosta poistuu aina myös lämmintä ilmaa, sillä yleensä poistokanavan ilma on lämpimämpää, kuin tilaan puhallettu ilma ihmisten lämmittävän vaikutuksen vuoksi. Tämä lämpö on mahdollista ottaa talteen lämmön talteenottolaitteistolla. Näin saavutetaan huomattavia säästöjä lämmityskustannuksissa.

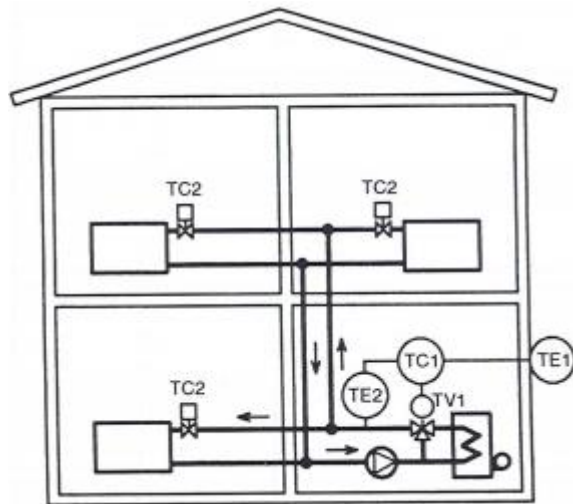
Yleisin LTO-ratkaisu on LTO-kiekko, joka jakautuu tulo- ja poistoilma kanaviin. Kiekossa on reikiä, jonka läpi virratessaan poistoilma lämmittää kiekkoa. Lämmönsiirron määrää voidaan säätää säätämällä kiekon pyörimisnopeutta. Tavallisesti roottorin kierrosluku on 0,5–10 kierrosta minuutissa. Lisäksi kierroksia säätämällä voidaan hallita sitä, kuinka tehokkaasti tuloilmaa kostutetaan poistoilmalla. LTO:lla voidaan saavuttaa jopa 80–90%:n hyötysuhde lämmityksessä ja kostutuksessa. Pyörivän lämmönsiirtimen ongelmana on, että kiekon reikien mukana siirtyy jonkin verran epäpuhtauksia poistopuolelta tulopuolelle. [Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012: 74.]

### 2.7.2 Lämmitys

Erilaisia lämmitystapoja on monenlaisia. Yleisin varsinkin suurissa rakennuksissa on vesikiertoinen lämmitysverkosto. Lämmönlähteenä voi toimia oma lämmityskattila, kaukolämpö tai maalämpö. Pientaloissa, varsinkin vanhemmissa vesikiertoinen lämmitys on

myös yleinen, mutta uudemmissa kohteissa yleistyvät koko ajan mainittavina sähkölämmitys ja vesi-ilmalämpöpumput. [Mikkola & Värjä 1999: 83; Fakta 18: Talon lämmitys – esittelyssä eri lämmitysjärjestelmät ja niiden hinnat. 2017.]

### Vesikiertolämmitys

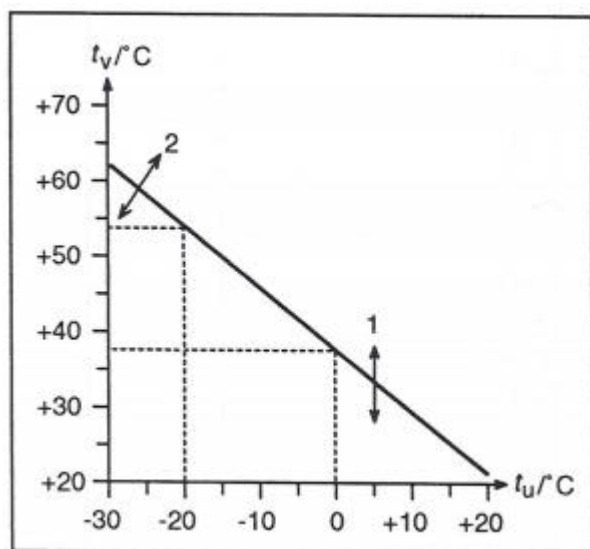


Kuva 7. Yksinkertainen kuva kerrostalon keskuslämmityksestä. [Mikkola & Värjä 1999: 83].

Kuvassa 7 on esitetty yksinkertainen kerrostalon vesikiertoinen keskuslämmitys. Ulkopuolelle on sijoitettu anturi TE1, joka mittaa ulkoilman lämpötilaa. Menoveden lämpötilasäädin TC1 saa lämpötilatiedot TE1:ltä ja TE2:lta, joka mittaa menoveden lämpötilaa, ja säättää näiden avulla säätöventtiili TV1:stä, jotta menoveden lämpötila saadaan halutulle tasolle. Jokaisessa huoneistossa sijaitseva TC2 on patteritermostaatti, joka hoitaa lopullisen lämpötilan säädön oikeaksi. [Mikkola & Värjä 1999: 83.]

Lämmitysjärjestelmä eroaa monesta muusta kiinteistöautomaation järjestelmästä niin, että menoveden lämpötilalle ei anneta käyttäjän toimesta asetusarvoa, vaan se määrittyy kuvassa 8 näkyvän ulkoilmakompensoinnin asetusarvokäyrän mukaan. Pystyakselilla on menoveden lämpötila ja vaaka-akselilla ulkolämpötila. Jos esimerkiksi ulkolämpötila on  $-20\text{ °C}$ , säädetään menoveden lämpötilaksi  $54\text{ °C}$ . Käyrää on mahdollista säätää kahdella tapaa. Suuntaissirrolla (1), joka säättää suoraa Y-akselilla ilman, että sen kaltevuus muuttuu. Jyrkkyyden säätö siirtää suoran vasenta päätä, jolloin jyrkkyys muuttuu. Jyrkkyyttä tulee säätää korkeammaksi, jos rakennuksessa on heikot lämpöeristeet tai jos

lämpötilan vaihtelu on aktiivista. Jos lämpötila on jatkuvasti liian kylmä tai kuuma säädetään käyrää suuntaisiiirrolla. [Mikkola & Värjä 1999: 85.]



Kuva 8. Asetusarvokäyrä [Mikkola & Värjä 1999: 85].

Suurta avointa tilaa lämmittäessä kannattaa säätöön lisätä lämpötilan kompensointi. Tämä tarkoittaa, että lämmitettävän huoneen lämpötilan mittaus lisätään menoveden säätöön. Tällöin ei tarvita erillistä patteritermostaattia. [Mikkola & Värjä 1999: 87.]

### Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on yleinen lämmitysmuoto pientaloissa. Sähkölämmityksen lämmitystavat voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat suora ja varaava lämmitys. Varaava lämmitys on hyödyllinen erityisesti, jos sähköyhtiö tarjoaa halvempaa yösähköä. [Mikkola & Värjä 1999: 96.]

Erittäin yleinen sähkölämmitystapa on lattialämmitys. Siinä vastuskaapeli asennetaan rakennuksen tai saneerauksen yhteydessä betonilattian alle. Toimintaperiaatteeltaan lattialämmitys on yksinkertainen. Säätimeistä valitaan, onko käyttö ajastettua vai jatkuvaa. Kaapelin läheisyyteen on asennettu anturi, jonka mittaustiedoilla lämmitystä ohjataan. Lattialämmityksessä käytettävä säädin on yleensä kaksiasentosäädin. [Mikkola & Värjä 1999: 96.]

Lattialämmityksen sijaan voidaan käyttää myös kattolämmitystä. Siinä kattolevyn ja lämpöeristeen väliin on asennettu lämmittävä kalvo, joka säteilee lämmön kattolevyn läpi huoneilmaan. Kattolämmitys ei ole varaava, sillä välissä ei ole mitään materiaalia, joka varastoisii hyvin lämpöä itseensä. [Mikkola & Värjä 1999: 97.]

Sähköisiä lämmityspattereita on kahdenlaisia, varaavia- sekä läpivirtauspattereita. Varaavassa lämmityspatterissa on kaksi jonkinlaista lämpöä varaavaa elementtiä, esimerkiksi keraamisia tiiliä. Yöllä sähkövastus lämmittää elementit, ja sisäilma lämpenee virratessaan niiden läpi. Läpivirtauspatteri on täynnä sähkövastuksia, jotka lämmittävät sen läpi virtaavan ilman. [Mikkola & Värjä 1999: 97–98.]

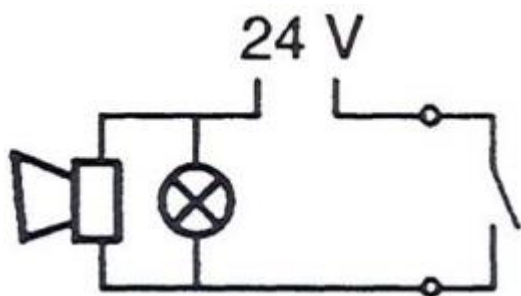
### 2.7.3 Valvonta

Erilaiset valvonta- ja hälytysjärjestelmät ovat oleellinen osa kiinteistöautomaatiota. Yksinkertaisimmillaan se suojaa ihmisiä ja laitteistoja virhe tilanteissa ja hälyttää niistä. Yhtein liitetty paloilmoitinjärjestelmä varoittaa luotettavasti koko suurtakin rakennusta tulipalolta. Julkisissa rakennuksissa on monesti myös oma sammutusjärjestelmänsä. Murtohälytys- ja kulunvalvontajärjestelmillä valvotaan asiatonta liikkumista rakennuksissa ja valvotaan työaikoja. Seuraavassa käsitellään, mitä nämä järjestelmät käsittävät.

#### Hälytyssilmukat

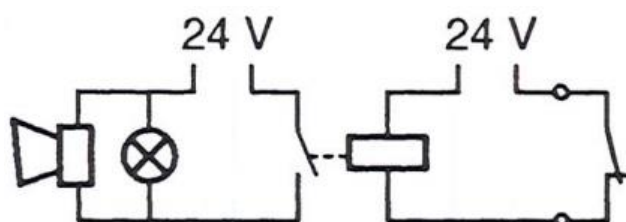
Hälytyssilmukan avulla voidaan ilmoittaa valvomoon tai suoraan käyttäjälle, jos järjestelmässä on vika- tai vaaratilanne. Yksinkertaisimmillaan hälytyssilmukka on kuvan 9 sulkuvirtapiiri. Siinä on yksi sulkukosketin, jonka sulkeutuessa siihen liitetyt valo ja summeri saavat virran. Samasta järjestelmästä tulevat hälytyskoskettimet voidaan liittää rinnan, jos tieto vian sijainnista on riittävä. Tämä tapa ei kerro tarkkaa laitetta tai sen osaa, jossa vika on. [Mikkola & Värjä 1999: 138.]





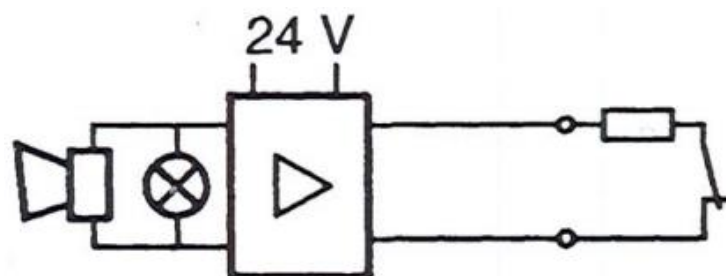
Kuva 9. Sulkuvirtapiiri [Mikkola & Värjä 1999: 138]

Kuvassa 10 esitettävässä katkovirtapiirissä on erillinen silmukka, jonka apurele ohjaa hälytyssilmukan kosketinta. relesilmukan kosketin on jännitteisessä tilassa suljettu, kun laite toimii normaalisti. Tällä tavalla voidaan seurata koko järjestelmän toimintakuntoa, sillä silmukan johtimen katkos aiheuttaa hälytyksen. [Mikkola & Värjä 1999: 138.]



Kuva 10. Katkovirtapiiri. [Mikkola & Värjä 1999: 138.]

Kuvan 11 valvotussa katkovirtapiirissä kaikki piirin anturit kytketään sarjaan ja uloimpaan anturiin liitetään anturivastus. Piirissä oleva vahvistin lähettää valvontavirtaa silmukkaan, ja mittaa sen suuruutta. Koskettimen avautuminen, johtimen katkos tai oikosulku aiheuttavat hälytyksen.



Kuva 11. Valvottu katkovirtapiiri. [Mikkola & Värjä 1999: 138]

## Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmä on tärkein kiinteistön valvontajärjestelmä, sillä se pelastaa tulipalon sattuessa ihmishenkiä. Järjestelmän tehtävä on havaita tulipalo, hälyttää palokunta ja varoittaa ihmisiä. Paloilmoitinjärjestelmään kuuluvat kattoon asennettavat erilaiset ilmaisimet, paloilmoitin painikkeet, hälytyslaitteet ja paloilmoitinkeskus.

