

Jani Aro

KIINTEISTÖAUTOMAATIO JA VERTAILU KAHDEN JÄRJESTELMÄN VÄLILLÄ

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2014**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola - Pietarsaari	Aika Helmikuu 2014	Tekijä/tekijät Jani Aro
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Kiinteistöautomaatio ja vertailu kahden järjestelmän välillä		
Työn ohjaaja Hannu Ala-Pönttiö	Sivumäärä 39	
Työelämäohjaaja Hannu Ala-Pönttiö		
<p>Työn tavoitteena on tutustua kiinteistöautomaatiojärjestelmiin, niissä esiintyviin laitteisiin ja käytettyihin tekniikoihin, sekä suorittaa vertailu kahden automaatiojärjestelmän välillä, jotta mahdollinen järjestelmän hankkija saisi paremmat lähtökohdat omaa järjestelmää suunnitellessa.</p> <p>Kiinteistöautomaatiojärjestelmiin lähdettiin tutustumaan rakenteen selventämisellä ja tiedonsiirrossa käytettyjen tekniikoiden avaamisella käyttäjätasolle. Järjestelmässä käytettyihin laitteisiin ja instrumentteihin tutustuttiin niin, että niiden toiminnan ymmärtää. Rakennuksen LVI-järjestelmien toiminnasta selvennettiin niiden toimintatavat, jotta järjestelmän toiminta on helpommin käsitettävissä.</p> <p>Vertailu suoritettiin KNX- ja Smarthome by EKE -automaatiojärjestelmien välillä. Vertailussa kriteereinä olivat järjestelmien hankinta, näkyvyys, hinta, ja tekniikka.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tutkimus automaatiojärjestelmissä käytetyistä laitteista ja niiden toiminnasta. Työ antaa kattavan pohjan automaatiojärjestelmää harkitsevalle, mikä oli myös työn tarkoitus.</p>		

Asiasanat

Kiinteistöautomaatio, kodinohjausjärjestelmä, vertailu

ABSTRACT

Unit Kokkola - Pietarsaari	Date February 2014	Author/s Jani Aro
Degree programme Information Technology		
Name of thesis BUILDING AUTOMATION AND COMPARISON BETWEEN TWO SYSTEMS		
Instructor Hannu Ala-Pöntiö	Pages 39	
Supervisor Hannu Ala-Pöntiö		
<p>The aim for the thesis was to study building automation systems, the equipment and techniques applied in them, as well as to perform a comparison of two automation systems in order to enable a potential buyer to have basis for designing his or her own system.</p> <p>First, clarification of building automation structure and the data transfer techniques used in the automation system were brought to user level. The equipment and instruments as well as the HVAC systems used were described to be easier to comprehend.</p> <p>The comparison was performed between the KNX and the SmartHome By EKE automation systems. The comparison criteria were purchasing, cost, technology and visibility to the user.</p> <p>The result was a comprehensive study of the devices used in automation systems and their operations. The work provides broad foundation for the potential buyer, which was the aim of this study.</p>		
Key words Building automation, comparison, home management system		

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO	2
2.1 Kiinteistöautomaation alku	2
2.2 Järjestelmästä saatava hyöty	3
3 KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	4
3.1 Järjestelmän hierarkkinen rakenne	4
3.1.1 Hallintotaso	5
3.1.2 Automaatiotaso	5
3.1.3 Kenttätaso	5
3.2 Tiedonsiirto järjestelmässä	6
3.2.1 Modbus	6
3.2.2 Profibus	8
3.2.3 LON	8
3.2.4 Langaton tiedonsiirto	9
4 LAITTEET JA INSTRUMENTIT	11
4.1 Anturit ja lähettimet	11
4.1.1 Lämpötila-anturit	11
4.1.2 Paineanturit	12
4.1.3 Muut käytetyt anturit	13
4.2 Toimilaitteet	14
4.3 Säädin	14
4.3.1 Yksikkösäätimet	15
4.3.2 Järjestelmäsäätimet	16
4.3.3 Eri säätötavat	16
5 OHJELMOITAVA LOGIIKKA JA OHJELMAYMPÄRISTÖ	18
5.1 Ohjelmoitavat logiikat	18
5.2 Ohjausjärjestelmät	19
5.2.1 DALI	19
5.2.2 Logo!	20
6 LVI SEKÄ KULUNVALVONTA JA PALOILMAISIMET	21
6.1 Lämmönkierto	21
6.2 Vedenkierto	22
6.3 Ilmastointi	23
6.4 Kulunvalvonta	24
6.5 Paloilmaisimet	25
7 VERTAILUUN VALITUT JÄRJESTELMÄT	26

7.1 SmartHome by EKE (EBTS)	26
7.1.1 Järjestelmän rakenne	27
7.1.2 Järjestelmän kustannukset	29
7.1.3 Käyttöliittymä	30
7.2 KNX(EIB)	31
7.2.1 Järjestelmän rakenne	32
7.2.2 Järjestelmän kustannukset	34
7.2.3 Järjestelmän käyttöliittymä	35
8 JÄRJESTELMIEN YHTÄLÄISYYDET JA EROT	36
9 PÄÄTELMÄT	39
LÄHTEET	40
KUVIOT	
KUVIO 1. Rakennusautomaation yleinen rakenne	4
KUVIO 2. Modbus-väylän eri haarat	7
KUVIO 3. LON-verkon rakenne	8
KUVIO 4. EnOcean-laitteen toiminta	10
KUVIO 5. Suljettu säätöpiiri siihen liittyvine käsitteineen	15
KUVIO 6. Yksikkösäädin, anturi, toimilaite ja venttiili	15
KUVIO 7. Kaksiasentosäädön toimintaperiaate	17
KUVIO 8. Kiinteistön lämmitysverkosto	22
KUVIO 9. Kaukolämmöllä lämmitettävän käyttöveden säätöpiiri	23
KUVIO 10. Sulkuvirtapiiri	24
KUVIO 11. Ebts-100/140-järjestelmän perusosat	27
KUVIO 12. KPD-100- käyttöpaneeli	30
KUVIO 13. Ebts-järjestelmän päänäkymä	31
KUVIO 14. KNX-järjestelmän rakenne	32
KUVIO 15. KNX-järjestelmän hierarkkinen rakenne	33
KUVIO 16. ETS4- ohjelmointityökalu	34
KUVIO 17. KNX-järjestelmän käyttöliittymiä	35
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Erilaisten lämpötila-anturien resistanssiarvoja	12

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda esille kiinteistöautomaatiossa käytettyjä yleisimpiä järjestelmiä, niiden toiminnassa käytettäviä laitteita ja laitteiden toimintatapoja sekä kustannuksia, joita järjestelmän hankkimisesta aiheutuu. Lopullinen syventävä vertailu toteutettiin kahden eri järjestelmän välillä, joissa tuodaan esille niiden eroavaisuudet ja merkitys laitehankinnoissa.

Nykyaikaiset kiinteistöautomaatiojärjestelmät antavat käyttäjän seurata, valvoa ja ohjata kiinteistön perustoimintoja, kuten veden reaaliaikaista kulutusta, tai esimerkiksi ohjata valaistusta. Uudet kehittyneet järjestelmät tuovat mukanaan myös mahdollisuuden näiden toimintojen etäkäyttöön. Varsinkin suurissa kiinteistöissä, kuten liikelaitoksissa, on melkein välttämätöntä olla etäkäyttömahdollisuus kiinteistöjen turvaamisen sekä näiden kunnossapidon ongelmien nopeaan hoitamiseen.

Tietokoneiden, laitteiden ja tiedonsiirron kehittyminen on mahdollistanut laajentuneet käyttömahdollisuudet eri laitteiden välille. Standardoitujen menetelmien käyttö on antanut järjestelmien kehittyä avoimiksi järjestelmiksi, joten enää ei olla yhden valmistajan valinnan edessä, vaan on mahdollista yhdistää eri valmistajien tuotteita, jotta saavutettaisiin paras mahdollinen kokoonpano omalle järjestelmälle.

2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Kiinteistöautomaation, kuten muidenkin automaation osa-alueiden, päätarkoitus on tuoda käyttäjälle mahdollisuus järjestelmän automaattiseen toimintaan. Kiinteistöautomaatiossa on kuitenkin omat yksilölliset toimintaperiaatteensa ja ne eroavat hieman perinteisestä automaatiojärjestelmästä.

2.1 Kiinteistöautomaation alku

Kiinteistöautomaation alku juontaa juurensa 1900-luvun alkuun, jolloin kiinteistöautomaatio lähti kehittymään manuaalisesta säätötekniikasta, jossa seurattiin osoitinlaitteita, kuten ilmanpainemittareita. Ensimmäiset sähköiset säätömekanismit olivat sähkömekaanisia patterien säätöjä. Kuten muissakin keksinnöissä oli sota keskeinen kehityksen avain, ja ensimmäisen maailmansodan jälkeen siirryttiin pikkuhiljaa automaattisiin säätömekanismiin. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

Seuraava sykäys kehitykselle saatiin 1960-luvulla, kun standardoitiin 4...20 mA:n analogisignaali sekä transistoripohjaiset säätölaitteet, joilla mahdollistettiin asteittaisen säädön hyödyntäminen yhdellä laitteella. Uutta tekniikkaa tuotiin taas 1980-luvulla digitaalisen tiedonsiirron myötä, kun direct digital controlin (DDC) eli suoran digitaalisen ohjauksen ja Computer-integrated manufacturingin (CIM) eli tietokoneille keskitettyjen järjestelmien avulla saatiin säätimet integroitua niin, että valvontajärjestelmään pystyi asettamaan säätimen arvoja valvomosta käsin. Viimeiset muutokset kiinteistöautomaation alalla tulivat 2000-luvun vaihteessa, kun Internetin yli kulkevat TCP/IP yhteydet vakiinnuttivat paikansa kiinteistöjen etävalvonnassa yhdessä GSM- ja 3G-yhteyksien kanssa. (Sähkötieto ry 2012, 23–24.)

2.2 Järjestelmästä saatava hyöty

Rakennus- eli kiinteistöautomaatiojärjestelmien mahdollisuudet on huomattu vasta 90-luvun lopulla. Ennen tätä suurin osa järjestelmistä oli vain välttämätön osa-alue rakennuksen suunnittelussa ja säätöjen toteuttamisessa, mutta nykyään energian yksilöllisen käytön ja siitä optimaalisen hyödyn saavuttamisen potentiaali on huomattu. Automaatiojärjestelmä ei siis ole enää vain veden lämmitystä ja ilmastoinnin käynnistämistä, vaan sillä saadaan suuria energiansäästöjä aikaan. Parhaimmillaan oikein suunnitellulla ja säädetyllä järjestelmällä voidaan saada aikaan jopa 20 %:n säästöt energiankulutuksessa. (Sähkötieto ry 2012)

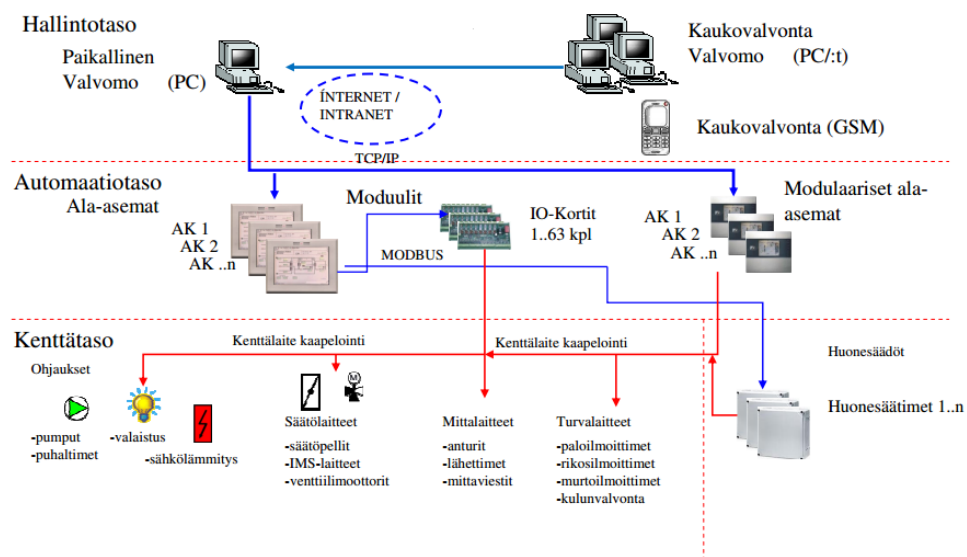
Uusi vuosikymmen tuo uusia haasteita myös rikosentorjuntaan sekä paloturvallisuuteen. Yhä useampi kiinteistö on mahdollista valjastaa erinäisin sensorein, joilla mahdolliset uhat ja turvallisuustekijät saadaan minimoitua. Suurta turvallisuuden tunnetta ja hyötyä tuovat erityisesti patterivarmennetut hälytyslaitteet, jotka toimivat myös sähkökatkojen aikana, jolloin itse järjestelmä on pois päältä. Hyvin ohjatun automaatiojärjestelmän hyvä puoli on myös sisäilman laadun parantaminen sekä tasaisemman lämpötilan pitäminen ympäri vuoden. Kiinteistön käyttäjät ovat terveempiä, ja varsinkin liikekiinteistöissä on mahdollisuus pudottaa sairastumisen riskiä.

