

Toni Kapanen

Rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilanneselvityksen raporttipohja

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

30.11.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Toni Kapanen Rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilanneselvityksen raporttipohja 35 sivua + 1 liite 30.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Yksikön päällikkö Markku Lilja, Insinööritoimisto Äyräväinen Oy Lehtori Timo Tuominen
<p>Rakennusautomaatio on merkittävä osa-alue automaatiotekniikassa. Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan järjestelmiä ja prosesseja, joilla pystytään säätämään, ohjaamaan, hallitsemaan ja valvomaan rakennusten taloteknisiä järjestelmiä. Automaatiolaitteet säätävät lämmityksen ja ilmanvaihdon niin, että asuntojen ja työpaikkojen viihtyvyys paranee. Oikein ohjatulla ja säädetyllä järjestelmällä pystytään säästämään energiaa sekä toimilaitteita.</p> <p>Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti rakennusautomaatiosta, historiasta, kuinka rakennusautomaatiolla pystytään vaikuttamaan rakennuksen energiatehokkuuteen sekä millaisia hyötyjä pystytään saavuttamaan oikein rakennetulla, ohjatulla ja säädetyllä rakennusautomaatiojärjestelmällä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Insinööritoimisto Äyräväiselle nykytilanneselvityksiä varten raporttipohja, jota voidaan käyttää pohjana kiinteistöjen omistajille tehtävissä rakennusautomaatiojärjestelmien nykytilanneselvityksissä. Raportista oli tarkoitus saada helposti ymmärrettävä niin, että myös tilaaja saa ymmärryksen oman kiinteistönsä rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilasta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin toimiva ja suunnitelmien mukainen raporttipohja rakennusautomaatiojärjestelmien nykytilanneselvityksiä varten. Raporttipohja pystytään helposti muokkamaan kiinteistökohtaisesti oikeanlaiseksi ja siitä tilaaja saa ymmärryksen oman kiinteistönsä rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilasta.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatiojärjestelmä, nykytilanneselvitys

Author(s) Title	Toni Kapanen Report Template for the Current State of Building Automation
Number of Pages Date	35 pages + 1 appendix 30 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Markku Lilja, Head of Safety Spaces and Data Centres Unit, Engineering office Äyräväinen Ltd Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>Building automation is an important part of automation technology. Building automation means systems and processes which are able to handle building technology systems. Automation devices regulate heating and ventilation so that the comfort of apartments and work places is improved. A properly guided and controlled system can save energy and actuators.</p> <p>The thesis deals generally with building automation, history, how building automation can affect building energy efficiency and what kind of benefits can be achieved with a properly constructed building automation system.</p> <p>The purpose was to design an engineering office Äyräväinen a report template for the current state of the building automation system which can be utilized in real estate automation surveys. The report was supposed to be readily understandable from which the subscriber also understands the state of the building automation system of his property.</p> <p>The result is a functional report template for the current state of the building automation system. The report is easily customizable so that it can be utilized in various real estates and the subscriber gets an understanding of the state of the building automation system of his property.</p>	
Keywords	building automation, report of the current situation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	1
3	Rakennusautomaation historiaa	2
4	Rakennusautomaatiojärjestelmä	5
4.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	6
4.1.1	Hallintotaso	7
4.1.2	Automaatiotaso	8
4.1.3	Kenttätaso	8
4.2	Integroidut rakennusautomaatiojärjestelmät	8
4.3	Kiinteistökohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä	9
4.4	Järjestelmien muunneltavuus	9
5	Rakennusautomaation väyläratkaisuja	10
5.1	Bacnet-väylä	10
5.2	Modbus-väylä	11
5.3	LON-väylä	13
5.4	KNX-/EIB-väylä	14
6	Rakennusautomaation osa-alueet	16
6.1	Asuintalojen automaatio	16
6.2	Teollisuuslaitokset, koulut ja virastot	16
6.3	Keskitetty kiinteistövalvonta	17
7	Rakennusautomaation merkitys energiatehokkuudessa	17
7.1	Rakennusautomaatiojärjestelmälle aseteltavat tavoitteet	17
7.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän vaikutus energiatehokkuuteen	18
7.2.1	Prosessin optimointi	19
7.2.2	Valvonta ja hälytys	19
7.2.3	Raportointi ja informaation tuottaminen	20
7.3	Energiatodistus	20
8	Energiatehokkuus rakennuksissa	22

8.1	Energiatehokkaan rakennuksen osatekijät	22
8.2	Standardin SFS-EN 15232 mukaiset tehokkuusluokitukset	23
8.3	Rakennusten automaation suositus- ja tavoitetaso Suomessa	23
8.4	Energiatehokkuusluokitukset rakennuksen automaatiassa	24
8.4.1	Tehokkuusluokka A (talotekniikan hallintajärjestelmä)	24
8.4.2	Tehokkuusluokka B (rakennuksen automaatiojärjestelmä)	25
8.4.3	Tehokkuusluokka C (automaattiset säätö- ja ohjaustoiminnot)	25
8.4.4	Tehokkuusluokka D (manuaalinen käyttö)	25
9	Rakennusautomaation hyötyjä	26
9.1	Kiinteistön energian hallinta ja säästö	26
9.2	Huolto ja kunnossapito	26
9.3	Parempi sisäilmasto ja turvallisuuden lisääminen	26
10	Rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilanneselvitys raportti	27
10.1	Nykytilanneselvitys	27
10.2	Kohdekierros kiinteistössä	28
10.2.1	Yleistiedot	28
10.2.2	Valvontajärjestelmä	28
10.2.3	Alakeskukset	29
10.2.4	Ilmanvaihtokoneet	30
10.2.5	Erillispoistopuhaltimet	31
10.2.6	Lämmitysjärjestelmät	31
10.2.7	Jäähdytysjärjestelmä	32
10.2.8	Erillispisteet	33
10.2.9	Käyttäjien kommentit	33
11	Yhteenveto	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Rakennusautomaation nykytilanneselvitysraportti	

Lyhenteet

ASi	Actuator Sensor Interface, teollinen verkkoprotokolla
BACNet	Building Automation and Control Network, väyläprotokolla
BatiBUS	ranskalaisen standardin NFC 46620 mukainen rakennusautomaation kenttäväylä
CIM	Computer Integrated Manufacturing eli tietokoneintegroitu tuotanto
DDC	Direct Digital Control eli suora digitaalisäätö
EHS	European Home Systems. Rakennusautomaatiokäyttöön kehitetty väylätekniikka
EIB	European Installation Bus. Rakennusautomaatiokäyttöön kehitetty väylätekniikka
I/O	Input / Output
IV-kone	Ilmanvaihtokone
KNX	Avoin, maailmanlaajuinen standardi kotien ja kiinteistöjen ohjaukseen
LON	Local Operating Network, tiedonsiirtoväylä
LonWorks	Talotekniikan hajautettujen tietojärjestelmien toteutukseen käytetty tuote- ja palvelukokonaisuus
LTO	Lämmön talteenotto
LVIA	Lämmitys, vesi, ilmanvaihto, automaatio
MODBUS	Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla

OPC	Open connectivity via open standards, avoimen tiedonsiirron standardi
OSI-malli	Open Systems Interconnection Reference Model. Kuvaa tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmän seitsemässä kerroksessa
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Usean tiedonsiirtoprotokollan yhdistelmä
VAK	Valvonta-alakeskus

1 Johdanto

Insinööriyö tehdään Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:lle. Yritys on perustettu vuonna 1972 ja on Suomen suurin pelkästään LVIA-suunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Helsingissä, jossa työskentelee 36 alan asiantuntijaa.