*Paloilmaisimista* yleisin on savuilmaisin, jonka tehtävänä on havaita palamisesta vapautuvia savuhiukkasia. Savuilmaisimia on kahdenlaisia; ioni-ilmaisimia ja optisia ilmaisimia. Ioni-ilmaisimen hälytyksen laukaisijana toimii savun aiheuttama ionisaatiovirran muuttuminen. Optisessa ilmaisimessa on LED- tai IR-valolähtetin, jonka avulla mitataan valon vaimenemista. [Peräsalo 2011: 12-13.]

Lämpöilmaisin, kuten nimestä voi päätellä, havaitsee ilman lämpötilan muutokset. Lämpöilmaisinta voidaan käyttää tiloissa, joissa muodostuu esimerkiksi työtavoista paljon savua tai käryä. Lämpöilmaisin soveltuu myös tiloihin, joissa vallitsevat merkittävät ääriolosuhteet. [Peräsalo 2011: 13-14.]

Suurissa huoneistoissa tai halleissa on mahdollista käyttää optista linjailmaisinta. Sen toiminta perustuu infrapunasignaalin lähetykseen ja vastaanottoon, joten tällä ilmaisintyyppillä pystyy valvomaan merkittävän suuria alueita jopa kymmenien metrien leveydeltä. [Peräsalo 2011: 15-16.]

*Paloilmoitinpainikkeen* tehtävänä on toimia laukaisimena erilaisille tulipalosta ilmoittaville hälytyslaitteille, kuten sireeneille ja vilkuille. Paloilmoitinpainikkeet sijoitetaan uloskäynteille, sekä paloryhmien kulkureiteille, jos kiinteistö on sellaisiin jaettu. Näin ne ovat helposti saavutettavissa tiloista poistuttaessa. [Peräsalo 2011: 29.]

*Paloilmoitinkeskus* on paloilmoitinjärjestelmän sydän ja aivot. Se syöttää virran kaikille järjestelmän komponenteille ja hälyttää palokunnan paikalle, sekä toimii tietolähteenä tilanteesta palokunnalle tämän saapuessa paikalle.

## Rikosilmoitus- ja kulunvalvontajärjestelmät

Rikosilmoitusjärjestelmää käytetään tilanteissa, joissa halutaan suojata ihmisiä tai omaisuutta. Murtohälyttimet ovat näistä yleisimpiä, sillä näitä on lähes jokaisessa julkisessa rakennuksessa ja enenevässä määrin siviiliasunnoissa. Hälytykset ohjautuvat yleensä vartiointiliikkeelle tai joissakin tapauksissa suoraan poliisille. [Mikkola & Värjä 1999: 143.]

*Murtohälytysjärjestelmä* jaetaan kolmeen valvonta-alueeseen. Piiri, kuori ja sisätilat. Piirivalvonta rajautuu kohteen pihaan, sekä mahdolliseen aitaan ja porttiin. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi infrapunailmaisinta, joka havaitsee pihalla liikkuvat kohteet, aidan päälle asetettavaa optista anturia, valvontakameroita tai ovikytkimiä portin vartiointiin. [Mikkola & Värjä 1999: 143.]

Kuorivalvonta käsittää rakennuksen ulko-osat; seinät, ovet, ikkunat, katto. Näiden valvontaan voidaan hyödyntää valvontakameroita, ovikytkimiä tai ikkunoihin asennettavia värähtelyilmaisimia, jotka aktivoituvat kovista värähdyksistä, esimerkiksi ikkunaa rikottaessa. Sisätiloja valvoessa voidaan hyödyntää kaikkia edellä mainittuja sovelluksia. [Mikkola & Värjä 1999: 143.]

*Kulunvalvontaa* käytetään valvomaan keitä, ja missä esimerkiksi yrityksen tiloissa liikkuu. Järjestelmä perustuu työntekijöille jaettavaan kulkukorttiin tai muuhun elektroniseen tunnistimeen, joihin voidaan ohjelmoida missä tiloissa kyseinen henkilö voi liikkua. Yleensä kulunvalvontajärjestelmään on liitetty myös työajan seuranta. Tämä helpottaa työnantajaa seuraamaan työajan käyttöä sekä sitä, että ketkä ovat poissa ja mistä syystä. [Mikkola & Värjä 1999: 146.]

### 2.7.4 Kylmälaitteet

Käsittelen tässä luvussa päällisin puolin kylmälaitteiden automaatiota, sillä monilla ko-  
luilla on käytössään kylmälaitteistoja. Esimerkiksi kylmävarasto ja pakastuhuone. Kyl-  
mälaitteiden jäähtymisprosessi perustuu nesteen höyrystämiseen vaadittavaan lämpö-  
energian määrään. Kylmähuoneessa sijaitsee höyrystin, jossa painetta laskemalla kyl-  
mäaine muutetaan höyryksi. Kun käytetään ainetta, joka höyrystyy erittäin matalissa  
lämpötiloissa, saadaan aikaan lämpötilan lasku kylmähuoneessa. Höyrystimen toimintaa

ohjataan termostaatilla. Höyrystimestä kylmäaine imeytyy kompressoriin, josta se menee lauhduttimeen, jossa se muutetaan takaisin nestemäiseen muotoon. Suuremmissa kylmävarastoissa termostaatti ohjaa magneettiventtiiliä, joka kontrolloi kylmäaineen syöttöä höyrystimelle. [Mikkola & Värjä 1999: 124–128]

Yleisiä kylmäaineita ovat erilaiset halogeenivedyt, jotka ovat metaanin ja etaanin fluori- bromi- ja kloorijohdannaisia. Nykyisin ovat lisääntyneet halogeenivapaat kylmäaineet, kuten butaani, propaani, ammoniakki ja hiilidioksidi. Aiemmin käytettiin laajalti ilmakehän otsonikerrosta tuhoavaa freonia, mutta sen käytöstä on luovuttu lähes kokonaan. Kylmäaineet ovat suhteellisen turvallisia, sillä ne eivät ole palamis- tai syttymisherkkiä. Ne voivat kuitenkin syttyä palamaan. Valtaosa nykypäivänä käytettävistä kylmäaineista ovat kuitenkin sellaisia, että tätä vaaraa ei juurikaan ole. [Mikkola & Värjä 1999: 124–128; Collin 2019: 9–14]

### 3 Automaatiokartoitus

#### 3.1 Espoon kaupunki

Työn teettäjänä on Espoon kaupunki. Espoo on Suomen toiseksi suurin kaupunki, jossa asuu noin 290 000 asukasta. Espoon kaupunkirakenne muodostuu viidestä asutuskeskuksesta, jotka ovat Espoon Keskus, Espoonlahti, Leppävaara, Matinkylä ja Tapiola. Tästä rakenteesta johtuen Espoon alueelta löytyy monenlaisia asuinalueita urbaanista kaupungista maaseutuun, joka näkyy myös koulujen tyylissä. Asutuskeskuksissa koulut ovat suuria yhtenäiskouluja, joissa saattaa olla oppilaita aina esikoulusta lukioon saakka. Maaseudulla taas on useita pienempiä kyläkouluja. [Tietoa Espoosta.]