3 KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Kiinteistöautomaatiojärjestelmät voidaan ositella käytön mukaan. Ensimmäisen kategorian järjestelmät sijaitsevat asuintalojen yhteydessä, toisen kouluissa sekä virastorakennuksissa, kolmannen teollisuuslaitoksissa, kuten vesi- ja jätelaitoksissa, ja neljännen kategorian kattavat keskitetyt valvontajärjestelmät. Jokaisen kategorian järjestelmissä on omat erityispiirteensä, joista ne voidaan erottaa selvästi. Kaikki kuitenkin pyrkivät toteuttamaan samaa perusidea. (Värjä & Mikkola 1999, 5–6.) Kiinteistöautomaation kehitys kulkee lähes käsi kädessä IT-teknologian kanssa. Tietokoneiden ja yleisesti elektroniikan komponenttien kehitys auttaa myös automatisoinnin kehitystä. Näin järjestelmien rakenteet voivat muuntautua erilaisiksi kokonaisuuksiksi. (Sähkötieto ry 2012, 93.)

3.1 Järjestelmän hierarkkinen rakenne

Järjestelmän hierarkkisella rakenteella tarkoitetaan rakennetta, jossa on yleensä kolme tasoa (KUVIO 1). Ylin on hallintotaso, jossa sijaitsevat paikalliset valvomot ja keskusvalvomo, keskimmäinen on automaatiotaso, jossa sijaitsevat I/O- moduulit, ja alin on kenttätaso, jossa sijaitsevat kaikki kentälaitteet. Kentälaitteisiin kuuluvat anturit, toimilaitteet, itsenäiset säätimet ja integroidut, säätimet kuten lämmönvaihdin. (Sähkötieto ry 2012, 93.)



KUVIO 1. Rakennusautomaation yleinen rakenne (Sähkötieto ry 2012, 94.)

3.1.1 Hallintotaso

Hallintotasolla tarkoitetaan käyttäjärajapintaa. Nämä ovat PC-valvomoita, jotka sijaitsevat pakallistasolla, jolloin niitä on yksi tai useampi itse kiinteistössä, tai etävalvomoita, jolloin niihin on koottu useiden eri kiinteistöjen toiminnat. Näissä valvomoissa on mahdollista seurata prosessien toimintaa erilaisin graafisin kuvaajin, joita järjestelmästä saadaan, sekä myös muuttaa kiinteistön lämpötilansäätöä esimerkiksi kovilla pakkasilla haluttuun suuntaan. Usein kaukovalvomoissa on kokeneemmat hoitajat, koska he tuntevat kiinteistöjen ominaisuudet paremmin ja hallitsevat näin kustannustehokkaimmat ratkaisut kiinteistöissä. Myös raportointi kuuluu hallintotasolle. Hallintotason laitteiden välinen kommunikaatio on lähes aina LAN-verkkoon ja etävalvonnassa Internetin yli laajakaistayhteyksin. Nykyään myös 3G-yhteydet on otettu käyttöön hälytysten lukemiseen nopean reagoinnin saavuttamiseksi. (Sähkötieto ry 2012, 93.)

3.1.2 Automaatiotaso

Automaatiotaso on helpoin ymmärtää alakeskuksina, joissa kiinteistön ohjaamiseen tarkoitettut logiikat käsittelevät ja ohjaavat logiikkaohjelmia I/O- moduuleihin. Moduuleista tulleiden tietojen perusteella voi ohjelma säätää automaattisesti ilmastointikonetta tai muuta laitetta. (Sähkötieto ry 2012, 94.) Kuten hallintotasolla myös automaatiotason sisäinen kommunikointi tapahtuu LAN-verkon avulla TCP-IP-protokollaa käyttäen. Yhteydet ovat nopeita, turvallisia ja vähävikaisia, joten säätö on todella varmaa. Nykyään on otettu käyttöön myös WLAN-yhteydet vaikeasti saavutettaviin kohteisiin sekä saneerausten yhteydessä. Näillä yhteyksillä voidaan lukea vähemmän kriittisiä mittauksia, kuten lämpötilatietoja, joiden välitön tiedonsiirto ei ole merkittävää. (Sähkötieto ry 2012, 93.)

3.1.3 Kenttätaso

Anturit ja toimilaitteet ovat kenttätason elementtejä. Ne lähettävät ja vastaanottavat reaaliaikaisia tietoja alakeskuksen ja kenttätason välillä. Näiden tietojen perusteella automaatiotason logiikalta tulleen käskyn mukaan toimilaitte ohjaa tilan asetettuun raja-arvoon. Mikäli

raja arvoa ei saavuteta, ilmoittaa järjestelmä hälytyksen hallintotasolle, jossa käyttäjä voi nähdä, missä ja mitä on tapahtunut. (Sähkötieto ry 2012, 95.)

Yhä käytetään myös hajautettuja toimintoja, joilla tarkoitetaan kenttätasolla sijaitsevia I/O-moduuleja, jotka keskustelevat alakeskuksen kanssa sarjaväylällä. Myös itsenäiset säätimet kuten huonesäätimet ja integroidut säätimet, kuuluvat kenttätasolle. Laitteet, joissa on taa-juusmuuntajat, kuten pumput ja puhaltimet, sisältävät oman älykkään ohjaussäätimensä. Näiden kommunikointi tapahtuu pääsääntöisesti kenttäväyläteknikoiden avulla. Tunnetuimmat standardit ovat ProfiBus, ModBus, LON sekä KNX. Väylän tekniikka määräytyy laitteiden tukemien teknikoiden mukaan. (Sähkötieto ry 2012, 95.)

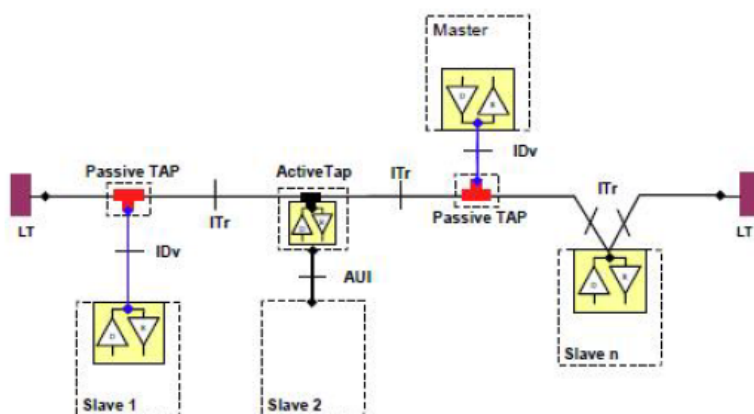
3.2 Tiedonsiirto järjestelmässä

Järjestelmän toimivuuden kannalta tarvitaan toimivaa ja luotettavaa tiedonsiirtoa. Tietoa voidaan siirtää laitteiden välillä useilla eri tavoilla. Ylemmän hallintotason ja alempien automaatiotason ja kenttätason kommunikaatiossa käytetään eri tiedonsiirtoprotokollia, jotta kommunikaatio olisi mahdollisimman laaja. Tiedonsiirto tasojen tai laitteiden välillä tapahtuu joko kenttäväylän tai Ethernetin välityksellä. (Sähkötieto ry 2012, 92–96.)

3.2.1 Modbus

Modbus on avoin sarjaliikenteeseen perustuva master/slave-protokolla, ja se perustuu OSI-mallin ensimmäiseen, toiseen ja seitsemänteen kerrokseen. Modbus-protokollaa käytetään hyvin laajasti teollisuudessa, mutta se on vakiinnuttanut paikkansa myös kiinteistöautomaatiosovelluksissa, koska sillä on laaja sovellettavuus eri laitevalmistajien välillä. Modbus-väylään voidaan asentaa 247 laitetta, joten kiinteistöautomaatiosovelluksiin siinä on reilusti ylimääräistä laajennusvaraa. (Rtautomation 2009.)

Ensimmäinen eli fyysinen kerros, joka toimii rajapintana laiteisiin, on yleensä RS485- tai RS232-kaksijohdinrajapinta. Tiedonsiirtonopeudet vaihtelevat 1,2–115 Kt/s.. Yleisin nopeus on 9,6 Kt sekunnissa. Itse väylä koostuu liitettävistä laitteista sekä runkokaapelista. Laitteiden liittämiseen väyläkaapeliin on kolme erilaista vaihtoehtoa: passiivinen haara, aktiivinen haara ja suoraan liittyminen muodostaen väyläketjun (KUVIO 2). (Modbus organization 2006.)



KUVIO 2. Modbus-väylän eri haarat (Modbus organization 2006)

Toinen eli tietokerros, jossa master/slave-kommunikointi tapahtuu, on hyvin yksinkertainen. Järjestelmässä sarjaväylää hallitsee aina vain yksi isäntä (master), joka kommunikoi orjien (slave) kanssa. Orjat eivät koskaan lähetä tietoa ilman pyyntöä isännältä, eivätkä ne kommunikoi toistensa kanssa. Yhdellä lähetyksellä on vain yksi Modbus-tapahtuma. Isäntä voi lähettää viestin yksikkölähetyksenä, jolloin orja vastaa viestiin, tai lähetyksessä, jolloin pyyntö lähetetään kaikille orjille samaan aikaan, ja tällöin orjat eivät vastaa. Seitsemäs kerros käsittää eri väylien ja verkkojen välisen viestinnän. Koska Modbus-väylä voi keskustella kaikenlaisien verkkojen välillä, on erilaisien yhdyskäytävien luonti välttämättömyys, jonka seitsemän kerros hoitaa. (Modbus organization 2006.)

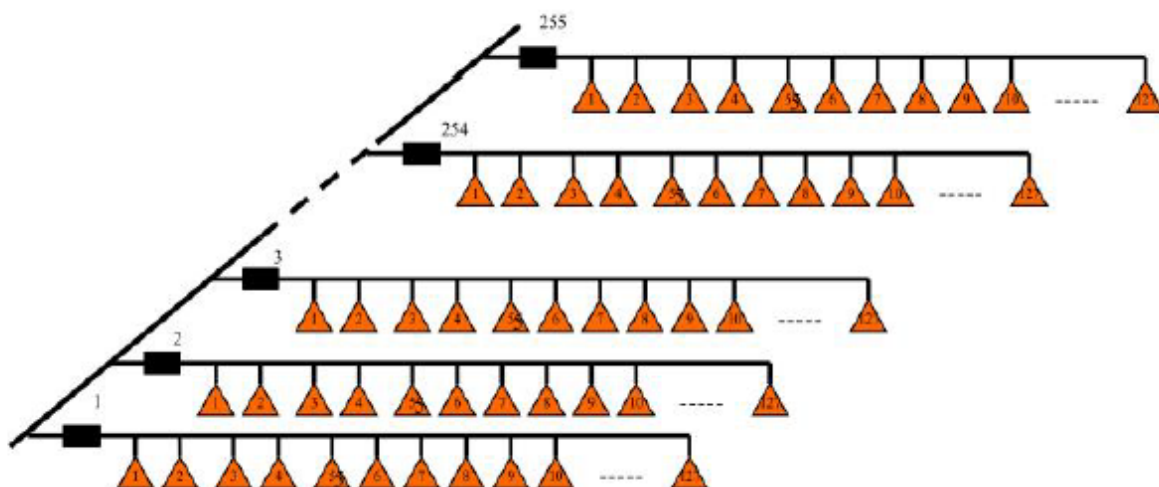
Modbus RTU-viestit ovat maksimissaan 256 tavua pitkiä, 16-bittisellä varmennuksella kommunikoiduvia viestejä. Näiden viestien yksinkertaisuus takaa luotettavuuden, jotta diskreettejä analogi- ja rekisteritietoja voidaan siirtää. Viestiin voidaan pakata liukulukuja, taulukoita, tekstiä sekä muuta tietoa, joita anturit kenttätasolta keräävät. (Rtautomation, 2009.)

3.2.2 Profibus

Profibus on standardoitu tekniikka kenttäväyläkommunikaatioon automaatiolaitteiden ja järjestelmien välille. Käytössä on kaksi variaatiota kyseisestä tekniikasta, Profibus DP, joka on älykkäiden kentälaitteiden ohjaamiseen, sekä Profibus PA, jota käytetään prosessikontrollerien avulla mittauksien suorittamiseen automaatiosovelluksissa. Variaatiot ovat toistensa kanssa yhteensopivia, joten niillä saadaan aikaan suuria järjestelmäkokonaisuuksia. Kiinteistöautomaatiosovelluksissa Profibus ei ole niin yleisesti käytetty. (Profibus 2012.)

3.2.3 LON

LON- tai LonWorks-tekniikka on Echelon corporation:in kehittämä kenttäväylätekniikka, jonka käyttö on vähentynyt huomattavasti nykyisin. Yhtiö on myös kehittänyt Neuron-prosessorin, jossa on valmiiksi LonTalk-protokolla ohjelmoituna, jolloin se on suoraan yhteensopiva eri valmistajien kesken. LON on ohjaus- ja hallintasoventuksien lyhyiden sanomien välittämiseen optimoitu. Verkon rakenne rakentuu solmukohtien avulla. Ne sisältävät väyläsovittimen ja prosessorin, kuten releen tai kytkimen, jota kutsutaan solmuksi. Solmujen avulla kootaan aliverkko, jota kutsutaan segmentiksi. Segmentin maksimikoko on 127 kenttäsolmua, jotka liitetään runkoverkkoon reitittimen avulla (KUVIO 3). Aliverkkoja voi olla 255, joten suuremmatkin automaatiojärjestelmät voidaan toteuttaa LON-verkon avulla. (Riikkula Jukka 2001.)



KUVIO 3. LON-verkon rakenne (Riikkula Jukka 2001.)

LON-verkon vahvuuksiin kuuluu tiedonsiirtokaapelin vapaa valinta. Tietoa voidaan siirtää parikaapelilla, valokaapelilla, sähköverkon mukana, radiotaajuuksilla ja infrapunalla, joten valinnan varaa on jokaiseen tarpeeseen. Tiedonsiirtonopeus vaihtelee sähköverkon 4,8 kb/s ja valokaapelin 1,25Mb/s välillä. Itse viestin lähetys perustuu CSMA-tekniikkaan eli tietoliikenteen siirtotien varausmenetelmään. Tiedonsiirtoväylä on harvoin täynnä, joten laitevaraa itselleen alueen tyhjistä tilasta, jossa viesti lähetetään, ja kun viesti on lähetetty, vapautuu tila taas käyttöön. Tilatietojen koko ei ole kuin muutamia bittejä, joten viestejä voidaan lähettää useita satoja kerralla. (Riikkula jukka 2001.)