Yrityksen ydintoimintaan kuuluvat niin korjausrakentaminen, toimitilojen uudistaminen kuin uudisrakentaminenkin. Yrityksen palvelut käsittävät talotekniikan lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja automaatiojärjestelmät kaiken kokoisissa projekteissa. Yritys tarjoaa myös rakennusautomaation nykytilanneselvityksiä. [1.]

Insinööritoimisto Äyräväisen liiketoimintayksiköt:

- turvatilat ja konesalit
- koulut ja päiväkodit
- toimistot, hotellit ja kokoontumistilat. [1.]

Insinööriyön tarkoituksena on suunnitella Insinööritoimisto Äyräväiselle rakennusautomaation nykytilanneselvityksiä varten raporttipohja, jota voidaan käyttää pohjana automaatiojärjestelmän nykytilanneselvityksissä ja joka antaa kiinteistön omistajalle ymmärryksen kiinteistön rakennusautomaation nykytilasta.

2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on merkittävä osa-alue automaatiotekniikassa. Perinteisesti sillä on tarkoitettu LVI-järjestelmien automaattista ohjausta. Käsite on kuitenkin laajentunut ja rakennusautomaatio kattaa lähestulkoon kaikkien taloteknisten järjestelmien automatisoinnin. Kun automaatiolaitteet säätävät ilmanvaihdon ja lämmityksen sopivaksi, niin asuntojen ja työpaikkojen viihtyvyys paranee. Rakennusten käyttökustannuksia saadaan vähennettyä keskitetyn säätö- ja valvontajärjestelmän avulla.

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan järjestelmiä ja prosesseja, joilla säädetään, ohjataan, hallitaan ja valvotaan rakennuksien taloteknisiä järjestelmiä.

Automaatiolla ohjataan peruskiinteistössä muun muassa

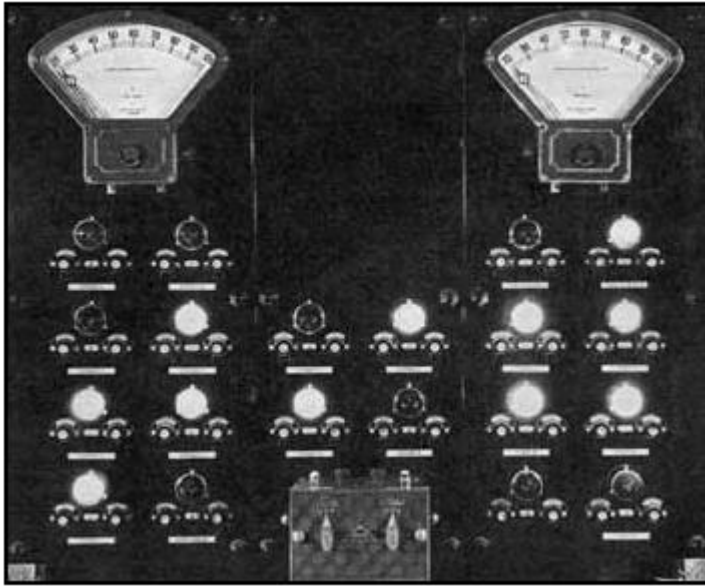
- lämmitysjärjestelmiä
- jäähdytysjärjestelmiä
- vesi- ja viemärijärjestelmiä
- ilmanvaihtojärjestelmiä
- sähköjärjestelmiä
- kulunvalvontajärjestelmiä.

Lisäksi automaatioon on voitu liittää

- palohälytys- ja sammutusjärjestelmät
- murtohälytysjärjestelmät
- hissit, rullaportaat tai muuta erikoistekniikkaa. [2, s. 1; 3, Esipuhe; 4, s. 13.]

3 Rakennusautomaation historiaa

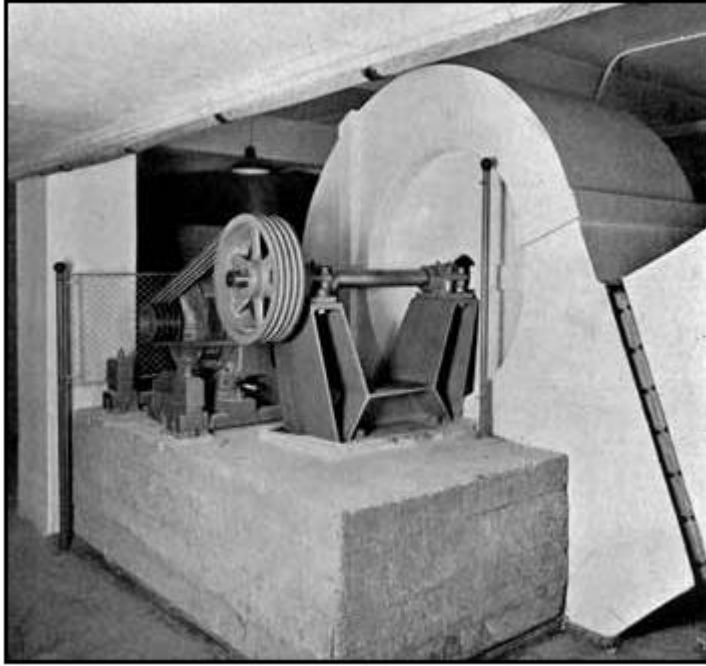
Rakennusautomaation historia on alkuvaiheiltaan säätötekniikan historiaa (Kuva 1). 1900-luvun alussa painetta, virtausta ja lämpötilaa säädettiin kentällä manuaalisesti paikallisten osoitinlaitteiden avulla, esimerkiksi näkölasien ja painemittareiden avustuksella. Ensimmäiset sovellukset olivat enimmäkseen termolaajeneviin aineisiin tai bimetalleihin perustuvia kattilalaitosten vesiventtiilien tai palamisilman säätöjä. Säätimet olivat sähkömekaanisia ja niillä säädettiin esimerkiksi patteriverkostoja. Manuaalinen säätö vaihtui vähitellen automaattiseen pinnankorkeuden, virtauksen ja lämpötilan säätöön. [5, s. 23.]