Espoon Tilapalvelut Liikelaitos on kaupungin sisäinen laitos, joka vastaa Espoon kaupungin omistamien kiinteistöjen ja toimitilojen ylläpidosta ja hallinnasta. Tilapalvelut huolehtivat siitä, että tiloja käytetään kestävästi ja asianmukaisesti. Lisäksi se vastaa uusien tilojen rakentamisesta ja hankinnasta.

### 3.2 Työn aloitus

Työn lähtötilanteessa edellinen kartoitus oli useita vuosia vanha. Tämän jälkeen useissa koulurakennuksissa on tehty saneerauksia, jonka takia edellinen koonti dokumentti on vanhentunut. Se on kuitenkin myös monilta osin ajan tasalla, joten aloitin työn tutustumalla vanhaan dokumenttiin. Tämän avulla määriteltiin myös kartoitettavat tiedot. Oleellisina tietoina kartoituksessa olivat automaatiovalvomon sijainti, sekä valvomo-ohjelmiston ikä, ohjelmistoversio ja PC:n käyttöjärjestelmä. Sen lisäksi kartoitettiin VAKien sijainnit, mallit ja iät.

Alun perin työ käsitti peruskoulujen sekä päiväkotien kartoituksen, mutta kohteiden valtavien määrän vuoksi kartoitus supistettiin pelkkiin koulurakennuksiin. Myöhemmin tästä supistettiin pois väliaikaiset siirtokoulut, kohteet, joissa kaupunki on vain vuokralla, sekä saneerauksessa tällä hetkellä olevat kohteet. Tämän jälkeen kohteiden kokonaismääräksi jäi 58 koulua 84 koulusta.

### 3.3 Työvälineet

#### Microsoft Dynamics AX

Dynamics AX on Espoon kaupungin käyttämä, Microsoftin valmistama toiminnanohjausjärjestelmä. Opinnäytetyössäni hyödynsin sitä käymällä vanhoja vikatilauksia läpi ja tekemällä näin ennakoarvion kohteen automaation tilasta. Tällä menetelmällä sai suhteellisen hyvän kuvan järjestelmän tilasta ja alkutietoja, joiden ohjaamana osasi haastatella kiinteistöhoitajia paremman kuntoarvion antamisessa. Kuitenkin vikailmoituksia läpikäydessä informaation taso oli vaihtelevaa, sillä töiden raportoinnin saatavuus riippui todella paljon korjaustyön teettäjistä.

#### Kotopro

Kotopro on pilvipalvelupohjainen dokumentointityökalu, jonka tarkoituksena on parantaa raportoinnin yhteisöllisyyttä, sekä säästämään aikaa tuomalla helpon dokumentoinnin

mille tahansa laitteelle. Kotopro on käytössä monilla eri aloilla teollisuuden kunnossapidosta fysioterapeutteihin. Kotoprossa on useita alalle ja yrityksiin räätälöityjä lomakepohjia, ja tämän lisäksi niitä on mahdollista luoda alusta asti itse. [Kotopro Oy]

Päädyin käyttämään Kotoprota kartoituksen työkaluna, jolla luon jokaiselle kohteelle oman kohdekortin, josta selviävät luvussa 3.2 mainitut tiedot, kohteen automaation kunto asteikolla Uusi–Hyvä–Heikko–Huono sekä mahdollisesti muuta huomioitavaa kohteen automaation tilasta. Jatkossa korttipohjaa on mahdollista hyödyntää myös kaupungin muihin kohteisiin. Esimerkki kohdekortista on liitteessä 1.

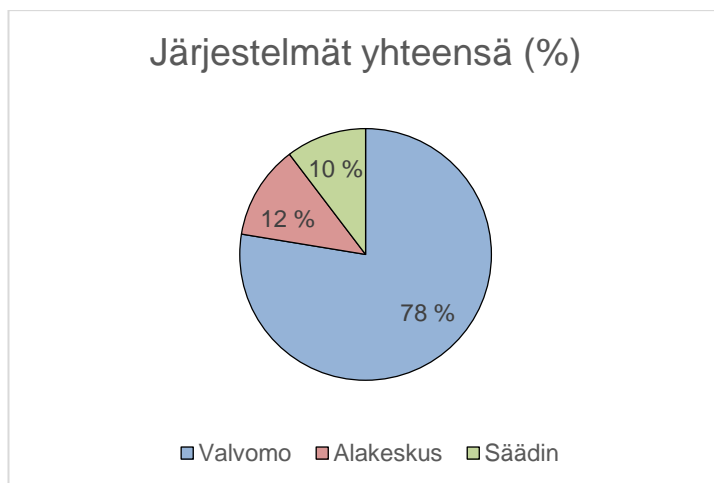
### Haastattelut

Oleellisena osana kohteiden kuntokartoituksen tekoa olivat kohteiden kiinteistöhoitajien kanssa käydyt keskustelut. Työn laajuuden vuoksi kattavaan kunnon tutkimiseen ei ollut resursseja, joten päädyin haastattelemaan niitä henkilöitä, jotka käyttävät järjestelmiä eniten, eli kohteiden kiinteistöhoitajia.

Suurena haasteena havaitsin kiinteistöhoitajien vaihtelevan osaamistason järjestelmien kanssa, sekä heidän suuren vaihtuvuutensa. Kymmenen vuotta talossa ollut kiinteistöhoitaja osaa kertoa huomattavasti enemmän, kuin pari kuukautta sitten aloittanut. Lisäksi välillä kohtasin tuuraajia, joilla ei ymmärrettävästi ollut juurikaan käsitystä itselle vieraan kohteen toimintahistoriasta.