3.2.4 Langaton tiedonsiirto

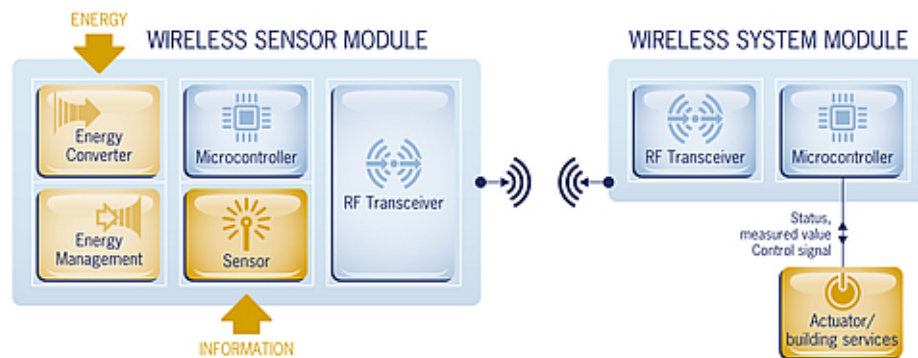
Automaatiojärjestelmissä langattomana tiedonsiirtona käsitetään yleensä vain WLANia eli langatonta lähiverkkoyhteyttä. Todellisuudessa langattomaan tiedonsiirtoon on käytössä useita toimivia ratkaisua, kuten Bluetooth, ZigBee, EnOcean, sekä NFC. Jokaisella on omat hyvät ja huonot puolensa, joiden perusteella laite valitaan järjestelmän osaksi. Yleisin käytetty menetelmä on WLAN ja sen standardoitu IEEE 802.11g muoto, joka pystyy 54 Mb/s tiedonsiirtoon. Uusin standardi IEEE 802.11n pystyy siirtämään tietoa yli 100 Mb/s. WLAN käyttää vapaata 2,4 GHz taajuutta, joten se ei ole täysin turvallinen siirtotapa. Kiinteistöautomaatiojärjestelmissä ei kuitenkaan yleisesti ole salattavaa tietoa, ja jos on, ei langatonta tiedonsiirtoa käytetä. WLAN on käytössä yleensä alakeskusten tai valvomoiden välillä, jossa ei ole langallista yhteyttä. (Sähkötieto ry 2012, 122.)

Alun perin tietokoneen ja oheislaitteen kaapelin korvaamiseen kehitetty Bluetooth, on lyhyen kantaman vapaaseen käyttöön standardoitu menetelmä (IEEE 802.15.1). Kiinteistöautomaation kannalta Bluetooth-yhteyden käyttö on melko haastavaa, eikä sille ole käyttökohteita. Standardi tukee ainoastaan kahdeksaa laitetta kerrallaan, eikä se ole yhteensopiva suurten verkkojen kanssa. Tiedonsiirtonopeus on maksimissaan 3 Mb/s. Lisäksi sen tehonkulutus on suhteellisen suuri siitä saatavaan hyötyyn verrattuna. (Sähkötieto ry 2012, 122.)

ZigBee (802.15.4) on myös lyhyen kantaman langaton tiedonsiirtotekniikka, mutta sen paras ominaisuus on tehonkulutus verrattuna muihin. Laitteen pitkän toiminta-ajan mahdollistaa sen käyttämä tekniikka. Laite on ikään kuin horrostilassa, kunnes se saa käskyn

isäntälaitteelta. Yhden ZigBee- laitteen toiminta-aika on vuosia yhdellä paristolla. Itse tekniikka toimii samalla 2,4 GHz:n taajuudella kuten muutkin langattomat vapaat tiedonsiirto menetelmät. Maksimi tiedonsiirtonopeus on 250 kb/s. Mutta toisin kuin Bluetooth, ZigBee mahdollistaa suuret verkot. Kodin kiinteistön automatisoinnin kannalta ZigBee on kätevä ratkaisu, jolla on halvat käyttökustannukset. (Tutorial-reports 2013.)

EnOcean on ympäristöstä energiaa keräävä langaton tiedonsiirtotekniikka. Anturit saavat käyttövoimansa fyysisestä liikkeestä, valosta tai lämpötilaerosta. Laitteet eivät yleensä ohjaa mitään, vaan ne asennetaan ohjausyksikköön, joissa ne hoitavat anturitiedon lähettämisen järjestelmässä (KUVIO 4). Laitteet ovat täysin huoltovapaita, joten ne voidaan asentaa tuotteeseen, joka sijoitetaan vaikeapääsyiseen ympäristöön. Laite on standardoitu ISO/IEC 14543-3-10 -standardin alle. Vähäenergisyys mahdollistaa laitteen erittäin lyhyt lähetysaika yhdistettynä aurinkopaneeliin, josta energia varastoituu pieneen kondensaattoriin. (EnOcean-alliance 2013.)



KUVIO 4. EnOcean-laitteen toiminta (EnOcean, 2013.)

4 LAITTEET JA INSTRUMENTIT

Kenttätasoon kuuluvat laitteet sekä instrumentit. Laitteiden toiminta on ymmärrettävä huolella, jotta järjestelmästä saadaan toimiva kokonaisuus. Tässä luvussa tutustutaan erilaisiin antureihin ja niiden toimintaan.

4.1 Anturit ja lähettimet

Prosessin tilaa mitataan antureilla. Antureilta saatu tieto välitetään lähettimelle, joka lähettää tiedon eteenpäin prosessoitavaksi logiikalle. Tieto voidaan välittää myös suoraan näyttölaitteelle tai säätimelle. Suurin osa kiinteistöautomaation antureista on lämpötilanmittausantureita, ja myös paineen ja paine-eron mittaukseen käytetyt anturit ovat yleisiä. (Värjä & Mikkola 1999, 37.)

Anturin ja lähettimen tekniikat ovat kehittyneet tasaiseen tahtiin, mutta lähetettävän signaalin muotona käytetään pääsääntöisesti yhä 4–20 mA:n standardiviestiä. Muita käytettyjä ovat 0–10 V, 1–10 V. Milliampeeriviestillä sekä 1–10 V:n viestillä etuina on niin kutsuttu ”piiri poikki” -tilanne, eli jos viesti on alle 4 mA tai 1 V, virtapiiri on katkennut tai piirissä on häiriö. Anturilta saatu tieto muutetaan AD-muuntimella digitaaliseen muotoon, jotta säädin pystyy käsittelemään tietoa. Uusimmissa älykkäissä kenttälaitteissa tietoa ei tarvitse muuttaa, koska ne lähettävät suoraan digitaalista tietoa prosessista, ja näin mittatieto pysyy muuttumattomana. (Värjä & Mikkola 1999, 37–38; Sähkötieto ry 2012, 114–117.)

4.1.1 Lämpötila-anturit

Lämpötila-antureita käytetään eri olosuhteiden lämpötilojen mittaukseen. Mittaus perustuu resistanssin muutokseen anturin materiaalissa. Antureita on NTC-tyyppisiä, ja tällaisissa resistanssi laskee lämpötilan laskiessa. PTC-tyyppisissä taas resistanssi nousee lämpötilan noustessa. Anturin elementissä käytetyt materiaalit ovat platina, nikkeli sekä puolijohde-materiaalit. Yleisimmät anturit ovat Pt100, Pt1000, Ni1000 sekä puolijohdeesta valmistettu

termistori. Käytetyin anturi näistä on Pt100, jonka resistanssikäyrä on erittäin lineaarinen kiinteistöautomaatiosovelluksissa esiintyvissä lämpötiloissa (TAULUKKO 1). Mitattavat väliaineet, kuten vesi ja ilma, ovat myös neutraaleja, joten anturin saa asennettua suoraan mittauskohteeseen. (Sähkötieto ry 2012, 115.)

TAULUKKO 1. Erilaisten lämpötila-anturien resistanssiarvoja

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	100,00	1000	5117	1629
10	103,90	1056	3295	1772
20	107,79	1112	2187	1922
25	109,73	1141	1800	2000
30	111,67	1171	1491	2080
40	115,54	1230	1042	2246
50	119,40	1291	744	2419
60	123,24	1353	542	2600
70	127,07	1417	403	2789
80	130,89	1483	304	2985
90	134,70	1549	233	3189
100	138,50	1618	182	3400

4.1.2 Paineanturit

Vesi- ja ilmakiertoiset lämmitysjärjestelmät ovat yleistyneet kiinteistöissä merkittävästi, joten myös paineenmittausantureiden käyttö on yleistynyt. Aikaisemmin käytetyt paine-kytkimet on korvattu nykyaikaisilla analogisilla mittalähettimillä ja järjestelmien säätö toteutetaan raja-arvojen avulla ohjelmallisesti automaatiotasolta. Anturin toiminta perustuu mittauskalvossa olevaan jännitykseen, jonka paine aiheuttaa. Kalvon jännitys muutetaan sähköiseen muotoon kapasitiivisten, induktiivisten tai pietsosähköisten kiteiden avulla. Koska anturit ovat jatkuvan rasituksen alaisina, niissä on yleensä joko manuaalinen nol-laussäätö tai automaattinen toiminto, joka kompensoi kulutusta tai muuttaa mittausarvoa,

koska olosuhteissa vaikuttava lämpötila vaikuttaa myös anturien toimintaan. (Sähkötieto ry 2012, 117.)

4.1.3 Muut käytetyt anturit

Yhä useammin kiinteistöihin asennetaan kosteudenmittausantureita, jotka estävät mahdollisen vesivahingon aiheutumisen. Anturit mittaavat suhteellista kosteutta ympäristössä. Kosteuden aiheuttamat resistanssin muutokset anturin polymeerissä muutetaan ulostulojännitteeksi, joka käsitellään ja muunnetaan suhteelliseen kosteuteen verrannolliseksi. (Sähkötieto ry 2012, 117.)

Ulkona käytetyt valaisimet voivat olla joko ajastettuja tai valoisuusantureilla varustettuja. Valoisuusanturit toimivat portaattomasti, ja ne perustuvat valodiodiin. Toiminta perustuu valosähköiseen ilmiöön: kun auringon valoa säteilee diodiin, se tuottaa pienen jännitteen Pii-kiteessä ja kun jännite tippuu asetusarvon suuruiseksi, valaistus menee päälle. Läsnaoloantureiden toiminnan tarkoituksena on ilmastoinnin ja valaistuksen ohjaaminen. Anturi mittaa infrapunasäteilyä tilassa, kun lämmin kohde, kuten ihminen, liikkuu, tietää anturi jonkun olevan kohteessa ja toimii asetettujen parametrien mukaan. Läsnaoloantureiden kanssa voi olla myös ilmanlauanturi, jonka kanssa ne toimivat yhteen. (Sähkötieto ry 2012, 117.)

Uusissa asuinkiinteistöissä vaaditaan nykyään erilliset huonekohtaiset lämpimän ja kylmän veden kulutuksen mittaukset. Suurimmaksi osaksi mittarit ovat rotametreja. Rotametrille asetetaan jokin pulssisuhde järjestelmään päin, esimerkiksi 1000 pyörähdystä on kymmenen litraa. Päävesilinjoissa käytetään magneettimittausta tarkkuuden ja toimintavarmuuden saavuttamiseksi. (Sähkötieto ry 2012, 117.)

Suurin yleistynyt anturityyppi on langattomat anturit. Niiden yleistymistä ovat auttaneet vapaiden taajuuksien sopimukset. Nämä ISM-taajuudet (Industrial, Scientific and Medical), on alun perin tarkoitettu teollisuuden, tieteen ja lääketieteen käyttöön. Vapaita taajuuksia ovat 443 MHz, 868 MHz sekä 2,46 GHz. Langattomuuden suurimmat edut ovat

helppo ja nopea asennus sekä sijoittelun mahdollisuudet. Heikkouksia ovat puutteellinen tietoturva sekä häiriöherkkyys. (Sähkötieto ry 2012, 121.)

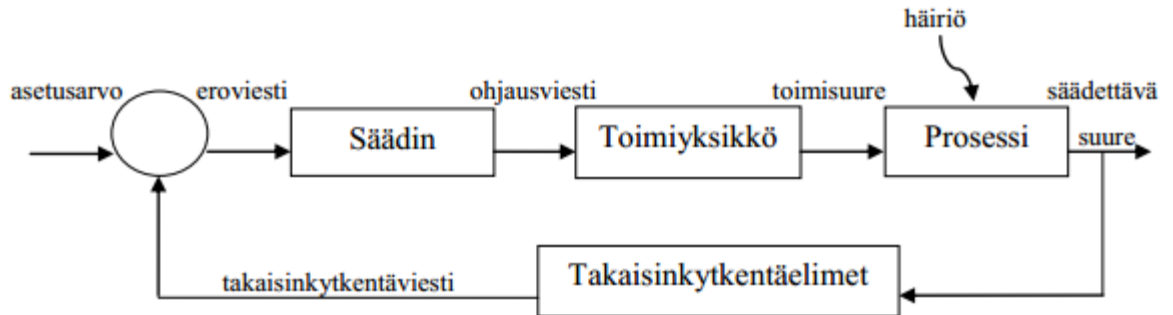
4.2 Toimilaitteet

Toimilaitteisiin kuuluvat kaikki laitteet, jotka ohjaavat jonkinlaista prosessissa vaadittavaa säätölaitetta. Toimilaitteet ohjaa venttiiliä tai peltiä kaksitoimisesti, jolloin kyseessä on on/off-säätö, tai suhteellisesti, jolloin kyseessä on portaaton säätö. Useimmissa säädettävissä laitteissa on myös jousivoimalla toteutettu avautuva tai sulkeutuva toiminta käyttöjännitteen katkeamisen varalle. Laitteet ovat myös alttiina kulutukselle, koska ne ovat mekaanisia, joten tämän vuoksi kompromisseja joudutaan tekemään tarkkuuden ja eliniän välillä. (Sähkötieto ry 2012, 123–127.)