Kuva 1. Ohjauspaneeli, josta näki ulkolämpötilan sekä kosteuden. [6.]

Suuri vaikutus automaation kehitykseen oli, kun vuonna 1947 Bellin laboratoriossa kehitettiin transistori, joka aloitti mikroprosessorien vallankumouksen. [5, s. 23.]

1950- ja 1960-lukujen ilmanvaihtotekniikan koneellistuminen antoi ensimmäisen sykkäksen automaation todelliselle kehitykselle (Kuva 2). Ilmanvaihtotekniikan koneellistuminen loi tarpeen ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden luettavalle säädölle ja valvonnalle. 4...20 mA:n analogisignaalistandardi hyväksyttiin vuonna 1960. [5, s. 23.]



Kuva 2. Tuuletin ja puhallinmoottori vuodelta 1932. [6.]

Toimistokiinteistöjen huonekohtaisissa säädöissä käytettiin yleisesti pneumatiikkaa 1970-luvulla. 1970-luvulla ei saatu riittävästi tietoa ulos kiinteistöautomaation toiminnasta, jotta sen perusteella olisi voitu ohjata energiaa säästäviä toimia. Patteriverkoston lämmönsäädön toimintaa ei pystytty tarkkailemaan automaattisesti. Tästä syntyi tarve pystyä säätämään ja seuraamaan talotekniikan toimintoja, minkä vuoksi kehitettiin kokonaan erillinen talovalvontajärjestelmä lämmityksen säädöstä. Valvontajärjestelmä toimi analogiatekniikalla, jossa mittaus-, hälytys-, indikointi- ja käynnistystieto vaati oman kaapeliparinsa lähtöpisteestä valvontakeskukselle. Valvonta-alakeskukset asennettiin ruuhkapaikkoihin, joita olivat ilmastointi-, sähkö- ja lämmönjakohuoneet. Tiedot valvonta-alakeskukselta valvomoon saatiin runkokaapelilla, johon tarvittiin usein jopa 100-parista runkokaapelia. [5, s. 24.]

1980-luvulla DDC-pohjaiset järjestelmät tulivat yleisemmin käyttöön. Tiedonsiirto- ja hallintaongelmat yritettiin ratkaista tietokoneintegroidun tuotannon (CIM, Computer Integrated Manufacturing) avulla. Digitaaliset säätimet saatiin integroitua valvontajärjestelmään jo 1980-luvulla ja sen avulla valvomosta pystyttiin asettelemaan säätimen parametreja. Tiedonsiirto oli täysin digitaalista valvomon ja alakeskusten välillä, jolloin vikamahdollisuudet vähenivät oleellisesti kytkentäpisteiden ja kaapeloinnin vähenemisen johdosta. [5, s. 24.]

Myöhemmin tulivat mobiilit ratkaisut, joissa päivystystietoja siirrettiin ryhmähälytyksinä GSM-verkon kautta ja 1990-luvun puolivälistä alkaen päivystystietoja siirrettiin GSM-tekstiviesteinä. [5, s. 25.]

PC:n ja Windowsin käyttö yleistyi kiinteistöautomaatiossa, teollisuudessa ja toimistoissa. Kehitys integroi säätötekniikan valvontajärjestelmiin ja kehitysvaiheen alussa alakeskukset olivat riippuvaisia valvomosta, mutta kehittyivät itsenäisiksi yksiköiksi 1990-luvun alussa. [5, s. 25.]

2000-luvulla internetin yleistymisen ratkaisi pitkälti myös ns. kaukovalvontakäytön. Kunnat ja kaupungit sekä vakuutusyhtiöt olivat pitkään odottaneet mahdollisuutta ohjata ja valvoa keskitetysti koko kiinteistökantaansa, riippumatta kiinteistöjensä sijainnista. Internetin avulla päästiin tilanteeseen, jossa markkinoilla olevien selainten avulla voidaan käyttää internetin kautta kaikkia markkinoilla olevia järjestelmiä. [5, s. 25–26.]

4 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennusautomaatiojärjestelmä on kiinteistön käytön, ylläpidon, ohjauksen ja energiankulutuksen seurannan työväline, jonka päätehtävänä on saada prosessi toimimaan halutulla tavalla. Järjestelmän yleisimpiä toimintoja ovat kiinteistön laitteiden käynninohjaus, lämpötilojen ym. suureiden säätö ja mittaus, laitteiden käyttötilojen, hälytys- ja ilmoitustietojen vastaanotto ja mahdollinen jälleenanto sekä energiankulutustietojen käsittely ja vastaanotto. [7, s. 309.]

Rakennusautomaatiojärjestelmän koko voi vaihdella pienistä järjestelmistä suuriin järjestelmiin. Järjestelmän koko riippuu kiinteistön hallittavista osista. Esimerkiksi, jos järjestelmän tulee hallita lämmitystä, kulunvalvontaa, käyttövettä, ilmastointia ja turvallisuutta, niin kyseessä voi olla suurikin rakennusautomaatiojärjestelmä.

Keskeisiä toimintoja rakennusautomaatiojärjestelmälle:

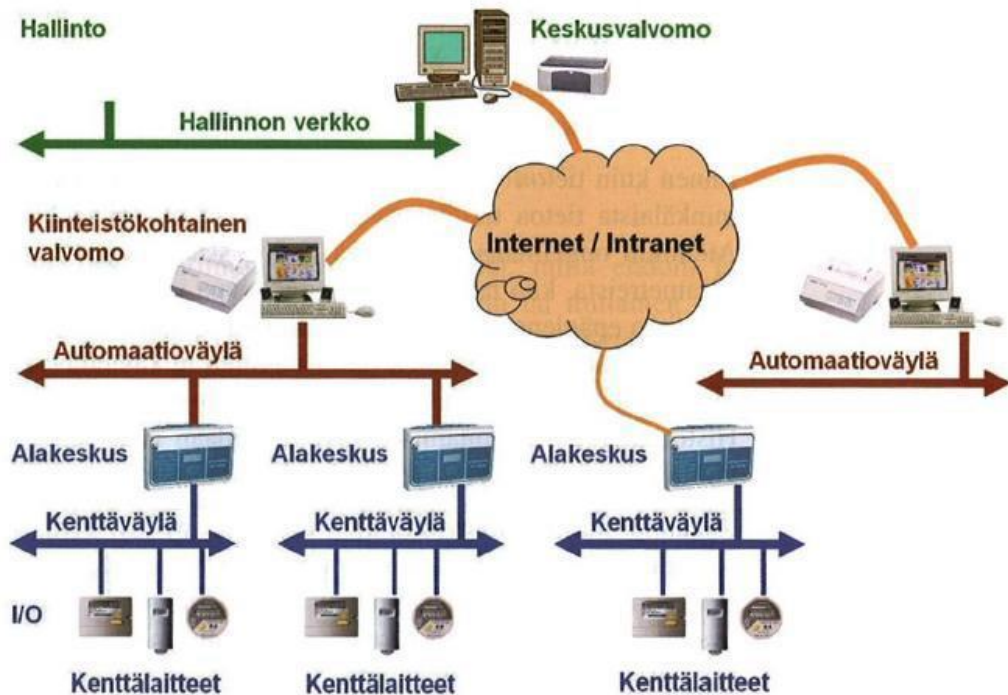
- aikataulujen ja asetusarvojen muutokset
- trendiseurannat