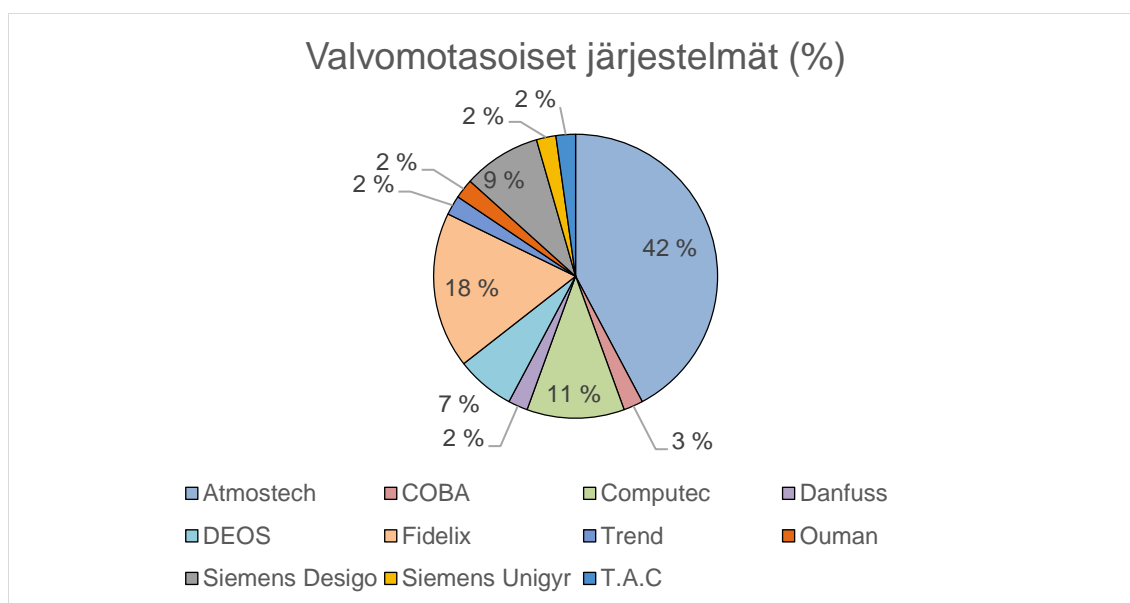
### 3.4 Automaatiojärjestelmät

Kartoituksessa mukana olleissa Espoon koulukiinteistöissä on käytössä 14 eri valmistajan automaatiojärjestelmiä. Vanhimmat näistä ovat pelkkiä säädinyksiköitä vanhimmilta osiltaan yli 30 vuoden takaa, uusimmat taas 2019 saneerattuja moderneja järjestelmiä. Järjestelmistä selkeästi valtaosa (78 %) on valvomotasoisia järjestelmiä. Pelkän alakeskustason ja säädintason järjestelmiä on suunnilleen saman verran (12 % ja 10 %). Säädintason kohteita ovat erityisesti 80- ja 90-luvulla rakennetut pienemmät koulurakennukset sekä huomattavasti vanhemmat kyläkoulut. Monissa näistä on kuitenkin osia säätimistä korvattu yksittäisillä alakeskuksilla erityisesti lämmityksen ohjauksessa. Järjestelmäjakuma käy ilmi kuvasta 12. Tarkemmat lukumäärät eri järjestelmistä liitteessä 2.



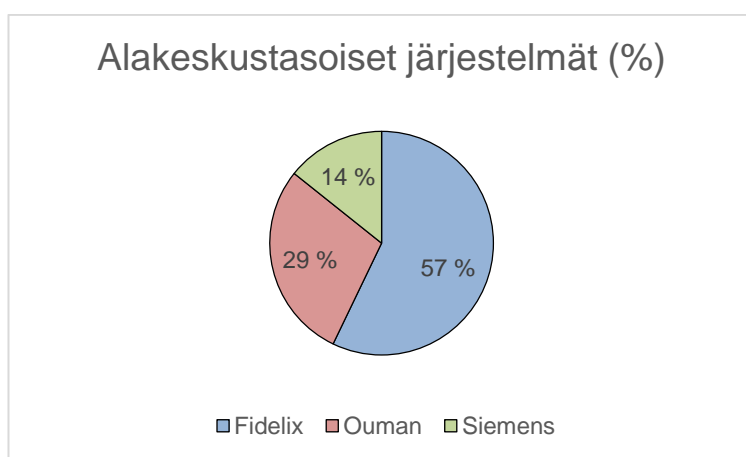
Kuva 12. Järjestelmätasojen jakauma Espoon koulukiinteistöissä.

Erilaisia valvomotason automaatiojärjestelmiä kartoituksessa löytyi 11 kappaletta ja näitä löytyi 45 eri kohteesta. Nämä on kuvattu kuvassa 13. Selvästi eniten kohteissa on Atmostech-järjestelmiä (42 %). Vuonna 2015 tehdyssä koko Espoon kattavassa kartoituksessa vastaava luku oli 52 %, eli suhteellisen samassa linjassa. Toiseksi suurin osuus on Fidelix-järjestelmillä (18 %), joita on asennettu erityisen paljon viimeisen kymmenen vuoden aikana. Järjestelmien kokonaismäärä on hieman suurempi, kuin 2015 tehdyssä kartoituksessa. Uusina tulokkaina ovat DEOS ja COBA. Listalta löytyy kuitenkin myös Danfuss, joka on käytännössä kuollut järjestelmä ja ainut rakennus, josta järjestelmä löytyy, on poistettu käytöstä vuosia sitten.



Kuva 13. Valvomotasoiset järjestelmät Espoon koulu kiinteistöissä.

Alakeskustasoisia järjestelmiä kartoituksessa löytyi seitsemän kappaletta, joiden joukossa esiintyi kolmen eri valmistajan järjestelmiä. Näitä olivat Fidelix, Ouman ja Siemens Landis & Staefa. Nämä on esitetty kuvassa 14. Olen laskenut VAK-järjestelmiksi järjestelmät, joissa on edes yksi alakeskus, vaikka valtaosan ohjauksista hoitaisivatkin säätimet. Puhtaasti VAK-järjestelmiä on vain kaksi, jotka ovat pienissä viime vuosisadan alussa rakennetuissa kyläkouluissa, joiden automaation taso on suhteellisen alkeellinen.



Kuva 14. Alakeskustasoiset järjestelmät.

Puhtaasti säädintasoisia järjestelmiä löytyi kuusi kappaletta, ja näistä kaikki olivat Ouman merkkisiä. Oumanien rinnalla on myös muutamia Landis & Gyr -säätimiä.

Käsittelen seuraavaksi eri järjestelmiä yleisesti kartoituksen osalta, sekä kartoituksen aikana tehtyjä havaintoja. Myöhemmänä luvussa 3.5 otan kantaa järjestelmien ikään ja nykyaikaisuuteen.

Atmostech & T.A.C.

Atmostech oli suomalainen 1987 perustettu kiinteistöautomaatioyhtiö, joka yhdistyi vuonna 2006 ruotsalaisen, vuonna 1924 perustetun ja 2003 Schneider Electriciin liittyneen TAC Groupin Suomen osaston kanssa. [TAC Finland ja Atmostech yhdistyivät 2005; The History of TAC].