Toimilaitteeseen tuleva ohjausviesti on yleensä 0–10 VDC. Ohjaus on myös mahdollista toteuttaa 3-pistehajauksella, jolloin toimilaitteeseen tuleva tieto on auki, kiinni tai seis. Moottoreina voivat toimia askelmoottorit tai vaihteistolliset AC/DC-moottorit. Käytetyimmät jännitteet ovat 24 V:n AC/DC ja 230 V:n AC. Moottorin valintaan vaikuttaa säädössä tarvittava tarkkuus, nopeus sekä resoluutio. (Sähkötieto ry 2012, 124.)

4.3 Säädin

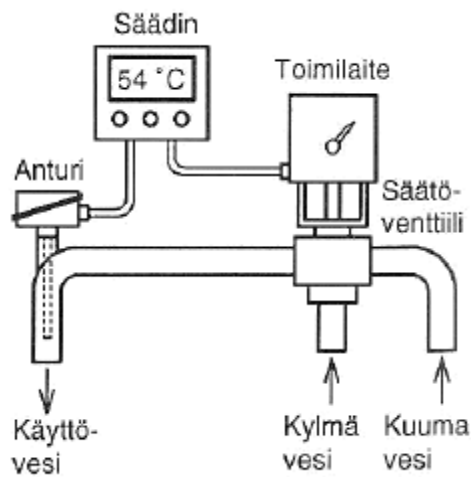
Säätimen tehtävä on pitää prosessin tila asetetussa arvossa tai esimääriteltujen rajojen sisällä häiriöistä huolimatta. Prosessissa säädettävä suure voi olla esimerkiksi huoneen lämpötila tai valaistus. Häiriöitä voivat aiheuttaa ihmiset tai esimerkiksi aurinko. Säätimelle asetetaan erilaisia vaatimuksia, jonka johdosta sen häiriöherkkyys voi muuttua, josta seuraa säätimen jatkuva värähtely ja epästabiilisuus. Hyvänä kompromissina kiinteistöautomaattiosäätimille on kohtuullisen nopea säätö ja erittäin hyvä toimintavarmuus. Säädin voi toimia suljetussa säätöpiirissä, jossa sen ohjausviesti määräytyy asetusarvon ja mittaviestin erotuksena (KUVIO 5). Suljetussa säädössä säädin pyrkii siis pitämään eroarvon mahdollisimman pienenä. Avoimella säätöpiirillä ei ole takaisinkytkentälinkkiä, joten sitä voidaan kutsua suoraan säädöksi. (Sähkötieto ry 2012,56.)



KUVIO 5. Suljettu säätöpiiri siihen liittyvine käsitteineen (Sähkötieto ry 2012, 56)

4.3.1 Yksikkösäätimet

Yksikkösäädin on itsenäisesti toimiva säätölaite, joka säätelee yhtä prosessia, vaikkakin säätötapoja voi olla useita (KUVIO 6). Yksikkösäädin nimellä voidaan kutsua myös monitoimisäädintä sekä ryhmäsäädintä. Säädin koostuu prosessorista, häviämättömästä muistista, sekä ohjelmistosta. Nykyiset digitaalisäätimet ovat korvanneet vanhat analogisäätimet, koska ohjelmallisesti voidaan suorittaa kaikki analogisäädön toiminnot. (Värjä & Mikkola 1999, 58.)



KUVIO 6. Yksikkösäädin, anturi, toimilaite ja venttiili (Värjä & Mikkola 1999, 58)

Yksikkösäätimissä on yleensä näyttö ja napit, joilla säätimen asetuksia voidaan muuttaa paikan päällä. Yksikkösäätimen mukaan, voi näytöltä myös katsoa prosessin tilaa. Säätimen ohjelmointi voi tapahtua myös omalla säätölaitteella tai PC:llä. Ylemmän tason järjes-

telmien kanssa kommunikointi tapahtuu sarjaliikenneväylää pitkin. (Värjä & Mikkola 1999, 59.)

4.3.2 Järjestelmäsäätimet

Järjestelmäsäätimellä tarkoitetaan digitaalista säätölaitetta, joka liitetään kiinteistöautomaatiovalvontajärjestelmään. Säädin on täysin ohjelmapohjainen eikä sisällä mitään mekaanisia kytkimiä. Säädön kiinteistössä se hoitaa antureiden, liityntäkorttien ja toimilaitteiden avulla. (Värjä & Mikkola 1999, 59.)

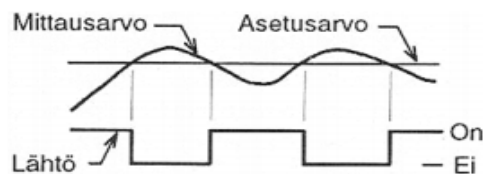
Järjestelmäsäätimen hyötynä on sen ohjelmoitavuus ja hallinta yhdestä sijainnista. Liityntäkorttien avulla kommunikointi onnistuu lähes kaikkien kiinteistösovellusten hallintaan, mutta huono yhteensopivuus muihin tietojärjestelmiin on ongelma. Tätä ongelmaa ei ole yksikkösäätimillä, mutta niillä ongelmia voi ilmetä laiteyhteensopivuuksien kanssa. (Värjä & Mikkola 1999; Sähkötieto ry 2012.)

4.3.3 Eri säätötavat

Vaikka säätimen tehtävänä on pitää asetettu suure asetusarvon mukaisena, ei nopein ja tarkin säätötapa ole helppo toteuttaa tai edes mahdollista. Kiinteistöautomaatiossa käytetyillä ohjelmallisesti ohjatuilla säätimillä on yleensä kolme säätötapaa, joilla ilmastoinnin, käyttöveden ja lämmityksen säätö hoidetaan. Nämä säätötavat ovat P-, PI-, ja PID-säätö. Jokainen kirjain kuvaa sen mitä toimintoa käytetään. P = suhteellinen säätö, jonka toiminta on vahvistimen tapainen (eng.proportion). Koska säädin säätää suhteellista eroa, ei pelkällä P-säädöllä päästä asetusarvoon, ainoastaan hyvin lähelle, ja tätä kutsutaan myös pysyvän tilan virheeksi (ulostulo = säätimen vahvistuskerroin – eroviesti). I = integroiva säätö, joka integroi eroarvosuureen asetus- ja mitta-arvon välillä ja lisää sen suhteellisen säädön kertoimeen, mikäli kyseessä on PI-säädin. Lyhyt integrointiaika tuo nopean vasteajan säädölle, mutta voi aiheuttaa pysyvän epästabiilisuuden, mikäli säätö ei pysty reagoimaan tarpeeksi nopeasti korjaukseen. D = derivaiva säätö, jota voidaan pitää ennakoivana säätönä, toimii säätöpoikkeaman muutosnopeutta tutkimalla. Se liioittelee muutosta, jolloin säätö

tapahtuu nopeammin ja viive pienenee. Jos säätöpoikkeamaan ei esiinny tai se ei muutu, derivointi kerroin on nolla. Useimmat kiinteistöautomaation säädöt toimivat PI- säädön avulla, koska nopea muutosherkkyys ei ole tarpeen, vaan hyvä stabiilisuus. (Värjä & Mikkola 1999, 65; Sähkötieto ry 2012, 55–60.)

Esimerkiksi sähkövaraajissa, kuten pattereissa, on käytössä kaksiasentosäädin tai välyksellinen kaksiasentosäädin (KUVIO 7). Nämä säätimet yleensä rinnastetaan termostaattiin, joka ohjaa laitetta pois ja päälle. Välykselliseen säätimeen asetetaan ylä- ja alaraja, joista sen ohjaus määräytyy. Esimerkiksi lämminvesivaraajassa lämpötilan tyypillinen vaihteluväli on 80–90 astetta. Kaksiasentosäädin ei sovi säätöpiiriin, jossa pyritään mahdollisimman tasaiseen säätöön, koska säädettävänä on yleensä joko paljon lämpömassaa tai säädön ohjaus menisi jatkuvasti päälle ja pois, jolloin säätimen kestoikä jäisi hyvin pieneksi. (Värjä & Mikkola 1999, 61.)



KUVIO 7. Kaksiasentosäädön toimintaperiaate (Värjä & Mikkola 1999, 61)

5 OHJELMOITAVA LOGIIKKA JA OHJELMAYMPÄRISTÖ

Alun perin teollisuuden käyttöön suunnitellut logiikat korvasit aiemmin käytetyt releohjautut piirit, jottei uuden toiminnon lisääminen linjalle, tuonut mahdottomia kaapelien uudelleen vetoja. Lisäksi vian etsintä nopeutui ja huolto helpottui. Ohjelmaympäristöt käsittävät ohjelmoitavien logiikkojen ohjelmoinnissa käytetyn sovellusohjelman. Lähes jokaisella valmistajalla on oma suljettu ympäristö, jossa ohjelmointi tapahtuu. Lisäksi on joitain vapaita ohjelmointiympäristöjä, jotka mahdollistavat usean logiikan ohjelmoinnin.

5.1 Ohjelmoitavat logiikat

PLC eli ohjelmoitava logiikka toimii järjestelmän aivoina. Siihen ohjelmoidaan kaikki säätö- ja toimintaprosessit, joita säätimet ja toimilaitteet ohjaavat. Logiikka saa tarvittavat tiedot antureilta, jotka on asennettu kenttätasolle. Logiikka itsessään sijoitetaan alakeskustasolle. Suurimmat ohjelmoitavien logiikkojen valmistajat ovat Siemens, ABB ja Emerson, Schneider electric, myös Omron ja Mitsubishi ovat huomattavia valmistajia. Pääasiassa ohjelmoitavan logiikan valinta tapahtuu kokemuksen kautta. Kun kiinteistöautomaatiojärjestelmän asentava yritys on jonkin valinnut, pitäytyy se valinnassaan yleensä myös tulevaisuudessa. Vaikka logiikkoja valmistaa useampi valmistaja, on niiden toimintaperiaate sama. Logiikat operoivat loogisilla operaatioilla, kuten AND ja OR. Tästä syystä perustoiminnot ovat hyvin ymmärrettävissä valmistajien välillä, vaikka ohjelmointiympäristö olisi erilainen. (Sähkötieto ry 2012, 22–23)

Fyysisiä tuloja ja lähtöjä kompaktilogiikoissa on mallin mukaan yleensä 8–24, ja tuloja on yleensä enemmän kuin lähtöjä. Hälytykset ja tilatiedot liitetään logiikan digitaalisiin tulo-pisteisiin (DI). Tuloihin liitetyillä laitteilla on kaksi erilaista kosketintyyppiä, avautuva ja sulkeutuva kosketintyyppi. Tiloista voidaan käyttää myös termejä ”normally open” ja ”normally closed” eli koskettimen tila lepotilassa tai ennen raja-arvon ylitystä. Myös pulssitulo voidaan kytkeä digitaaliseen tuloon, tällöin logiikkaan on ohjelmoitu jokin pulsseja lukeva ohjelma, esimerkiksi rotametrimillä toteutettu vedenkulutuksen mittaus, jossa 100 pulssia on 10 litraa. Digitaalisia lähtöjä (DO) käytetään on/off -tilojen ohjauksiin. Kuormi-

en ohjauksilla käytössä on 230 V:n rele, jotta koneiden ohjaus päälle ja pois onnistuu suoraan. On myös mahdollista ohjata suoraan taajuusmuuttajaa, jotta saadaan esimerkiksi hidastettu kiihdytys, jos kuorma on raskas. (Sähkötieto ry 2012, 120–127.)

Digitaalituloissa ja -lähdeissä on yleensä LED-merkkivalo osoittamassa niiden tilaa. Analogisiin tuloihin (AI) liitetään mitta-anturitiedot esimerkiksi lämpötilamittauksesta. Anturilta saapuva viesti pitää skaalata, jotta tieto saadaan vastaamaan todellisia arvoja. Analogiviesti muunnetaan analogi/digitaali-muuntimella, jotka nykyään ovat vähintään 16-bittisiä. Logiikka käsittelee tiedon ja tekee tarvittavat muunnokset esimerkiksi lämmitykseen lähtöihin asennetuilla laitteilla. Analogilähdeillä (AO) saadaan portaattomat säädöt aikaan. Portaaton säätö on tärkeää venttiilien ohjauksiin. Analogilähden ohjausviesti on yleensä 0–10 VDC. Analogilähdöt sisältävät yleensä 8- tai 10-bittisen D/A-muuntimen, joilla analoginen ohjausjännite saadaan aikaan. (Sähkötieto ry 2012, 105–127.)

5.2 Ohjausjärjestelmät

Kokonaisiin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin voidaan liittää pienempiä ohjausjärjestelmiä, joilla voidaan ohjata osaa kokonaisuudesta, kuten valaistuksen ohjaus. Ohjausjärjestelmät yhdistetään niin, että niitä voidaan ohjata yhdestä päätteestä hallintotasolla.