- uusien seurantojen luonti mahdollista, mutta ei kaikissa järjestelmissä
- hälytystoiminnot
 - prioriteettiluokittelu
 - kriittisten hälytysten lähettäminen (tekstiviesti, sähköposti, tekstiviesti- ja puhelinrobotit)
 - hälytyshistoria ja hälytysten kuittaus
- lokitiedot muutoksista yms. [8.]

4.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne sisältää kolme päätasoa, jotka ovat hallintotaso, automaatiotaso ja kenttätaso (Kuva 3). [5, s. 93.]

Hallintotasoon kuuluvat keskusvalvomot (kauko-/etävalvomot) ja paikallisvalvomot. Automaatiotasoon kuuluvat alakeskukset I/O-moduuleineen ja kenttätasoon kuuluvat kenttälaitteet (anturit ja toimilaitteet), sekä itsenäiset säätimet. [5, s. 93.]



Kuva 3. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. [11, s. 10.]

4.1.1 Hallintotaso

Hallintotaso toimii käyttäjärajapintana järjestelmään päin, joka tarkoittaa paikallisesti kohteessa olevia PC-valvomoita eli automatisoitavan kiinteistön sisällä tai kauko- tai etävalvomossa olevia PC-valvomoita, johon on keskitetty useamman kiinteistön valvonta. [5, s. 93.]

Valvomoon saadaan tiedot erilaisista hälytyksistä, josta voidaan tarkastella graafisia prosessikuvia sekä tarvittaessa voidaan tehdä muutoksia esimerkiksi lämpötilojen asetusarvoihin ja aikaohjelmiin. [5, s. 93.]

Valvomon toiminnallisuuksia:

- käyttöliittymä prosesseihin
- paikannuskaaviot (kerroskuvat)
- huonesäädöt

- trendiseurannat
- raportointi. [9.]

4.1.2 Automaatiotaso

Automaatiotasolle kuuluvat alakeskukset (VAK) ja niihin liittyvät I/O-moduulit, joilla säädetään, ohjataan ja valvotaan eri operaatioita. Automaation toiminnot ohjelmoidaan alakeskuksiin, joilla ohjataan siihen liittyvien I/O-pisteiden avulla itse prosesseja, esimerkiksi IV-koneet, lämmönvaihtimet jne. [5, s. 94; 9]

4.1.3 Kenttätaso

Kenttätasoon kuuluvat anturit ja toimilaitteet. Antureilta saadaan reaaliaikaista tietoa prosessien tilasta ja olosuhteista, kuten tilojen lämpötiloista, kosteudesta tai hiilidioksidipitoisuuksista. Anturit toimittavat alakeskukselle tiedot, joita verrataan käyttäjän asetamiin asetusarvoihin ja ohjataan toimilaitteita niin, että mittaukset pysyvät asetusarvoissaan. [5, s. 95]

4.2 Integroidut rakennusautomaatiojärjestelmät

Integroidulla rakennusautomaatiojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmiä, joihin on liitetty muita taloteknisiä järjestelmiä. Näitä ovat mm. turvallisuuteen liittyvät järjestelmät, kuten murto- ja palohälytysjärjestelmät sekä kulunvalvonta ja kameravalvonta. Integrointi voidaan tehdä usealla tasolla rakennusautomaatioon. Murtohälytysjärjestelmässä anturit voidaan liittää suoraan valvonta-alakeskukseen silmukkalähtöihin hälytys moduuleihin ja kulunvalvonnan oviyksiköt valvonta-alakeskusten sarjaportteihin. [5, s. 95.]

Valvomossa voi olla yksi yhteinen PC, jolla käyttäjä voi hallita samalla käyttöliittymällä rakennusautomaatiota ja turvajärjestelmiä. Verkko ja tiedonsiirtolaitteet ovat myös yhteisiä. [5, s. 96.]

Integroidussa rakennusautomaatiojärjestelmässä hyötyjä ovat halvemmat investointi- ja käyttökustannukset sekä mahdollisuudet energiansäästöihin, esimerkiksi kulunvalvon-

nan avulla voidaan ohjata valaistusta ja ilmastointia silloin, kun niille on tarvetta. [5, s. 96.]

4.3 Kiinteistökohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä

Kiinteistökohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä muodostuu valvomosta, valvonta-alakeskuksista, kenttälaitteista ja itsenäisistä säätimistä kentällä, kuten esimerkiksi huonesäätimistä tai pakettikoneisiin liitetyistä säätimistä. Lisäksi automaatiojärjestelmään sisältyy tiedonsiirtolaitteet ja kaapelointi, jonka avulla automaatiojärjestelmän eri osat keskustelevat keskenään. [5, s. 96]

Järjestelmän ”äly” on ohjelmistossa, joka on hajautettu eri laitteille ja tasoille. Valvomosta löytyy tarvittavat ohjelmat järjestelmän valvontaan ja ohjaukseen, ala-asemissa on tarvittavat ohjelmat prosessien itsenäiseen valvontaan ja ohjaukseen ja kenttälaitetasolla on säätimet, joiden ohjelmat säätävät ja ohjaavat jotain erillistä laitetta, kuten esimerkiksi IV-konetta, lämmönvaihdinta, taajuusmuuttajaa, tai huonesäätimiä, jotka taas ohjaavat huoneeseen liittyviä puhaltimia ja venttiileitä. [5, s. 96.]

Hajautetun järjestelmän vaatimuksena on, että järjestelmän eri osat pystyvät kommunikoimaan keskenään. Jotta järjestelmän eri osat pystyvät kommunikoimaan keskenään, tarvitaan siihen tiedonsiirto-ohjelmia, joissa pyritään käyttämään mahdollisimman yleisiä standardiprotokollia. Järjestelmän luotettavuutta lisää hajautettu älykkyys. Jos järjestelmän jokin osa tai eri osien välinen tiedonsiirto vikaantuu, tällöin osat pystyvät toimimaan itsenäisesti. Esimerkiksi, jos PC-valvomo hajoaa, niin valvonta-alakeskukset jatkavat toimintaansa itsenäisesti siten, että olosuhteet kiinteistössä pysyvät normaaleina. [5, s. 96.]