Schneiderin sivuja ja tuoteluetteloita tutkimalla en löytänyt enää minkäänlaista mainintaa Atmostechistä, joten vuosien saatossa Atmostech järjestelmä on ilmeisesti hiipunut pois. Tätä tukee myös se, että kartoitettuihin kiinteistöihin uusin asennettu Atmostech järjestelmä on vuodelta 2013. TAC-järjestelmiä valmistetaan edelleen, mutta tuotemerkin alta löytyy vain teollisuusautomaation komponentteja. Ainoa kartoituksessa löytynyt TAC-järjestelmä on vuodelta 2000. Atmostech-järjestelmään on kuitenkin edelleen saatavilla varaosia.

Kiinteistönhoitajia haastatellessa kävi ilmi, että Atmostech on järjestelmänä erittäin helpokäyttöinen ja siitä pidetään matalan oppimisasteen vuoksi. Järjestelmää kuitenkin pidettiin jonkin verran ajastaan jäljessä olevana. Tästä huolimatta järjestelmät ovat lähes kaikki verrattain hyväkuntoisia. Muutamat valvomo-PC:t ovat tulleet vuosien aikana tiensä päähän ja Atmos88-paneelleja on vaihdettu iC1000-paneelleihin.

#### Fidelix

Kartoituksen aikana vastaan tuli viittä eri kotimaisen Fidelixin alakeskustyyppiä. Ne olivat FX2020, Fx2025, Fx2025A, Fx2030A ja Fx3000C. Näistä Fx3000C on ainoa tuotannossa edelleen oleva malli.

Fidelixin VAKeja on asennettu erityisen paljon säädinohjattuihin kohteisiin hoitamaan lämmityksen ohjausta. Viimeisen kymmenen vuoden aikana valtaosaan saneeratuista tai uudisrakennetuista kouluista on asennettu Fidelixin järjestelmä. Tämän voi ajatella Atmostechin korvaajana, sillä Atmostechien asennusten loppuessa Fidelixien asennukset ovat alkaneet.

Kohteissa valvomo-ohjelmia tutkiessani havaitsin Fidelixin käyttöliittymän hiukan haastavaksi navigoida. Yleisilmeeltään järjestelmä on kuitenkin erittäin selkeä. Kiinteistönhoitajat pitivät poikkeuksetta Fidelixiä erittäin hyvänä järjestelmänä, joskin kritiikkiä sai kankea hälytysten kuittaus.

## Siemens

Valtaosa kartoituksessa löytyneistä Siemens-järjestelmistä oli Desigo-järjestelmiä, joka on Siemensin lippulaiva kiinteistöautomaatiomarkkinoilla. Lisäksi vastaan tuli jonkin verran vanhempaa Landis & Staefa -ohjainta. Näitä oli paljon myös kohteissa, joissa pelkät säätimet.

Desigo-järjestelmät olivat monilta osin suhteellisen huonokuntoisia, ja lyhyiden selailusessioiden aikana en juurikaan päässyt sisään Desigo-valvomo-ohjelmaan. Navigointi oli erittäin haastavaa. Lisäksi sain paljon kommentteja siitä, kuinka Siemens on liian rajoittunut ja suljettu järjestelmä käyttää.

## Caverion Pyramid & Computec

Caverion Pyramid on suht mielenkiintoinen tapaus muiden järjestelmien joukossa. Caverion Pyramid on Caverionin Computec Oy:n oston jälkeen luoma kiinteistöautomaatiojärjestelmä Computec järjestelmän seuraajaksi.

Kyseisiä järjestelmiä kohtasin kartoituksen aikana viisi kappaletta. Ikävariaatio kyseisillä järjestelmillä oli noin 30 vuoden ja 10 vuoden väliltä. Yhdistävä tekijä kuitenkin oli niiden huonokuntoisuus. Monissa valvomoissa oli ongelmia ja lisäksi joissakin kohteissa laitteita ei voinut käyttää normaalisti, sillä komponentteja ja moduuleja oli hajonnut käyttökelvottomaksi eikä uusia osia enää ole saatavilla.

## Ouman

Valtaosa kartoitettujen kohteiden Ouman-laitteistoista oli EH-xx sarjan yksittäisiä säätimiä. Kartoituksessa löytyi yksi Oumanin EH-net järjestelmä. Järjestelmät olivat pääsääntöisesti hyväkuntoisia.

## DEOS

DEOS on alun perin saksalainen automaatioalan yritys, joka on perustettu 1967. Se tarjoaa automaatoratkaisuja teollisuudesta smart buildingiin [DEOS Building Automation]. Järjestelmän maahantuoja Suomessa on Assemblin. DEOS on suhteellisen uusi tulokas kartoitettujen järjestelmien joukossa, sillä vanhin kartoitettu järjestelmä oli vuodelta 2014. Järjestelmät olivat hyväkuntoisia tai juuri asennettuja. Uusimmassa järjestelmässä oli kuitenkin jonkin verran uutuuden kasvukipuja.

## COBA

COBA (Connected Open Building Automation), on eri yhteistyötahojen luoma standardoitu kiinteistön käyttöjärjestelmä, joka on luotu vuonna 2002. Projektissa oli mukana 15 eri yritystä, mm. ABB, Helsingin kaupunki, HP, Lonix ja NCC Finland. [Background COBA-Group]

Espoon ensimmäinen COBA järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2019 ja se toimii Lonix-järjestelmän päällä. Kiinteistöhoitajan mukaan järjestelmä on todella kankea ja vaikea käyttää, mutta kehui kuitenkin sitä, että kaikki informaatio on helposti saatavilla.

## Trend

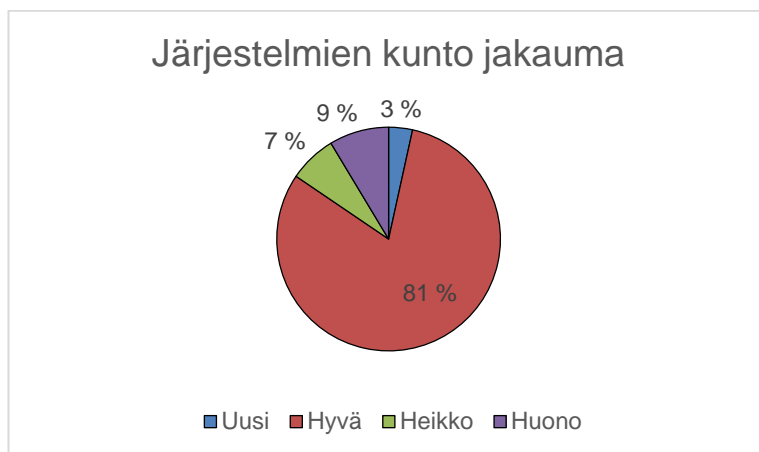
Kartoituksessa kohtasin vain yhden Trend-järjestelmän. Järjestelmä on suhteellisen hyväkuntoinen ja vakaa. Kiinteistöhoitajan mukaan valvomo-ohjelmisto on suhteellisen vaikeakäyttöinen.