5.2.1 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) eli digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä on neljän yhtiön (Osram, Philips, Helvar sekä Tridonic) yhteistyönä kehittämä ratkaisu. Tarkoituksena oli luoda yksikertainen standardi analogisen 1–10 VDC-ohjauksen tilalle. Järjestelmän merkittävin etu on prosessorien ja väyläsovittimien edullisuus. Edullisuus mahdollistaa niiden asentamisen jokaiseen valaisimeen, ja näin jokaiselle valaisimelle tulee oma osoite, joka taas mahdollistaa jokaisen valaisimen yksilöllisen ohjauksen. Itse järjestelmä mahdollistaa 64 laitteen osoitteen luonnin, ja järjestelmä voidaan liittää 16 ryhmään, joten valaisimia voi todellisuudessa ohjata 1024. 16 erilaisen ohjelmointimahdollisuuden myötä myös valaistuksen käyttötarkoitus saadaan toteutettua parhaalla mahdollisella tavalla. DALI-järjestelmää ei ole pakko liittää mihinkään kiinteistöautomaatiojärjes-

telmään, vaan sitä voidaan käyttää myös yksinään. Yksinään käytettynä järjestelmän ohjelmointi voidaan suorittaa kaukosäätimellä tai paikallisnäytöllä. Useat valmistajat tarjoavat kuitenkin väylämuuntimia, joilla järjestelmä voidaan liittää KNX- tai LON-järjestelmäväylään. (DALI 2009.)

Valaisimet ja verkkovirta kytketään DALIn liitälaitteeseen, joka ohjauksen suorittaa. Liitälaitte kytketään lisäksi ohjauspaneeliin ja tunnistimeen, mikäli tunnistimia on käytössä tilassa. Kytkentä liitälaitteelta ohjauspaneelille on kaksijohtiminen 16 V:n digitaalisignaalia välittävä kaapeli. Ohjausväylään tulee liittää myös erillinen teholähde, joka syöttää maksimissaan 250 mA:n ohjausvirran. (Fagerhult 2012.)

5.2.2 Logo!

Simatic:in valmistama logo! on suunniteltu piensovelluksiin taloautomaatiossa, sillä voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta tai lämmitystä. Logo! sisältää valmiiksi ohjelmoituja toimintoja, joita voidaan yhdistellä, ja saadaan haluttu järjestelmä aikaan. Logo!:lla toteutetaan helposti pihavalaistuksen- ja autopistokkeen aikaohjelmat ja ohjausta voidaan hallita paneelin avulla. Ohjelmoinnit voidaan testata offline-tilassa ennen varsinaisiin fyysisiin laitteisiin kytkemistä. Perus Logoon! saadaan liitettyä 16 digitaalilähtöä, 8 analogituloa ja 2 analogilähtöä. Itse ohjelmointi tapahtuu Logosoft-ohjelman avulla. Tiedonsiirtomodulin avulla Logo! saadaan yhdistettyä KNX-väylään. (Logo! 2013.)

6 LVI SEKÄ KULUNVALVONTA JA PALOILMAISIMET

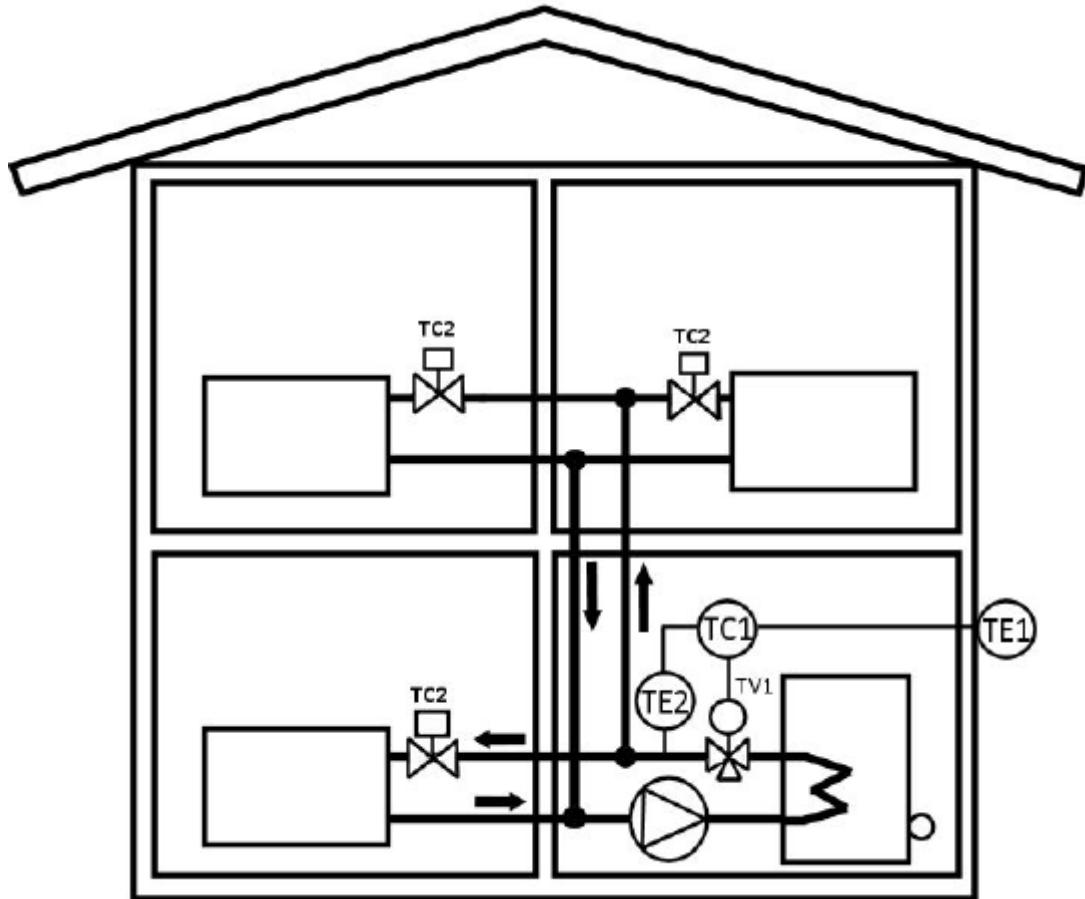
Kiinteistöautomaation tärkein osa-alue on LVI- järjestelmien toiminta. Oikein säädetyn ja ohjatun järjestelmän toiminta on vaivatonta ja tuo paljon lisäarvoa kiinteistölle sekä mahdollistaa kiinteistöhoitajan siirtyminen muihin tehtäviin. Uusien energiaa säästävien ratkaisujen käyttö on lisääntynyt, ja ne vaativat yhä vaativampia automatisointeja toimiakseen täydellä potentiaalilla. Lämmitysjärjestelmissä maa-, kallio- ja kaukolämpöjärjestelmät sekä ilmalämpöpumput ovat lisääntyneet huomattavasti viimeisen viiden vuoden aikana ja ovat näin tuoneet uusia ratkaisuja perinteisiin öljy- ja sähkölämmitysjärjestelmiin. Kulunvalvonta- ja paloilmaisimien käyttö on yleistynyt kiinteistöautomaatiojärjestelmissä myös omakotiasumisen yhteydessä. Perinteiseen kodinohjausjärjestelmään kulun- ja palovalvonnan lisääminen ei tuo suhteellisen paljoa lisäkustannuksia, kun ne samaan aikaan suunnitellaan ja asennetaan. (Sähkötieto ry 2012, 23)

6.1 Lämmönkierto

Lämmönkierto alkaa kylmän veden lämmittämällä lämmönsiirtimessä tai lämminvesivaraajassa. Varaajia on erityyppisiä, ja jokaisella omanlainen toiminta. Varaajissa kiertää kupariputki, jossa virtaa kylmä vesi. Varaajan vesi lämmitetään kuitenkin 80–90 asteiseksi ja sieltä lämpö johtuu kylmään veteen, joka kupariputkessa kulkee. Lämpimän käyttöveden lämpötila pidetään 50–60 asteessa, jotta bakteerit eivät elä putkistossa eikä käyttäjällä ole vaaraa polttaa itseään. Säädin mittaa veden lämpötilaa lämminvesivaraajassa ja säätää kylmän veden määrää tarpeen mukaan. Lämmönsiirtimissä kiertää kaukolämpöverkoston vesi ja lämmitys tapahtuu samaan tapaan kuin lämminvesivaraajassa. Kaukolämpöverkoston vesi ei missään vaiheessa sekoitu käyttöveden kanssa, vaan lämmitystarve mitataan lämpötila-anturilla käyttövedestä, jonka avulla säädin säätää kaukolämpöverkon virtausta. (Värjä & Mikkola 1999, 78–79.)

Lähes kaikissa uusissa energiatehokkaissa lämmitysjärjestelmissä on nestekiertoineen lämmityspatterijärjestelmä (KUVIO 8). Kuviossa Säästöventtiili TC1 ohjaa virtausta ulkolämpötila-anturin TE1 ja nestekierron TE2 mukaan. Varsinaiset huonekohtaiset säätimet ovat

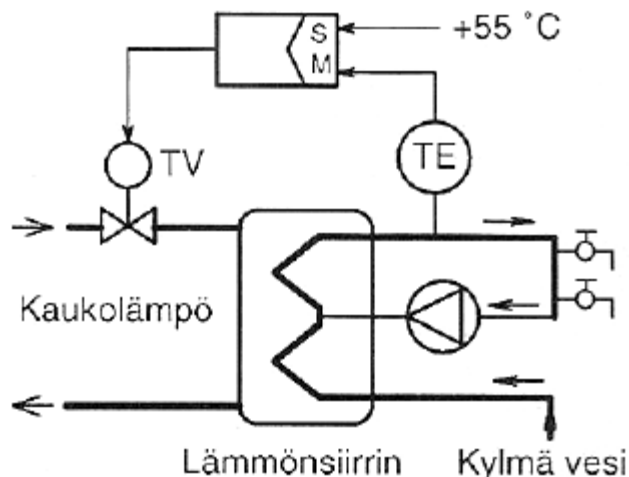
patteritermostaatteja TC2. Pattereilla saadaan aikaan aikaan tasainen lämpö ja hyvä hyötysuhde. Lisäksi nestekiertoiseen verkostoon voidaan johtaa tulisijan lämpöenergiaa. Sähköpattereiden käytetään vielä niiden halvan asennuskustannusten takia sekä aurinkopaneelien yhteydessä passiivitaloissa. (Värjä & Mikkola 1999, 78–79.)



KUVIO 8. Kiinteistön lämmitysverkosto (Värjä & Mikkola 1999, 83)

6.2 Vedenkierto

Varsinainen käyttövesi eli juoma- ja suihkuvesi on erillisellä kierolla lämmitys- ja ilmastointiverkoista. Toimintaperiaate on kuitenkin täysin samanlainen (KUVIO 9). Kiinteistön lämpökeskuksen käyttö- ja lämmitysveden yhteydessä on jonkinlainen seuranta- ja hälytysjärjestelmä, joka seuraa vedenkulutusta, putkistossa esiintyvää painetta sekä lämpötilaa. Järjestelmään ohjelmoidaan erillistoimenpiteet raja-arvojen ylittyessä (Värjä & Mikkola 1999, 9, 97.). Moderneilla kiinteistöautomaatiojärjestelmillä hälytykset ja ilmoitukset poikkeavista tilanteista voi saada suoraan puhelimeen. (EBTS-käyttöohje 2013, 10.)



KUVIO 9. Kaukolämmöllä lämmitettävän käyttöveden säätöpiiri (Värjä & Mikkola 1999, 79)

6.3 Ilmastointi

Ilmastoinnin päätavoite on tuoda puhdasta ilmaa sisälle ja kuljettaa epäpuhdas ilma ulos. Jotta tuloilma saadaan oikean lämpöiseksi, voidaan sitä lämmittää poistoilmalla ja lämmityspatterilla tai viilentää kylmäaineen avulla. Poistoilmalla lämmitettäessä energiaa säästyy huomattavasti, sillä loppukeväästä alkusyksyyn ei lämmitysvastuksia tarvita ollenkaan ja talvella lämmitettävä ilma voidaan pitää kymmenen astetta lämpimämpänä ilman lämmitystä. Ilmastointia säädetään huonekohtaisesti läsnäolo- ja ilmanlaatuantureilla sekä kiinteistökohtaisesti aikaohjelmien avulla. Ilmanvaihtokanavissa on painetunnistimia, jotka tutkivat mahdollisia paineenalennuksia ja -nousuja. (Värjä & Mikkola 1999, 104.)

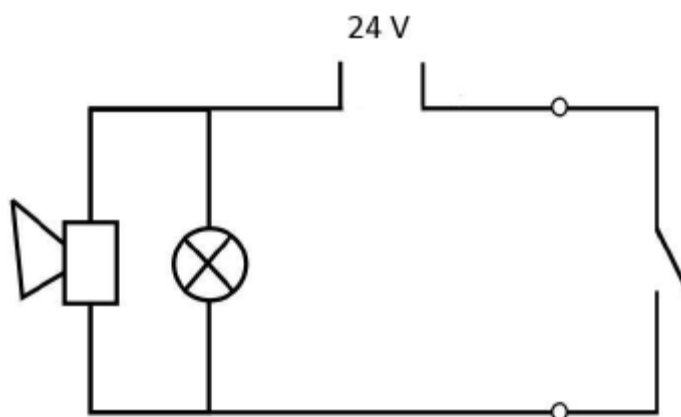
Pumppu- ja puhallinkäyttöjen moottorit ovat nykyään taajuusmuuttajaohjattuja. Taajuusmuuttajalla saadaan energiankulutus alas, kun jännitehäviöitä ei synny. Myös laitteiden hintataso on laskenut, joten ne ovat oiva ratkaisu, ja näin vanhoja kontaktoreja ja moottorinsuojakymikiäkään ei enää tarvita. Uusimpana tekniikkana kiinteistöautomaatiomoottoreiksi ovat tulleet EC-moottorit. EC-moottorit ovat elektronisesti kommutoituja tasavirtamoottoreita ja ovat selvästi energiatehokkaampia kuin taajuusmuuttajaohjatut moottorit, erityisesti pienillä kierrosnopeuksilla. Toistaiseksi kiinteistöautomaatiojärjestelmän ovat kommunikoinneet I/O-väylän kautta, mutta ModBusin kautta tapahtuva väyläkommunikaa-

tio on lisääntynyt, koska sillä saadaan tärkeää tietoa laitteiden yksityiskohtaisesta käyttäytymisestä. (Sähkötieto ry 2012, 127–130.)