4.4 Järjestelmien muunneltavuus

Rakennuksen käyttötarpeet voivat käyttöiän aikana vaihdella useita kertoja. Nykyvuosina on ollut nähtävissä, että käyttäjien toiminta muuttuu jopa muutaman vuoden välein. Toiminnan muutokset aiheuttavat myös tilojen muutoksia, jonka vuoksi jo suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon, miten talo- ja tietotekniikkaa voidaan muuttaa,

mikäli rakennuksen talo- ja tietotekniikan käyttötarpeet vaativat muutostarpeita. [10, s. 24.]

Helpoiten muutokset ovat hallittavissa, kun rakennus tehdään moduuliperiaatteella eli tilat jaetaan moduuleihin, joita voidaan jakaa ja yhdistellä. Jokainen moduuli tehdään itsenäiseksi talotekniikan osalta siten, että jokaisella alueella on säädettävä lämmitys, ilmanvaihto, jäähdytys ja valaistus, jota pystytään ohjelmallisesti säätämään. Moduulien toimintaa on myös pystyttävä muuttamaan ohjelmallisesti, jotta talo- ja tietotekniikka toimivat perusmoduulissa samoin kuin useiden moduulien yhdistelmissäkin automaattisesti. [10, s. 24.]

Tällöin ainoastaan rakennuksen kevytrakenteisia seiniä siirretään ja rakennuksen muut tekniikan muutokset tehdään ohjelmallisesti. Näin rakennuksen rakennuskustannukset ovat suuremmat kuin perinteisesti toteutettujen rakennuskustannukset, mutta kokonaiskustannukset ovat muunneltavassa rakennuksessa pienemmät jo parin muutoksen jälkeen. Samalla pystytään rakentamaan pienin lisäkustannuksin energiatehokkaasti toimiva rakennus, joka mukautuu helposti käyttäjien tarpeiden muutoksiin ja on paremmalla hinnalla markkinoitavissa eri käyttäjäryhmille. [10, s. 24.]

5 Rakennusautomaation väyläratkaisuja

Ensimmäiset vaatimukset väyläpohjaista yhteystapaa määrittäessä riippuvat siirrettävän tietomäärän suuruudesta sekä sen luotettavuudesta. Yksinkertaiseen ja pieneen sovellutukseen voi riittää hitaampi tiedonsiirtonopeus, jolloin uusin tekniikka ei ole aina paras vaihtoehto. Väyläpohjaista yhteystapaa määrittäessä tulee myös miettiä järjestelmän laajennusmahdollisuutta sekä liityntää muihin järjestelmiin. [11, s. 219.]

Luvussa 5 ei ole esitelty kaikkia väyläratkaisuja vaan yleisimpiä käytössä olevia ratkaisuja.

5.1 Bacnet-väylä

BACNet (Building Automation and Control Network) on väylätekniikka, joka on kehitetty erityisesti talotekniikan tarpeisiin. Sen kehitys alkoi Nashvillessa vuonna 1987. BACNet

määriteltiin vuonna 1995 ANSI-standardiksi ja vuonna 2003 ISO-standardiksi. ASHRAE SSPC 135 -komitea ylläpitää ja kehittää BACNet-protokollaa. [10, s. 219.]

BACNet-verkkoon liittyvät laitteet mallinnetaan objekteina, jotka koostuvat joukosta ominaisuuksia. Fyysisinä tiedonsiirtomedioina käytetään muuan muassa IEEE 802.3 sekä RS-232- ja RS-485-liityntärajapintoja. Objekteja ovat esimerkiksi asetusarvot, järjestelmäpisteet, aika- ja kalenteriohjelmat. [11, s. 226–228; 112, s. 13, 14.]

Asiakaspalvelinarkkitehtuuria käyttämällä pystytään integroimaan BACNet ja LON käyttämällä OPC-serveriä kommunikointiväylän erottamisessa. ASI LinkOPC -serveri kommunikoi ASI Control -laitteiden kanssa, jolloin asiakkaan ohjelmistojen dataa voidaan muuttaa erilaisten järjestelmien välillä. ASI Weblink pystyy käsittelemään dataa monelta OPC-serveriltä. [11, s. 226–228; 12, s. 13, 14.]

BACNet perustuu neljään toimintakerros arkkitehtuuriin, jotka ovat fyysinen kerros, siirtoyhteys-, verkko- ja sovelluskerros OSI-mallin mukaisesti (Kuva 4). BACNet-standardissa on määritelty yksinkertainen verkkokerros ja sovelluskerros. [11, s. 226–228; 12, s. 13, 14.]

BACnet kerrokset				Vastaavat OSI kerrokset
BACnet sovelluskerros				Sovellutus
BACnet verkkokerros				Verkko
ISO 8802-2 (IEEE 802.3) Tyyppi 1	MS/TP	PTP	LonTALK	Siirtoyhteys
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485	EIA-232	Fyysinen

Kuva 4. BACNet-kerrokset ja rajapinnat. [11, s. 228.]

5.2 Modbus-väylä

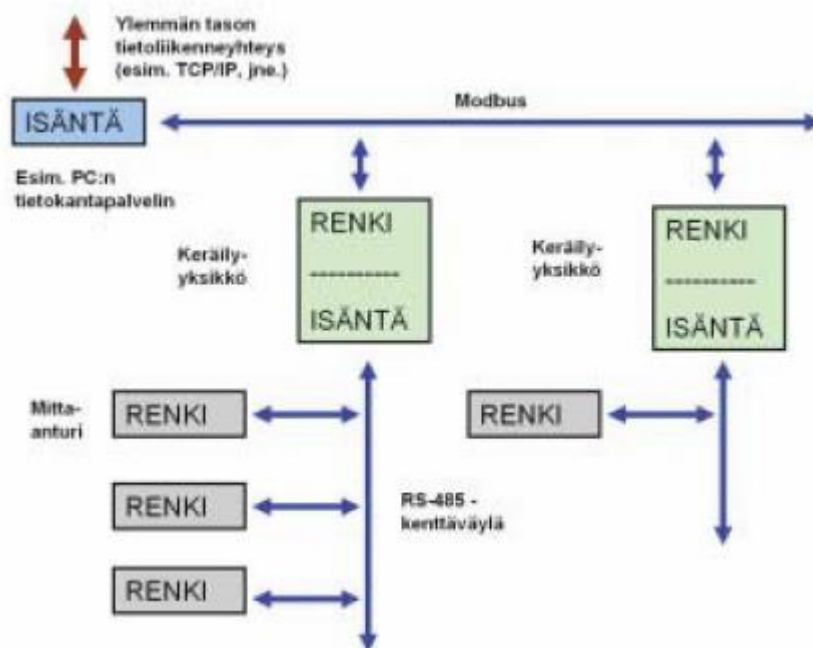
Modbus on vuonna 1979 kehitetty tiedonsiirtoprotokollaperhe, joka perustuu avoimeen arkkitehtuuriin ja joka alun perin kehitettiin ohjelmoitavien logiikoiden liittämiseen. Modbus-protokollaa käytetään laajalti teollisuus sovelluksissa sekä lisäksi rakennuskohteissa, pitkän matkan tiedonsiirrossa, energian optimointijärjestelmissä ja ohjauspaneelien

yhdistämisessä. Modbusilla voidaan edullisesti liittää eri laitevalmistajien laitteita keskenään käyttäen valmista yhteistä protokollaa. [11, s. 243.]