### 3.5 Yhteenveto automaatiosta

Tässä alaluvussa käsittelen automaation ikää ja kuntoa. Aikomukseni oli verrata lukuja automaation ikään muualla Suomessa, mutta tätä tietoa ei tunnu olevan saatavilla. Keskityn siis ottamaan kantaa lähinnä järjestelmien yleiskuntoon.

Olen arvioinut järjestelmien kunnan asteikolla Uusi–Hyvä–Heikko–Huono. ”Uusi” tarkoittaa sitä, että järjestelmä on otettu käyttöön viimeisen vuoden aikana. ”Hyvä” on yleisarvosana, jos järjestelmän toiminta on perusvarmaa, tai en ole saanut ongittua riittävästi tietoa oikeuttamaan muita arvosanoja. ”Heikko”-arvosana on annettu järjestelmälle, jos siinä on joitakin selkeitä ongelmia, jotka haittaavat sen normaalia toimintaa. ”Huono”-arvosana kuvaa sitä, että järjestelmän toiminnassa on niin merkittäviä ongelmia, että sen normaali toiminta ei ole enää mahdollista. Olen päätenyt tähän menetelmään, sillä ammattitaitoni ei riitä tekemään luotettavaa tarkempaa analyysiä.

Kartoitettujen kohteiden vanhin järjestelmä oli 39 vuotta vanha ja nuorin alle vuoden ikäinen. Variaatio on siis valtava. Järjestelmien keski-ikäksi tuli 16,7 vuotta. Vuonna 2015 tehdyssä kartoituksessa lähes vastaavissa kohteissa keski-ikä oli 27,8 vuotta. Pientä virhettä lukuun luo se, että osalle minun kartoittamistani kouluista ei oltu annettu käyttöönottovuotta edellisen kartoituksen dokumentissa. Luvusta voidaan kuitenkin havaita, että järjestelmiä on uusittu reilusti, ja keski-ikä on pudonnut yli kymmenellä vuodella. Suurin osa järjestelmistä on hyväkuntoisia, kuten voidaan havaita kuvasta 15.



Kuva 15. Järjestelmien kuntojakauma

liro Soikkeli määrittelee insinööriyössään vuodelta 2019, että kiinteistöautomaatiojärjestelmän käyttöikä on noin 15–20 vuotta [Soikkeli 2019: 7]. Voidaan siis todeta, että järjestelmät ovat keskimäärin käyttöikänsä loppupäässä. Tämä ei tietenkään ole absoluuttinen totuus, kuten voidaan todeta järjestelmien ikäskaalasta. Järjestelmä saattaa myös olla verrattain hyväkuntoinen korkeallakin iällä, jos sen kuormittuvuus on vähäinen.

Merkittävä tekijä järjestelmän elinkaaren pituudessa on myös se, miten hyvin se on alun perin suunniteltu. Jos ohjelma toimii epäoptimaalisesti, se kuormittaa niin itse järjestelmää, kuin komponenttejakin merkittävästi. Järjestelmien kunnosta ei ole mahdollista luoda jakaumaa tai sääntöä siitä, missä kunnossa eri ikäiset järjestelmät ovat, sillä jokaiseen kuntoluokkaan kuuluu järjestelmiä koko ikäskaalalta. Erimerkkisten järjestelmien jakauma on myös laidasta laitaan. Ainut mainittavan arvoinen sääntö on, että Computec järjestelmät ovat kaikki heikko–huono-skaalalla niiden komponenttipuutteiden vuoksi.

#### 4 Yhteenveto

Työssä toteutettiin koulurakennusten kiinteistöautomaatiojärjestelmien kartoitus Espoon kaupungin Tilapalvelut-liikelaitokselle. Työn lähtökohtana oli edellinen kartoitus vuodelta 2015, jossa oli kartoitettu kaikki silloiset Espoon kaupungin omistamat kiinteistöt. Työhön sisällytettiin kaikki Espoon koulukiinteistöt, jotka ovat Espoon kaupungin suorassa omistuksessa, ja näin ollen kaupungin järjestämän kunnossapidon alaisia. Ulkopuolelle jätettiin siis rakennukset, joissa Espoon kaupunki on vuokralaisena tai osaomistajana. Tämän lisäksi ulkopuolelle jäivät siirtokoulut, eli ”parakkikoulut”, sekä kohteet, joissa oli opinnäytetyön tekohetkellä käynnissä saneeraustöitä.

Työ aloitettiin tutustumalla kiinteistöautomaatioon käsitteenä, jotta saatiin ymmärrys kartoitettavien järjestelmien toiminnasta ja ominaisuuksista. Tämä lisäsi merkittävästi ymmärrystäni kiinteistöautomaatiosta ja koen hyötyneni eniten työn tästä osuudesta. Opin myös paljon vieraillessani eri kohteissa, kun pääsin näkemään teoriassa opitun käytännössä.

Kartoitustyö aloitettiin tutustumalla vanhasta kartoituksesta tehtyyn taulukkoon. Tämän taulukon pohjalta määriteltiin tiedot, jotka tulisi kartoittaa kiinteistöissä vieraillessa. Suurimpana heikkoutena vanhassa dokumentissa oli vajavaiset tiedot Valvonta-alakeskuksesta. Näihin kiinnitettiin uudessa kartoituksessa enemmän huomiota. Jokaisesta kartoitetusta kiinteistöistä päädyttiin luomaan kohdekohtainen informaatiokortti, josta vaadittavat tiedot löytyvät helposti. Korttia voidaan myöhemmin hyödyntää myös muihin kaupungin kiinteistöihin ja sitä on myös helppo kehittää edelleen tarpeen vaatiessa. Kartoitus itse toteutettiin vieraillemalla kiinteistöissä ja haastattelemalla käyttäjiä.

Haastavimpia asioita työssä olivat kuntoarvioiden tekemiset. Erityisesti kartoituksen alkuvaiheessa ymmärrys ja osaaminen olivat niukkoja, joten oikean tiedon onkiminen käyttäjiltä oli haastavaa. Lisäksi yksittäiseen kohteeseen käytettävä aika oli rajallinen, joten kartoitus jäi enemmän tilastolliseksi.

Työn tuloksista havaittiin, että kiinteistöautomaatiojärjestelmät olivat keskimäärin nuorentuneet viidessä vuodessa, ja pääosin hyväkuntoisia. Mielestäni kartoitus antoi hyvän kuvan järjestelmien yleisestä tilasta, ja antaa jatkossa suuntaviivoja korjauksia suunniteltaessa tehokkaaseen kunnossapitoon ja oikeaan priorisointiin.