6.4 Kulunvalvonta

Kulunvalvonnan tärkein tehtävä on ihmisten turvallisuuden parantaminen, mutta sillä voidaan valvoa myös materiaalin säilyminen oikealla paikalla. Lähes kaikissa toimistorakennuksissa on kiinteistöautomaatiojärjestelmä, jossa kulunvalvonta on. Järjestelmän haltijat saavat jatkuvasti tietoa rakennukseen saapuvista ja poistuvista henkilöistä ja ovat näin tietoisia tapahtumien kulusta, jos esimerkiksi rakennuksessa syttyy tulipalo. Kulunvalvontaan kuuluu myös työajanseurantalaitteet. Nämä laitteet mahdollistavat tunnistimilla ja salasanoilla pääsyn tiettyihin pisteisiin ja voivat toimia myös murronestolaitteina. Pääasiallisesti työaikaseuranta ja kulkulupatunnisteet ovat RFID-tekniikalla toteutettuja etälukulaitteita. (Sähkötieto Ry 1999, 30.)

Hälytysvirtapiireinä yksinkertaisin on sulkuvirtapiirillä toteutettu hälytyssilmukka (KUVIO 10). Hälytys tapahtuu, kun sulkeutuva kosketin menee kiinni. Sulkupiiriin on lisätty lamppu ja summeri. Muita käytettyjä hälytyspiirejä ovat katkovirtapiiri sekä valvottu katkovirtapiiri. (Värjä & Mikkola 1999, 138.)



KUVIO 10. Sulkuvirtapiiri (Värjä & Mikkola 1999, 138)

Omakotikiinteistöihin asennettavat rikosensorjuntayksiköt sisältävät yleensä kehä- sekä kuorivalvonnan. Kehävalvonnalla tarkoitetaan kiinteistön tontin rajavalvontaa. Rajavalvontalaitteet ovat joko IR-ilmaisimia, joiden katkaisu aiheuttaa hälytyksen, ja ohjelmoituja

toimenpiteitä, kuten valojen päälle laitton, tai liikeaktivoituvia kameroita, jotka ottavat kuvan tunkeilijasta. Kuorivalvonta käsittää rakennuksen mahdolliset sisäänkäynnit, kuten ovet ja ikkunat. Oviin ja ikkunoihin asennetaan magneettikoskettimet, jotka aktivoituvat niiden avautumisesta, tai lasinrikkoutumisen ilmaisimet, jotka aktivoituvat rikkoutumisesta johtuvasta äänestä. Kuten kehävalvonnan laitteet, myös kuorivalvonnan laitteet ovat suorassa yhteydessä kiinteistöautomaatiojärjestelmään, johon kaikki antureilta tullut tieto välittyy ja tallentuu. (Sähkötieto ry 1999, 31.)

6.5 Paloilmaisimet

Paloilmaisimien tehtävä on ehkäistä palosta aiheutuva vaara. Yksinkertaisimmat anturit toimivat on/off- kosketintiedon perusteella, eivätkä ne anna paikkatietoa. Mitä suurempi kiinteistö on kyseessä, sitä suurempi merkitys paikkatiedolla on, joten isoissa rakennuksissa paikoitustietojärjestelmä löytyy integroituna kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Anturin toiminta voi perustua savun havaitsemiseen, lämmön mittaukseen tai lämpötilan nopeaan nousuun. Savun havaitsemisessa anturit toimivat optisesti tai niissä on ioni-ilmaisimien, joka perustuu ionivirran muutokseen anturin sisällä. Savun havaitsemiseen useimmin käytetty on optinen anturi. Lämmön mittaukseen yksinkertaisimmissa antureissa on bimetalliekko, joka laajenee lämmön noustessa anturissa, jolloin anturin raja aktivoituu ja hälytys tapahtuu. Lämpötilan nousunopeutta mitattaessa anturikammion paine nousee, kun ilma ei pääse tarpeeksi nopeasti pois, ja raja aktivoituu. (ESMI 2002; Värjä & Mikkola 1999, 140.)

7 VERTAILUUN VALITUT JÄRJESTELMÄT

Vertailuun valitut järjestelmät ovat vasta kolme vuotta markkinoilla ollutta, uusinta tekniikka käyttävä Smarthome by EKE ja jo pitkään markkinoilla ollut Scneider electric (Stromförs IHC) -kodinohjausjärjestelmä. Nämä kiinteistöautomaatiojärjestelmät ovat omakoti- tai pienkiinteistön hallintaan suunniteltuja kokonaisuuksia.

7.1 SmartHome by EKE (EBTS)

EKE-yhtöt on suomalainen monialayritys, jonka yksi toimiala on kodinhallintajärjestelmien asennus ja kehittäminen. Muita aloja ovat asuin- ja toimitilarakentaminen sekä toimitilavuokraus. Yritys on 53-vuotias, ja sen pääkonttori sijaitsee Espoossa. Lisäksi yhtiöllä on toimipisteitä Ruotsissa, Venäjällä, Latviassa ja Kiinassa. Ensimmäinen kodinhallintajärjestelmätuote EBTS-100 tuli markkinoille vuonna 2010 ja siitä kasvu on ollut valtavan nopeaa. Vuonna 2013 EKE liittyi EnOcean-allianssiin, eli energiatehokkaampiin langattomiin ratkaisuihin, ja siirtyi EBTS-nimestä SmartHome by EKE -nimeen. Näin yhtiö saa yhtenevämmän nimen järjestelmälleen. (Eke-konserni 2014.)

Asukkaiden yksilölliset tarpeet kiinteistöissä saadaan hoidettua kompakteilla automaatioyksiköillä, joista EKE Smarthome rakentuu. Yksiköiden avulla saadaan turvallisuus ja energiansäästö tasolle, josta jokainen voi nauttia. Lämmitys-, ilmastointi-, valaistus-, pistorasiala- ja turvaohjaukset ovat yhteydessä toisiinsa, joten sama anturi voi palvella monen järjestelmäosan alueella samaan aikaan. Lisäksi uudiskohteissa pienjännitekaapelointia suositaan sen edullisuuden sekä uudelleen käytettävyyden takia saneerauksen tullessa ajankohtaiseksi. Järjestelmään on mahdollista saada myös etäkäyttö- ja suunnittelusovellukset. (Eke-konserni 2014.)

7.1.1 Järjestelmän rakenne

Järjestelmä rakentuu keskusyksiköstä, johon muut liityntäyksiköt yhdistetään. Keskusyksikkö käsittelee kaiken kentältä tulevan tiedon ja tekee tarvittavat säädöt. Se on yhdistettynä järjestelmän ohjauksessa käytettävään ohjauspaneeliin eli tietokoneeseen, josta sen ohjelmointi myös tapahtuu. Keskusyksikköön liitettävät yksiköt ovat: turvayksikkö, mittausyksikkö, ohjausyksikkö, säätöyksikkö ja käyttöpaneeli (KUVIO 11).

Yksikkö	Nimi	Tehtävä	Päätoiminnot
	CPU-100	Keskusyksikkö L x K x S: 107,6mm x 90mm x 62mm 225g	Järjestelmän keskusyksikkö: tietojen tallennus ja analysointi, pysyvämuistitalliot, tietoliikenneliittimet
	CPU-140	Keskusyksikkö L x K x S: 107,6mm x 90mm x 62mm 230g	Järjestelmän keskusyksikkö: tietojen tallennus ja analysointi, pysyvämuistitalliot, tietoliikenneliittimet, turva-anturit, mittaus
	SCU-100	Turvayksikkö L x K x S: 71,6mm x 90mm x 62mm 165g	Akkuvarmennettu turvajärjestelmä: hälytykset, hätävalaistus, turva-anturit
	MSU-100	Mittausyksikkö L x K x S: 71,6mm x 90mm x 62mm 165g	Mittaukset: lämpötila, valoisuus, kosteus, sähkön-, veden- ja energiankulutustiedot

KUVIO 11. Ebts-100/140-järjestelmän perusosat (EBTS- Tekninen asennusohje 2013, 3.)

Turvayksikkö SCU-100 sisältää 4 out- ja 12 in- liitäntää. Sisääntuloihin kytketään anturit ja koskettimet, joita turvajärjestelmässä tarvitaan. Näihin laitteisiin kuuluvat muun muassa palohälyttimet, liiketunnistimet ja ovikoskettimet. Ulostulojen kautta ohjataan hälytintä tai hätävalaistusta palon sattuessa. (EBTS- tekninen asennusohje 2013, 30.)

Mittausyksikkö MSU-100 sisältää kolme erilaista in-liitäntää, kahdeksan lämpötilatuloa, neljä pulssituloa ja kuusi virta-/jännitetuloa. Lisäksi yksikössä on kuusi 24 VDC:n jännitesyöttöä, jotka eivät saa viedä 250 mA enempää virtaa. Lämpötilatuloihin kytketään lämpö-, kosteus- ja valoisuusyhdistelmäanturit (SEN-1XX, FSN-100, PSN100, SEN-OUT ja SSN-100). Pulssituloihin kytketään sähkön- ja vedenkulutuksen mittaukset. Virta-/jännitetuloihin voidaan kytkeä esimerkiksi hiilidioksidianturit ja virtamuuntimet. Mittausyksiköllä ei ohjata mitään, joten siinä ei ole out-liitäntöjä. Muut järjestelmän yksiköt, kuten säätöyksikkö, käyttävät mittausyksikön tietoja omissa toiminnoissa. (EBTS- tekninen asennusohje 2013, 35–36.)

Ohjausyksikkö CTU-100 sisältää 12 kappaletta 24 VDC out-liitäntöjä. Näihin ulostuloihin voidaan liittää esimerkiksi releet, myös LED-valoja voidaan ohjata suoraan ulostuloista. Maksimi virransyöttö on yhteensä 750 mA ja kytkettyjen laitteiden käyttöjännitteen on oltava 24 VDC. Lähtöjen suojausena on yhteinen lämpösulake, jossa on palautuva toiminto ylikuorman poistuttua. Kytkintuloja ohjausyksikössä on 12, ja niihin kytkettyjen laitteiden tulee kestää 230 mA:n virta ja 24 VDC:n jännite. CTU-140 sisältää kahdeksan potentiaalivapaata relekärkeä, joissa voidaan käyttää 230 VAC:n verkkojännitettä tai 24 VDC:n SELV jännitettä. (EBTS- tekninen asennusohje 2013, 37 – 40.)

Säätöyksikkö ADU-100/140 on automaatiojärjestelmän portaattoman säädön ja kärkitietojen välittämiseen tarkoitettu yksikkö. ADU-100 sisältää kuusi kappaletta 24 VDC:n lähtöjä, joihin voidaan kytkeä toimilaitteet venttiilien ohjaukselle. Maksimi virransyöttö on 700 mA yksikköä kohden. Säätöyksikkö sisältää myös kuusi kappaletta potentiaalivapaita relelähtöjä, joihin voidaan liittää 42 VAC:n tai 60 VDC:n laitteita. Relelähdöissä maksimivirta saa olla 100 mA. Ilmastointikoneita ja muita vastaavia laitteita voidaan ohjata yhtä RS-232 tai RS-485 kommunikointiväylää tukevaa liitäntää käyttäen. 0–10 V:n jänniteviestilähtöjä on neljä kappaletta, joiden maksimi kuorma on 20 mA ja 4–20 mA:n liitäntöjä on kuusi kappaletta, ja niiden kuormaimpedanssien tulee olla 400–1000 Ω. ADU-140 sisältää kuusi kappaletta 24 VDC:n ja potentiaalivapaata relelähtöä sekä RS-232- tai RS-485-väylä liittynän sekä kaksi kappaletta 4–20 mA virta- sekä kahdeksan 0–10 V:n jänniteviestilähtöjä. (EBTS- tekninen asennusohje 2013, 41 – 43.)

Lisäksi järjestelmään kuuluu erilaisia teholähteitä yksiköiden käyttöjännitteeksi, akkulatu-reille ja järjestelmän käyttöjännitteelle, ja myös virta- ja väyläkaapelit ovat järjestelmän peruskomponentteja. Varavirtalähteeksi EKE tarjoaa 12 V / 3–10 Ah:n lyijyhyytelöakkaa.

Näihin perusyksiköihin liitetään järjestelmän suureiden mittauksessa tarvittavat anturit ja toimilaitteet. Suurin osa liitettävistä antureista on lämpötila-antureita. Lämpötila-antureiden kanssa esimerkiksi huoneissa voi olla suhteellista kosteutta mittaava anturi ja valoisuusanturi, jotta kustannukset ja asennettavien yksiköiden määrä saadaan pidettyä mahdollisimman alhaisena. (EBTS- tekninen asennusohje 2013, 44–46.)

7.1.2 Järjestelmän kustannukset

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän hankinta tuo aina lisäkustannuksia perinteiseen sähköis-tämiseen verrattuna. Suurimmat kustannukset ovat keskusyksikkö ja muut liitännäisyksi-köt, jotka maksavat noin 70 % järjestelmän hinnasta. Hintaan vaikuttaa tietenkin järjes-telmän koko, joten halvimmat EKE:n järjestelmät alkavat 3500 €n luokasta. Jokaiseen järjes-telmään tulee kuitenkin lähes varmasti keskus-, säätö-, ohjaus- ja mittausyksikkö, mutta antureiden ja toimilaitteiden määrä voi vaihdella muutamasta laitteesta useaan kymme-neen. (Eke-konserni 2014.)