Modbus on avoin isäntä-renkiprotokolla, joka voidaan helposti toteuttaa sarjaliitännöihin. Modbus kattaa OSI-mallin fyysisen tason sekä siirtoyhteys- ja sovellustason. Modbus-protokolla voidaan implementoida usean erilaisen fyysisen kerroksen toteutuksen päälle siten, että sovelluskerros pysyy muuttumattomana. Modbus-kehiksiä on kolme:

- Modbus RTU (Remote Terminal Unit)
- Modbus ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- Modbus over TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).

RTU:ta ja ASCII:ta käytetään perinteisten sarjaväylien (esimerkiksi RS-485) päällä ja TCP/IP-versiota Ethernetin liitännöissä. Tiedonsiirron tehokkuus riippuu fyysisen tason ja siirtoyhteystasojen toteutuksesta (Kuva 5). [11, s. 243.]



Kuva 5. Lohkokaaviokuva PC:n, keräily-yksiköiden ja mitta-antureiden välisestä topologiasta. [11, s. 245.]

5.3 LON-väylä

LON (Local Operating Network) -väylä on amerikkalaisen Echelon Corporationin kehittämä yleiskäyttöinen väyläratkaisu. Echelon vastaa väylän kehityksestä, aputuotteista ja kehityslaitteistosta sekä omistaa oikeudet LonWorks-teknologian neuropiiriin. [13, s. 34.]

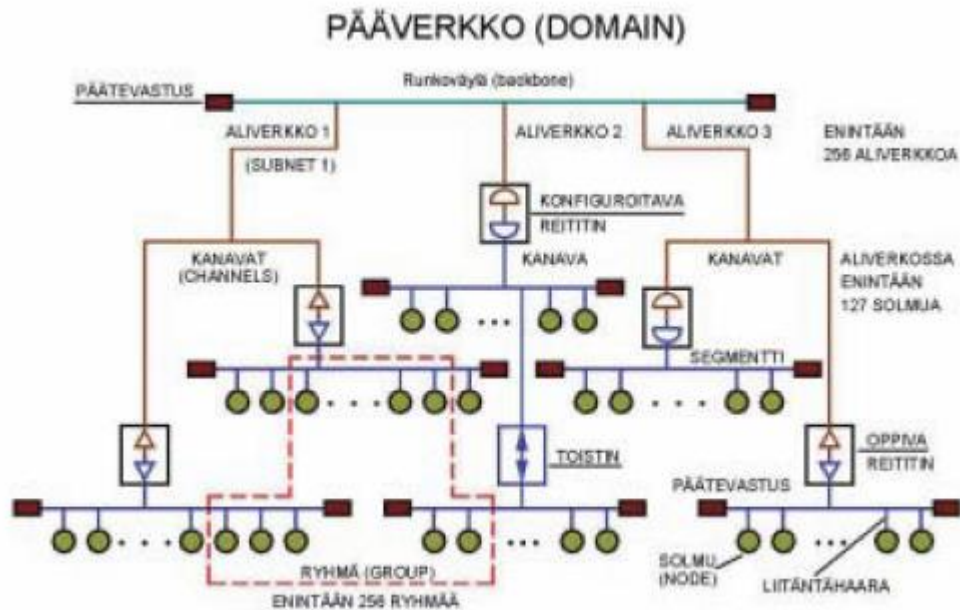
Kiinteistön LON-verkossa pystytään ohjaamaan useampia eri järjestelmiä, kuten sähkönjakelua, valaistusta, kulunvalvontaa, ilmanvaihtoa, energiankulutusta jne. Verkon perusidea on toisistaan riippumattomien laitteiden ohjaus ja käytön saattaminen laita-valmistajista riippumattomalle väylälle. [13, s. 34.]

Ensisijaisesti väylä on tarkoitettu älykkäisiin järjestelmiin, joissa tarvitaan älykkäitä yksiköitä (solmuja), joiden tulee kommunikoida keskenään yhteistä protokollaa käyttäen. Väylää voidaan käyttää esimerkiksi teollisuusjärjestelmissä, koti- ja taloautomaatiojärjestelmissä sekä kulkuneuvoissa ja muissa laitteissa. [13, s. 35.]

Verkon osia ovat pääverkko, aliverkot, kanavat, segmentit, ryhmät ja solmut. Pääverkko on looginen kokonaisuus, joka koostuu solmuista ja jossa voidaan käyttää useita tiedonsiirtotyyppisiä, esimerkiksi parikaapelia tai radiotaajuutta. Aliverkossa pääverkos- sa voi olla maksimissaan 255 solmua, ja jokaisessa aliverkossa saa olla maksimissaan 127 solmua. [13, s. 35.]

Kaikkia verkon tietoliikenneyksiköitä kutsutaan solmuksi, jonka tietoliikenneprotokolla sijaitsee neuronissa. Solmu liitetään fyysiseen tietoväylään väyläsovittimella. Kaikki solmut liittyvät kanavaan, jotka voivat olla fyysisesti erilaisia väyliä. Kanava voi jakautua segmentteihin, jotka ovat väyläkaapelin pätkiä, ja reitittimien avulla kanavat liitetään toisiinsa (Kuva 6). [13, s. 36.]

LON-väylän etuna on se, että komponenttien kaapelointimäärät vähenevät, koska väylässä tarvitaan datansiirtoon varten vain yksi pari ja valaistusohjauksessa komponenteille tuodaan tehonsyöttö samaa paria pitkin. KytKentäpisteiden määrä vähenee myös kaapeloinnin vähenemisen johdosta, mikä taas pienentää kytKentäpisteiden vikapisteiden määrää huomattavasti, koska suurin osa vioista löytyy kytKentäpisteistä. [11, s. 221.]



Kuva 6. LonWorks-verkon rakenne. [11, s. 225.]