## Lähteet

Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. 1998. Sähkötieto Ry. Espoo: Sähköinfo Oy

Background. Verkkoaineisto. COBA-Group. <<http://www.coba-group.com/background.shtml>>. Luettu 28.2.2020.

Collin Tuomas. 2019. Kylmäaineiden kiristyvät ympäristövaatimukset ja tulevaisuuden ratkaisut. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

DEOS Building Automation. Verkkosivusto. DEOS.AG. <<https://www.deos-ag.com/en/company/>>. Luettu 28.2.2020

Fakta 18: Talon lämmitys – esittelyssä eri lämmitysjärjestelmät ja niiden hinnat. 2017. Verkkoaineisto. Lämpöykkönen. <<https://lampoykkonen.fi/100faktaa/fakta-18-uudisrakentaja-tunnetko-taman-hetken-suosituimmat-lammitysmuodot/>>. Julkaistu 12.6.2017. Luettu 21.10.2019.

Harju Timo, Marttinen Arto. 2000. Sääntötekniikan koulutusmateriaali. Verkkoaineisto. Automaatiosäätiö. <[https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid\\_kirja\\_1-1.pdf](https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid_kirja_1-1.pdf)>. Luettu 9.10.2019.

Hiilidioksidi. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuhautudet/hiilidioksidi>>. Luettu 16.10.2019.

Huhtaniemi Pekka. 2009. Puhaltimen valintaprosessin tehostaminen tarjouspyyntövaiheessa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Kanavapuhallin Prof 100 mm. Verkkokauppa. K-Rauta. <<https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/kanavapuhallin-prof-100-mm>>. Luettu 18.10.2019.

Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2008. ST-käsikirja 22. Sähkötieto Ry. Espoo: Sähköinfo Oy

Koski Tuomas. 2014. Valvonta-alakeskuksen suunnittelu saneerauskohteeseen. Insinööriyö. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta

Kotopro. Verkkoaineisto. Kotopro Oy. <<https://www.kotopro.com/>>. Luettu 7.2.2020.

Läsnäolo- ja liiketunnistimet. Verkkoaineisto. ABB Oy. <[http://installationsprodukter.se/documents/Esitteet/Lasnaolo\\_ja\\_liiketunnistimet\\_netti.pdf](http://installationsprodukter.se/documents/Esitteet/Lasnaolo_ja_liiketunnistimet_netti.pdf)>. Luettu 29.10.2019.

Mikkola, Jukka-Matti & Värjä, Pertti. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio. Korja: Cadnet Oy

Mäkinen Rauli. 2010. Rakennusautomaatioprojektin toteutus automaatiojärjestelmällä. Insinööriyö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Peräsalo Ari. 2011. Paloilmoitin- ja turvavalaistusjärjestelmät. Insinöörityö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Pirhonen Tero. 2011. Kiinteistöautomaation peruselementit ja -toiminnot sekä kiinteistöautomaatioprojektin toteutus. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Prosessin hallinta L2. 2016. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Luettu 9.10.2019.

Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012. ST-Käsikirja 17. Sähkötieto Ry. Espoo: Sähköinfo Oy.

Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005. Verkkoaineisto. BAFF. <[http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF\\_%20hyodyt.pdf](http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf)>. Päivitetty 21.9.2005. Luettu 8.10.2019.

RL97-keskipakopuhallin tuotesivu. Verkkoaineisto. Verkkokauppa. ebmpapst. <<http://www.ebmpapst.fi/fi/tuotteet/Keskipakopuhaltimet/Kaavulliset-keskipakopuhaltimet.-yhdel%C3%A4-puolelta-imev%C3%A4/RL97-8600ZA5-3045L>> Luettu 18.10.2019.

Sisäilman tekijät. 2008. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys Ry. <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Sisailman-tekijat>>. Luettu 8.10.2019.

Soikkeli Iiro. 2019. Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus Niagara-järjestelmään. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

TAC Finland ja Atmostech yhdistyvät. 2005. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/atmostech-loysi-rahammon/e08bca08-81ec-392c-bbe9-b5ceb50f4358>>. Julkaistu 12.10.2005. Luettu 27.2.2020.

The History of TAC. Verkkoaineisto. Schneider Electric. <<https://www.se.com/ww/en/about-us/company-profile/history/tac.jsp>>. Luettu 27.2.2020.

Tietoa Espoosta. Verkkoaineisto. Espoon Kaupunki. <[https://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon\\_kaupunki/Tietoa\\_Espoosta](https://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_kaupunki/Tietoa_Espoosta)>. Luettu 22.1.2020.



## Kiinteistöautomaatiojärjestelmän kohdekortti



KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KOHDEKORTTI/EETU TORIKKA/  
OPINNÄYTETYÖ

07.02.2020

### Kiinteistöautomaatiojärjestelmän kohdekortti/Esimerkki

#### Kiinteistön perustiedot

Tunnus ja nimi 12345 Esimerkki  
Osoite Esimerkkikatu 1

#### Automaatiojärjestelmä

Merkki/malli Fidelix  
Asennusvuosi 2016  
  
Valvomo  
Ohjelmistoversio 7.50.2  
Sijainti 001 Lämmönjakohuone  
PC:n käyttöjärjestelmä Windows 7

#### VAK

Nimi AK1  
Merkki/malli Fx2025  
Sijainti 305 IV-konehuone  
Asennusvuosi 2016

#### VAK

Nimi AK2  
Merkki/malli Fx2030  
Sijainti 325 IV-konehuone  
Asennusvuosi 2018  
Järjestelmän kunto Hyvä

Eetu Torikka 07.02.2020 13:08

Tämä kohdekortti on esimerkki.

1 / 1

Espoon kaupunki | www.espoo.fi | Tekniikantie 15, 02150 Espoo

**Järjestelmäjakauma****Valvomotasoiset järjestelmät**

Järjestelmä	Määrä
Atmostech	19
COBA	1
Computec	5
Danfuss	1
DEOS	3
Fidelix	8
Trend	1
Ouman	1
Siemens Desigo	4
Siemens Unigyr	1
T.A.C	1

**Alakeskustasoiset järjestelmät**

Järjestelmä	Määrä
Fidelix	4
Ouman	2
Siemens	1

**Säädintasoiset järjestelmät**

Järjestelmä	Määrä
Ouman	6

**Järjestelmät yhteensä**

Järjestelmätyyppi	Määrä
Valvomo	45
Alakeskus	7
Säädin	6