Koska Smarthome:n kenttälaitteiden ja valaistuksen johdotukset tuodaan suoraan pääkes-kukselle, tuo tämä kaapelointiin lisäkustannuksia. Pääasiassa kaapeleiden kustannukset eivät kuitenkaan ole järin suuria, joten suurenkaan rakennuksen kaapelointi ei nosta järjes-telmän hintaa prosentuaalisesti paljoa. Tämä tuo myös myöhempien kustannuksien kannal-ta erittäin tärkeän huomion. Koska kaikki laitteiden kaapeloinnit on tuotu keskuskaapille, voidaan lisälaitteita helposti kytkeä järjestelmään. Myös vikatilanteisiin on helpompi pääs-tä käsiksi, kun tiedetään mihin yksikkö on liitetty.

EKE valmistaa tarjoaa itse kaikki tarvittavat komponentit kiinteistöautomaatiojärjestelmän hankintaa ajatellen. EKE:llä on oma suunnittelu-, myynti- ja asennuspalvelu, josta saa kai-ken tarvittavan kodinohjauksen toteuttamiseen. Uusimpana tuotteena EKE tarjoaa EnOce-

an-allianssin langattomat ja paristottomat laitteet, jotka helpottavat saneerauskohteiden laiteasennuksia ja tuovat lisäarvoa jo arvokkaaseen järjestelmään. (Eke-konserni 2014.)

7.1.3 Järjestelmän käyttöliittymä

SmartHome by EKE tarjoaa erittäin selkeän selainpohjaisen käyttöliittymän tietokoneelle tai muulle laitteelle, joka tukee verkkoyhteyttä. Omakotikiinteistössä käyttöyksikkö on toteutettu näyttöpaneelilla (KUVIO 12), jolla saadaan hälytysjärjestelmät sekä kotona että poissa-tilan käyttöön. Lisäksi järjestelmä tukee langatonta yhteyttä eli sitä voidaan ohjata myös poissa kotoa ollessa, jos hälytys laukeaa.



KUVIO 12. KPD-100- käyttöpaneeli (EBTS-käyttöohje 2013, 4)

Selainpohjaisella käyttöliittymällä pääsee katsomaan kaikkia prosessin tiloja ja seuraamaan reaaliaikaista kulutusta sekä katsomaan trendejä aikaisemmista tapahtumista, kuten lämmityksen voimakkuudesta ja energiankulutuksesta. Päänäkymässä on pikakuvakkeita, joissa

lukee, mitä kyseisistä valikoista löytyy (KUVIO 13). Päävalikossa on lisäksi nähtävissä senhetkinen energian- ja vedenkulutus sekä mahdollisuus muihinkin näkymiin.



KUVIO 13. EBTS-järjestelmän päänäkymä (EBTS-käyttöohje 2013, 10.)

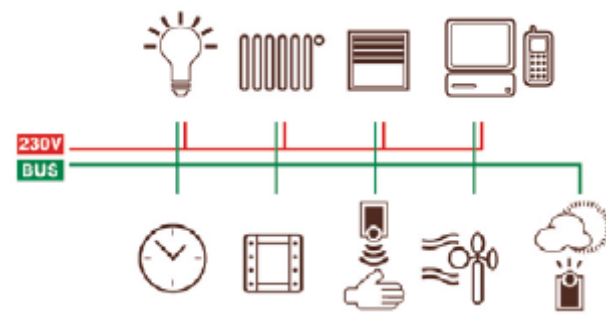
7.2 KNX (EIB)

KNX on KNX-yhdistyksen kehittämä maailmanlaajuinen avoin väylästandardi. Se on kehitetty yhdistämällä kolme eurooppalaista väylästandardia EIB, BatiBus ja EHS. KNX on standardoitu Euroopan (CENELEC EC 50090 ja CEN EN 13321-1), kansainvälisen (ISO/IEC 14543-3), Kiinan (GB/T 20965) ja USA:n (ANSI/ASHRAE 135) standardien mukaan. Tämä takaa laajan yhteensopivuuden usean laitevalmistajan kanssa. Jäsentyhtiöitä yhdistyksellä on yli 300, ja tuotteita valikoimassa on noin 7000. (KNX-yhdistys 2013.)

KNX-järjestelmällä voidaan hoitaa kaikki omakoti-, liike- ja kerrostalokiinteistön ohjaus- ja säätötoiminnot, mukaan lukien palo-, turva-, ääni- ja energiansäästösovellukset. Eniten järjestelmää käytetään liikekiinteistöissä, mutta sen käyttö omakotiasumisessa on lisääntynyt, koska uuden sovelluksen käyttöönotto ei vaadi kuin väylään liittymisen ja ohjelmallisen lisäyksen. (KNX-yhdistys 2013.)

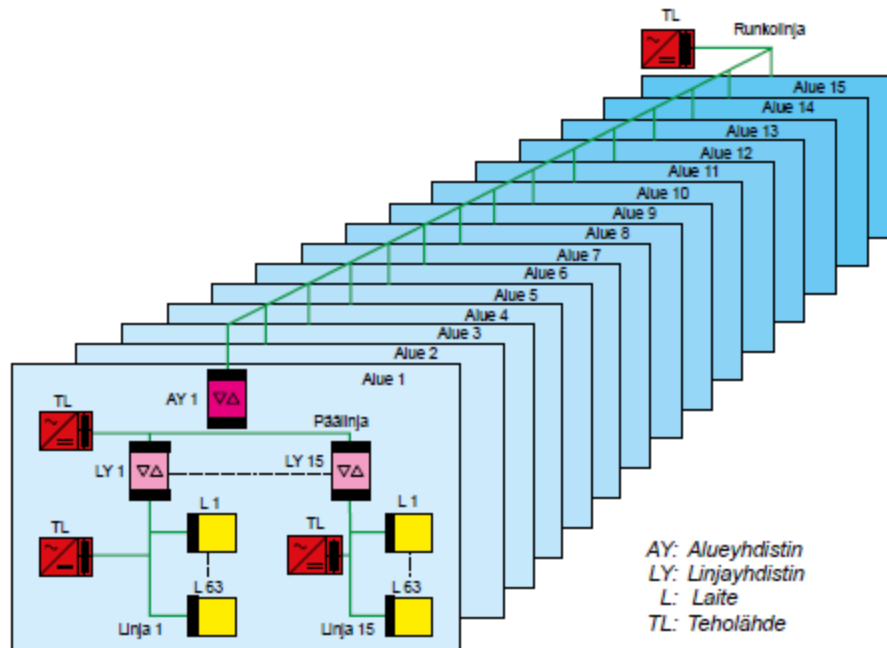
7.2.1 Järjestelmän rakenne

Järjestelmä rakentuu kolmesta eri tuoteryhmästä, joista jokaisesta on oltava vähintään yksi tuote, jotta järjestelmä on toimiva. Laitteita ovat järjestelmäkomponentit eli teholähteet, linja- ja alueyhdistimet ja rajapinnat, kuten tietokone, sekä anturit eli painikkeet, liiketunnistimet ja sääasemat ja toimilaitteet eli himmentimet ja moottorit. Jokainen laite kytketään datasanomaa välittävään ja 29 VDC:n jännitettä ylläpitävään kaksisäikeiseen väyläjohtoon (KUVIO 14). Useimpien antureiden kytkentään riittää pelkästään väyläkytkentä, mutta toimilaitteet vaativat 230 VAC:n jännitteen. Erikoisuutena voidaan pitää sitä, että järjestelmätuotteita, antureita ja toimilaitteita kutsutaan KNX-järjestelmässä laitteiksi, riippumatta niiden ominaisuuksista. (KNX-luettelo 2013, 30.)



KUVIO 14. KNX-Järjestelmän rakenne (KNX-luettelo 2013, 30)

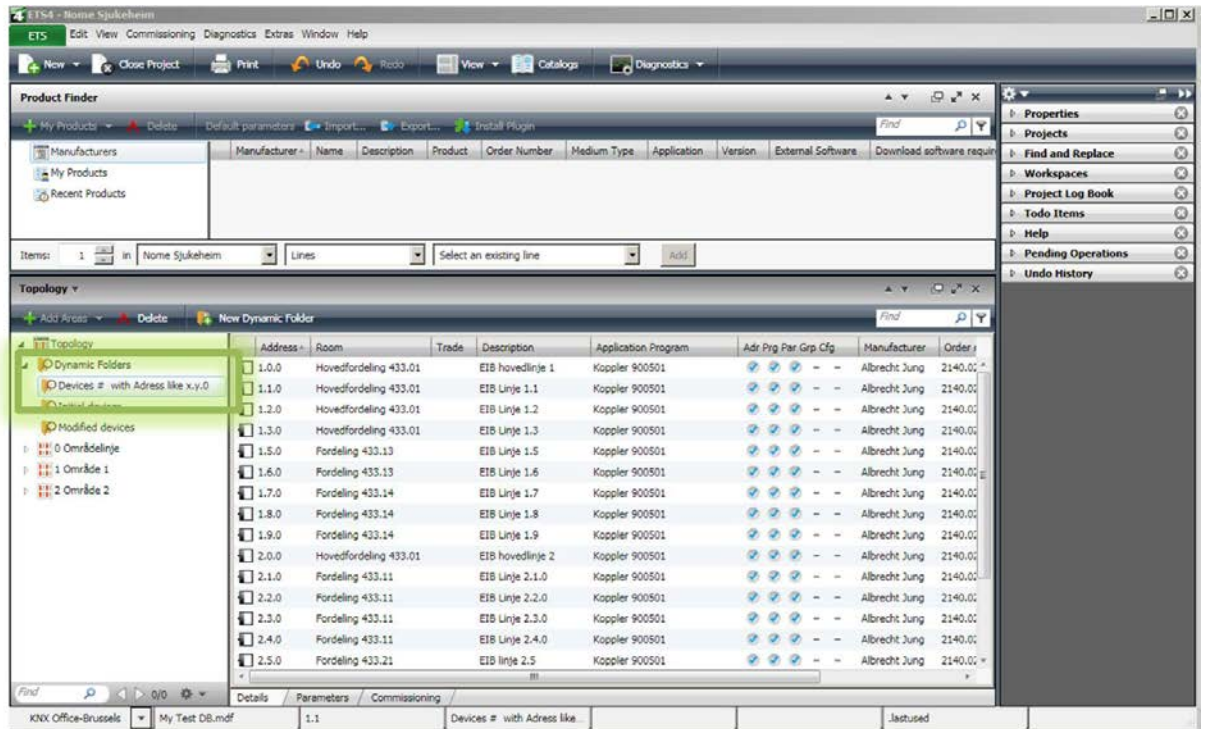
Rakenne järjestelmässä on hierarkkinen (KUVIO 15). Alueyhdistin yhdistää runkolinjan päälinjaan, linjayhdistin yhdistää linjat päälinjaan, ja laitteet ovat linjan päässä. Alueita voi olla 15, kuten myös linjoja ja laitteita voi olla 64, joten kaiken kaikkiaan yhdessä KNX-järjestelmässä voi olla yli 14 000 laitetta (KNX-luettelo 2013, 30). Omakotikiinteistöissä ei tarvita alue- eikä linjayhdistimiä, mikäli kerroksia tai autotallia ei haluta erottaa toisistaan.



KUVIO 15. KNX-järjestelmän hierarkkinen rakenne (KNX-luettelo 2013, 30)

Erilaisia rakenteita on käytössä kolme: linja-, tähti- ja puurakenne. Myös muita rakenteita voidaan käyttää, mutta silmukoita ei saa esiintyä. Myös muita rajoja pitää ottaa huomioon: teholähteeltä laitteelle saa olla enintään 350 m, väyläyksiköiden väli 700 m, ja linjan väyläkaapeleiden yhteispituuden pitää olla alle 1000 m. kaapeleina KNX-järjestelmä käyttää HCHM-, YCYM- tai JY(St)Y 2 x 2 x 0,8- kaapelia. (KNX-luettelo 2013, 31.)

Tietokonetta tarvitaan KNX-järjestelmässä ainoastaan ohjelmoinnissa ja käyttöönotossa, koska se on hajautettu järjestelmä. Ohjelmointiin KNX-yhdistys on kehittänyt ETS-ohjelman, josta on menossa 4. sukupolvi eli ETS4 (KUVIO 16). Uusien laitteiden asentamisen jälkeen ohjelmointi voidaan suorittaa myös ohjelmointikaukosäätimellä.



KUVIO 16. ETS4- ohjelmointityökalu (KNX-yhdistys 2013)

7.2.2 Järjestelmän kustannukset

KNX-järjestelmää hankittaessa kannattaa miettiä tarkkaan, kuinka paljon haluaa kiinteistöön automatisoida. Vaikka laitteet ovat melko kalliita, ei esimerkiksi lattialämmitystä kannata jättää pois järjestelmästä, sillä tulevaisuudessa siitä on kuitenkin selvä hyöty, jonka järjestelmä rahallisesti ja käyttömukavuudessa maksaa takaisin.

KNX-järjestelmän hinnat pieniin sovelluksiin ovat melko suuret. Esimerkiksi valonsäädin maksaa useita satoja euroja. Säätimellä voi ohjata useita valoja, mutta pienessä kohteessa useimmat niistä jäävät käyttämättä, jolloin niin kutsuttua kuollutta hintaa tulee paljon. Suuremmissa kohteissa hinnat prosentuaalisesti laskevat, koska kaapelointikustannukset eivät juuri kasva, koska KNX käyttää väyläteknologiaa.