5.4 KNX-/EIB-väylä

CENELEC:n Home and Building Electronic Systems -komitean hanke alkoi vuonna 1996 ja projektin tarkoituksena on ollut yhdistää eurooppalaiset kenttäväylät BatiBUS, EIB ja EHS. Projektin viimeisenä vaiheena on perustettu Konnex Association, jonka tarkoituksena on perustaa yhteinen KNX-väylästandardi, joka yhdistää BatiBUS-, EIB- ja EHS-väyläjärjestelmät yhdeksi yhteiseksi ratkaisuksi. KNX:n fyysinen taso perustuu EIB-järjestelmään. [11, s. 241, 242; 14.]

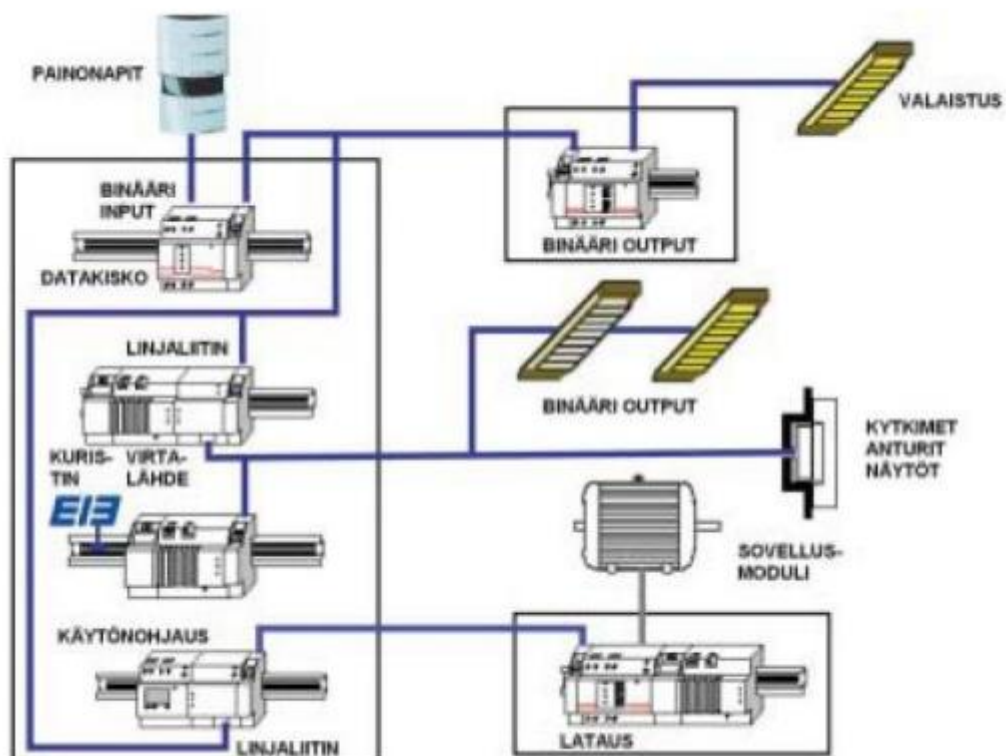
EIB on tiedonsiirtoväylä, joka yhdistää käytön- ja energianhallinnan toiminnot. Väylä tarvitsee toimiakseen vain yhden kaksinapaisen kaapelin. EIB-protokolla tukee useita medioita, kuten sähköverkkoa, kierrettyä parikaapelia, infrapunaa ja radioverkkoa, ja se on mahdollista liittää sillan avulla muihin medioihin. [11, s. 231.]

Väyläkaapelina käytetään 2-napaista heikkovirtakaapelia, josta kojeet saavat 28 VDC:n käyttöjännitteen ja jota pitkin kytkentä-, valvonta- ja ohjaukset kulkevat. Väyläkaapeli voidaan asentaa energiakaapeleiden kanssa samaan hyllyyn, koska sanoma lähetetään symmetrisenä eikä mahdollinen häiriö muuta viestiä. [11, s. 232.]

EIB on väyläjärjestelmä, jossa ei tarvita erillistä keskusyksikköä vaan kaikilla liittymillä on oma mikroprosessorinsa. Pienin järjestelmä voidaan muodostaa kahdella liittymällä ja virtalähteellä, jotka on liitetty väyläkaapelilla toisiinsa. Tunnistimet, kuten termostaatit, painonapit, kellokytkimet ja liiketunnistimet lähettävät väylään tietyn toimintaosoitteen sisältäviä sanomia. Toimilaitteet vastaanottavat sanomat ja suorittavat sanoman toiminnan. Lähetettävä sanoma välittyy vain niille toimilaitteille, joille se on tarkoitettu. Tunnistimen avulla voidaan ohjata missä tahansa väylän osassa olevaa toimilaitetta, sillä tieto kulkee väylää pitkin koko järjestelmään. [11, s. 234.]

EIB-laitteet ovat jaettu kolmeen eri ryhmään (Kuva 7):

1. peruskomponentit (virtalähde, kuristin, signaali filteri)
2. järjestelmäkomponentit (väyläliityntäyksiköt, linjaliittimet, reitittimet)
3. EIB-laitteet (tuntoelimet, toimielimet, näyttöpaneelit). [11, s. 234.]



Kuva 7. Asennusesimerkki EIB-väylästä. [11, s. 235.]

6 Rakennusautomaation osa-alueet

6.1 Asuintalojen automaatio

Asuintalojen automaatiojärjestelmä valvoo ja hoitaa kaukolämmön lämmönsiirtimien, pumppujen, lämmityskattilan ja lämmitysverkon tai sähkölämmittimien toimintoja. Automaatiolaitteisto säättää ja mittaa talon lämpötiloja ja valvoo muita laitteita. Mikäli laitteiden toiminnassa havaitaan jotakin vikaa, niin hälyttää se kiinteistönhoitajan paikalle. [3, s. 5.]

Automaatiolaitteilla säädetään myös talojen käyttöveden lämpötilaa sekä mitataan veden määrää, laskutusta varten. Vedenpainetta pitää silloin tällöin alentaa tai nostaa riippuen siitä, kuinka kaukana vesitornista rakennus sijaitsee. Yleensä kerrostaloissa on koneellinen ilmastointi, jota täytyy säätää. Autojen lämmitystä ja porrasvaloja ohjataan tavallisesti kellokytkimen avulla. Myös ulko-ovien sähkölukituksia ja saunojen lämmityksiä ohjataan automaation avulla. [3, s. 6.]

6.2 Teollisuuslaitokset, koulut ja virastot

Teollisuuslaitoksissa, kouluissa, virastoissa sekä muissa suurissa rakennuksissa käytetään samoja automaatiotoimintoja kuin asuintaloissa, mutta näissä automaatio on monipuolisempaa. Ilmastoinnin tuloilman lämmityksen lisäksi säädetään myös ilman kostutusta ja jäähdytystä. Poistoilmasta otetaan lämpöä talteen LTO:n avulla ja sitä käytetään tuloilman lämmitykseen. Yleensä rakennuksissa on myös keskitetty valvonta- ja säätöjärjestelmä. [3, s. 6.]