Järjestelmän käyttöönotto vaatii kaikkia kolmea laiteryhmää. Järjestelmäkomponenteista käytössä voi olla esimerkiksi ABB:n valmistama KNX LK/S4.1 linjayhdistin. Yhdistin saa käyttövoimansa 24 VDC:n väylää pitkin. Näyttövaloina ovat vihreä, punainen sekä keltainen LED-valo. Yhdistintä voidaan käyttää joko linjavahvistimena tai liittää päälinja laite-

linjaan. Antureista käytössä voi olla 3-kanavainen päivänvalo/lämpötila-anturi, jota voidaan käyttää myös hämäräkytkimenä 1–100 000 luxin välillä. Anturiin voidaan asettaa kolme eri raja-arvoa, joiden avulla valoja ohjataan. Toimilaitteista käytössä voi olla valonsäädin VA KNX UD7S2300.2, jolla voidaan ohjata kahta 230 VAC:n valaisinta, joiden teho on 300 W tai yhtä valaisinta, jonka teho on 500 W. Laite itse toimii 24 VDC:n SELV-jännitteellä. (KNX-luettelo 2013.)

7.2.3 Järjestelmän käyttöliittymä

Järjestelmän käyttöliittymänä voidaan käyttää kosketusnäyttöpaneelia, tietokonetta, älypuhelinta, käyttöpaneelia tai näiden yhdistelmiä (KUVIO 17). käyttöliittymän avulla kiinteistön toimintoja voidaan seurata ja haluttuja ohjelmointeja asettaa päälle ja pois. Käyttöliittymän monipuolisuutta lisää gsm- ja 3G-yhteys, jotka voidaan liittää tukemaan järjestelmän ilmoitusnopeutta käyttäjälle ja jotka mahdollistavat käytön vaikka autotallista.



KUVIO 17. KNX-järjestelmän käyttöliittymiä (KNX-luettelo 2013, 1.)

8 JÄRJESTELMIEN YHTÄLÄISYYDET JA EROT

Automaatiojärjestelmiä vertailtaessa pitää ottaa huomioon, että paremmuus on lähes aina yksilöllinen käsite. Järjestelmien idea on kuitenkin selvä: niiden on tarkoitus helpottaa arkea ja tuottaa säästöjä pitemmällä aikavälillä.

Kiinteistön omistajalle tai järjestelmän hankkijalle usein tulee ensimmäisenä mieleen järjestelmän hinta. Ja jos suoraan lähdetään vertaamaan perinteisen yksikerroksisen omakotitalon järjestelmän hintaa, on SmartHome by EKE halvempi ratkaisu kuin KNX-järjestelmällä toteutettu kokonaisuus. Järjestelmä tukeutuu yhteen pääelimeen eli keskusyksikköön. Tämä pudottaa laitekustannuksia, koska muiden yksiköiden ei tarvitse sisältää niin kehittyntä teknologiaa. KNX-järjestelmän hajautettu älykkyys vaatii usean laitteen korkean älykkyuden eli paljon elektroniikkaa. Vaikka elektroniikan komponenttien hinnat ovatkin laskeneet, ei hajautettu järjestelmä pääse kilpailemaan hinnalla keskitetyn järjestelmän kanssa.

Järjestelmien asennus uudisasuntoon vie saman verran aikaa, vaikkakin KNX:n väyläteknikkaa käyttävä järjestelmä ei vaadi ohjauskaapeleita lähellekään SmartHome-järjestelmään verrattuna. Jokainen laite tarvitsee kuitenkin oman kaapelin, jolla ohjaustieto saapuu laitteelle. EKE:n järjestelmä asennetaan usein niin, että valmis kaappi asennetaan seinään, johon laitteiden ohjauskaapelit vedetään, joten kohteessa asennuksesta jää kaapin rakennusaika pois.

KNX on kuitenkin todella laajalti käytetty standardi kiinteistöautomaatiossa, joten järjestelmää uusittaessa tai uusien laitteiden hankinnassa ei tule olemaan ongelmaa. Jatkuva kehitys, jonka takaavat useat sadat yhteistyökumppanit KNX-yhdistyksen kanssa, tuovat järjestelmän hankkijalle varmuuden oman järjestelmän toimivuudesta ja ajantasaisuudesta myös tulevaisuudessa. Koska EKE on vielä uusi tulokas kiinteistöautomaation alalla, ei sillä ole niin vahvaa verkostoa ja tuotekehitystä. Kehitystä on kuitenkin tapahtunut muutama vuoden sisällä paljon ja liittyminen EnOcean-liittoon tuo paljon lisää valinnanvaraa järjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen. Pitää kuitenkin muistaa, että myös KNX on tehnyt EnOcean-liiton kanssa yhteistyötä jo pitemmän aikaa.

Kun kiinteistöautomaatiojärjestelmä hankitaan, haluaa käyttäjä tuoda jotain ylimääräistä omaan asumiseensa energiansäästön kanssa. Järjestelmiä hankitaan statussymboleiksi ja keskustelunaiheiksi. Järjestelmistä onkin hyvä keskustella, sillä SmartHome by EKE on täysin suomalainen yritys ja KNX on maailmanlaajuinen ulkomainen yritys. Valinnan hetkellä onkin tärkeää miettiä valitako ulkomainen vai suomalainen yritys. Myös järjestelmien sisältämä tekniikka voi olla kilpailun väline. KNX- laitteita valmistaa esimerkiksi ABB, joka on todella suuri toimija automaatiolaitteiden valmistajana ja huoltajana. Usein KNX-järjestelmän yhteydessä asennetaan DALI-valaistuksenohjaus, jolloin keskuskaapista saadaan pienempi. EKE tarjoaa vain omavalmisteyksiköitä, mutta tarjoaa myös muiden valmistajien antureita, joita järjestelmään voi kytkeä.

Kuluttajalle oman kodin automaatiojärjestelmä ei näy päällepäin muuten, kuin erilaisina käyttöpäätteinä, seinäantureina ja painikkeina. Toimintaa voi molemmissa järjestelmissä seurata ja muuttaa paneelista. Järjestelmät tukevat myös etäohjausta, joka on lähes välttämättömyys nykyjärjestelmien ominaisuuksissa. Käyttökokemus on yksilöllinen, eikä sitä voida verrata järjestelmien välillä. Usein se järjestelmä jota on käyttänyt, vaikuttaa paremmalta kuin toinen.

Automaatiojärjestelmien hankinta ei eroa paljoa toisistaan. Molemmilla järjestelmillä on valtuutetut jälleenmyyjät ja asennuspalvelut, joihin yhteyttä ottamalla saa alustavan suunnitelman ja hintahaitarin. EKE:n omilta sivuilta (<http://www.eke.fi/liiketoiminta/kotiautomaatio/yhteystiedot/kokoa-oma-jarjestelma/>) voi koota kiinteistöautomaatiojärjestelmän oman kodin tiedoilla ja halutuilla järjestelmillä, jonka jälkeen jäädyään odottamaan yhteydenottoa. KNX-järjestelmän hankintaan voi myös käyttää samanlaista palvelua. Esimerkiksi Älysähkö Oy tarjoaa omalla sivustollaan (<http://www.alysahko.fi/yhteydenotto>) palvelua, johon oman kodin ja automaatiohalukkuuden tiedot voi antaa, jolloin yritys lähtee tekemään alustavaa suunnitelmaa.

Järjestelmien suurin ero eli niiden toiminta jää täysin käyttäjältä piiloon. KNX-järjestelmän väylätekniikka on pitkään hioutunut, ja tekniikasta on muodostunut monen järjestelmän kulmakivi, johon tukeudutaan yhä useammin. Väylätekniikka on tiedonsiirron puolesta varmatoiminen, ja standardoitu tekniikka takaa sen luotettavuuden valmistajien välillä.

SmartHome by EKE luottaa omassa järjestelmässään perinteiseen ratkaisuun eli suoraan ohjaukseen.

Kaiken kaikkiaan, vaikka järjestelmien tekniikka eroaa toisistaan täysin, saadaan järjestelmillä aikaan täysin samat toiminnot. Molemmilla järjestelmillä on mahdollisuudet etäohjaukseen ja sekä palo- että murtohälytysjärjestelmiin. Myös molempien ohjausjärjestelmien ohjelmointiin järjestetään koulutuksia, joiden avulla pääsee tutustumaan järjestelmän toimintaan. Näiden mahdollisuuksien myötä ei järjestelmiä voi paremmuusjärjestykseen laittaa.

9 PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda tutuksi kiinteistöautomaatiotekniikkaa ja lopulta verrata kahta järjestelmää, jotta mahdollinen järjestelmän hankkija saisi paremman käsityksen siitä, miten järjestelmät toimivat ja mitä vaihtoehtoja oman kodin automatisointiin on.

Työn alussa tutustuttiin automaatiojärjestelmän perusrakenteisiin ja selvennettiin eri tiedonsiirtotapoja järjestelmän sisällä ja niiden välillä. Seuraavaksi siirryttiin itse laitteiden ja säätimien esille tuomiseen. Järjestelmien perusrakenne muovautuu näiden varaan, joten niiden yleiskatsomus on tärkeää. Työssä ei ollut kuitenkaan tarkoitus mennä kytkentätasolle, koska se ei ole olennaista järjestelmää hankittaessa. Ennen itse vertailua oli tärkeää tuoda esille myös järjestelmän kokonaisuuksia eli sitä miten kodin lämmitys-, vesi- ja ilmastointijärjestelmät toimivat.

Vertailuun valikoitui kaksi täysin erilaista järjestelmää. Valinnan avulla saatiin tuotua erilaiset tekniikat esille, jotta työssä saatiin käsiteltyä mahdollisimman laajasti kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. Itse vertailu onnistui hyvin, ja järjestelmien erot ja yhtäläisyydet tulivat esille. Vertailua olisi voinut vielä jatkaa tarjouspyyntöihin asti, mutta se olisi vaatinut jonkin asunnot tarkat tiedot ja yrityksiltä erilliset luvat, jolloin työ ei olisi valmistunut ajoissa. Lisäksi uusiutuvat energianlähteet olisi voitu käsitellä järjestelmään liittyen.

Työn aikana opin paljon uutta kiinteistöautomaatiojärjestelmistä ja niiden toteuttamisesta, sillä työhön lähettäessä tietopohja ei ollut kattava. Tietoa löytyi kuitenkin paljon, joten siihen pääsi hyvin käsiksi.

LÄHTEET

DALI. 2009. DALI-käyttöohje. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf. Muutettu 27.8.2003. Luettu 8.1.2014.

EBTS-käyttöohje. 2013. Kodinhallintajärjestelmä ebts-100/140. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.eke.fi/liiketoiminta/kotiautomaatio/tuki/>, käyttöohje.pdf. Luettu 11.1.2014.

EBTS- tekninen asennusohje. 2013. ebts-100/140kodinhallintajärjestelmä, Tekninen asennusohje. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://eke-fi-bin.aldone.fi/@Bin/a6f6fc2c06177732256c290a5c0da9a3/1389431976/application/pdf/180791/Asennusohje.pdf>. Muutettu 15.12.2013 Luettu 11.1.2014.

EnOcean-Alliance. 2013. EnOcean. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.enocean-alliance.org/fileadmin/redaktion/enocean_alliance/pdf/Downloads/Whitepaper_KNX_EnOcean_Alliance_en.pdf. Luettu 30.12.2013

EnOcean. 2013. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.enocean.com/en/energy-harvesting-wireless/>. Luettu 30.12.2013.

Eke-konserni. 2014. Eke-konsernin liiketoiminta esittely. Www-sivu. Saatavissa: <http://www.eke.fi/liiketoiminta/>. Muutettu 3.1.2014. Luettu 11.1.2014.

ESMI. Paloilmoittimen suunnittelu ja asennusohje 2002. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.esmi.fi/suomi/middle/Tuotteet/palo/dokut/O1461FI.pdf>. Muutettu 1.2004. Luettu 6.1.2014.

Fagerhult. Sisävalaisimien säätöinfo. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato_12.pdf. Muutettu 2012. Luettu 8.1.2014.

KNX-luettelo. 2013. Schneider electric, KNX kiinteistöautomaattioratkaisuja kaikenlaisii rakennuksiin. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.schneider-electric.fi/documents/fi_luettelot/KNX_luettelo_2013.pdf. Muutettu 3.7.2013. Luettu 13.1.2014.

KNX-yhdistys. 2013. KNX-yhdistyksen esittely. Www-sivu. Saatavissa: <http://www.knx.org/knx-standard/introduction/>. Muutettu 8.5.2013. Luettu 13.1.2014.

Logo!. 2013. Siemens simatic Logo. Www-sivu. Saatavissa: http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiot_ekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/logo.htm. Muutettu 7.1.2014. Luettu 14.1.2014.

Modbus organization. 2006. MODBUS over serial line. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf. Muutettu 11.1.2007 Luettu 28.12.2013.

Profibus. 2012. Profibus Overview. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.profibus.com/technology/profibus/overview/>. Luettu 30.12.2013.

Riikkula, Jukka. 2001. ST-kortti 711.30 Kenttäväyläteknikka. Espoo: Sähköinfo Ry

Rtaautomation. 2009. Modbusrtu. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rtaautomation.com/modbusrtu/>. Muutettu 11.7.2011 Luettu 28.12.2013.

Sähkötieto ry. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-käsikirja 17. Tietotekniset järjestelmät. Kirjoittajat: Pentti Härkönen, Juhana Mikkola, Veijo Piikkilä, Antti Sahala, Börje Sandström, Toivo Sahlsten, Arto Sirviö, Tapani Spangar & Jukka Sulku. Tampere: Tammerprint Oy.

Sähkötieto ry. 1999. Sähkötekniset tietojärjestelmät. ST-käsikirja 11. Kulunvalvonta- ja rikosilmoitusjärjestelmät. Kirjoittajat: Atso Vuorinen & Veijo Vironen. Tampere: Tammerprint Oy.

Tutorial-reports. 2013. ZigBee. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tutorial-reports.com/wireless/zigbee/zigbee-traffic-types.php>. Luettu 30.12.2013.

Värjä, Pentti & Mikkola, Juha-Matti. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio: Automaatio ja säätötekniikka. Uudistettu painos. Mikro-oppi.