Suurten rakennusten lämmitystarve on suuri, joten automaation avulla pyritään vähentämään energian kulutusta. Työaikana huoneiden ilmanvaihtoa ja lämpötilaa pidetään riittävän suurina ja öisin ja viikonloppuisin ilmanvaihtoa ja lämpötilaa vähennetään säätimillä, joissa on niin sanottu optimointitoiminto. [3, s. 6.]

Toimistoissa ja teollisuuslaitoksissa on lisäksi kulunvalvonta, jolla seurataan työaikojen noudattamista. Kulunvalvonnalla myös valvotaan, etteivät asiattomat pääse rakennukseen sisään, ja murtohälytyslaitteistolla valvotaan kulkuväyliä, ikkunoita ja ovia. [3, s. 6.]

6.3 Keskitetty kiinteistövalvonta

Samankaltaisia digitaalisia automaatiojärjestelmiä on valmistettu rakennusautomaatiota varten, joita käytetään prosessiteollisuudessa. Tämän kaltaisen järjestelmän avulla pystytään valvomaan keskitetysti kaupungin omistamia kiinteistöjä, virastoja, kouluja, vesilaitoksia yms. [3, s. 7.]

Jokaisessa rakennuksessa on digitaalinen kiinteistökeskus, joka hoitaa itsenäisesti rakennuksen ohjaukset, säädöt, mittaukset, valvonnat, hälytykset sekä muut automaatioiminnot. Digitaalisen verkon kautta saadaan valvomosta yhteys kaikkiin kohteisiin ja voidaan tarvittaessa puuttua automaation toimintaan. [3, s. 7.]

7 Rakennusautomaation merkitys energiatehokkuudessa

7.1 Rakennusautomaatiojärjestelmälle aseteltavat tavoitteet

Energiatehokkuusvaimusten jatkuva kiristäminen on rakennusten muuttanut rakenteellisten ominaisuuksien lisäksi myös LVIA- ja sähkötekniikan suunnittelu- ja toteutusperiaatteita. [5, s. 49.]

Turhan energiakäytön välttäminen on johtanut pakosti tarkentuneisiin säätötavoitteisiin, prosessien mukauttamiseen erilaisiin käyttötilanteisiin sekä ohjaus- ja säätömahdollisuuksien ulottamiseen yhä pienempiin kulutusyksiköihin. Mahdollisista häiriö- ja vikatilanteista palaudutaan nopeammin normaalitilaan. [5, s. 49.]

Kaiken tämän on mahdollistanut nykyaikaiset säätö- ja valvomojärjestelmät. Kohteeseen sovitetulla ohjelmistoilla ja oikealla instrumentoinnilla sekä valvotun käyttäjän valvomana pystytään monimutkaisetkin järjestelmät pitämään optimialueilla ja saamaan energiatehokkuusinvestoinneista kaikki irti. [5, s. 49.]

Keskeiset tavoitteet rakennusautomaatioinvestoinnille:

- Prosessien ohjaukset ja säädöt toteutetaan suunnitelmien mukaisesti.

- Taloteknisiä toimintoja valvotaan mittauksin ja hälytyksin.
- Ylläpitäjälle ja käyttäjälle tarjotaan selkeä ja ymmärrettävä käyttöliittymä, joka tukee päivittäistä käyttöä.
- Laitoksen energiatehokaan ja toiminnallisen ylläpidon avuksi tuotetaan energia-
tehokkuus-, kulutus- ja tilastomateriaalia. [5, s. 49.]

7.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän vaikutus energiatehokkuuteen

Automaation avulla voidaan suunnitella prosesseja, niin että energiatehokkuus optimoituu. Automaatiojärjestelmä valvoo ja hälyttää, jolloin virhe- ja korjausajat ja niistä aiheutuva energiahukka saadaan minimoitua. Rakennusautomaation informaation tuottamisella pystytään paremmin ymmärtämään, vertailemaan ja kehittämään rakennuksen toimintaa. [5, s. 51.]

Energiaa käyttävien laitteiden valvonnalla ja ohjauksella on merkittävän suuri rooli energiatehokkuudessa. Kun automaatioissa on käytössä rinnakkaisia järjestelmiä vaikuttaa se myös energiamuodon valintaan sekä käyttötapaan. Taulukossa 1 on kuvattu Kioto-pyramidin eri portaille liittyvistä automaatiotoiminnoista. [15, s. 7.]

Taulukko 1. Automaatiotoimintojen vaikutusmahdollisuuksia. [15, s. 7.]

Kioto-pyramidin tasot	Esimerkki vaikutuskeinot rakennusten automaatioon
energiamuoto	raportointi energialajeittain, kullakin hetkellä tehokkaimman energiamuodon valinta, rakennuksen E-luvun laskenta.
kulutuksen ohjaus ja näyttö	huoneolosuhteiden ohjaus ja säätö, käyttölaitteet, laitteiden ja järjestelmien energiatehokas automaattinen käyttö.
ilmaisenergioiden hyödyntäminen	lämmöntalteenoton ohjaus, vapaajäähdytys, dynaaminen lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus.
sähkökäytön tehostaminen	energiakäytön optimointi, tarpeenmukaiset olosuhteet tiloissa ja painetasot ilman ja veden siirrossa.
lämpöhäviöiden pienentäminen	tarpeenmukaiset lämpötilatasot käyttöveden ja lämmitysveden siirrossa, aurinkosuojaus (jäähdytys).

7.2.1 Prosessin optimointi

Prosessien energiatehokkuuden optimointiin on käytettävissä paljon erilaisia ratkaisuja mm. ilmanvaihdon tarpeenmukainen säätö ja ohjaus hiilidioksidi mittauksin, yöjäähdytys, jäähdytysverkoston paineiden säätö ulkolämpötilan mukaan, dynaaminen ”kuolleen alueen” käyttö jäähdytys- ja lämmityssäädöissä sekä kesäisin lämmöntalteenoton jäähdytystalteenotto. [5, s. 51.]

7.2.2 Valvonta ja hälytys

Mikäli rakennuksen prosessit eivät toimi suunnitellulla tavalla, voi energiatehokkuudeltaan optimoidun rakennuksen kulutus kasvaa kertaluokalla. Lämmöntalteenoton ja ilmanvaihdon käyttöajat ovat keskeinen osa lämmityskauden kulutuksessa erityisesti toimisto-, liike- ja julkisissa rakennuksissa. [5, s. 51–52.]

Lämmöntalteenoton valvonta perustuu hyötysuhde laskentaan, jota järjestelmä suorittaa aina, kun kone on käynnissä. Jos ulkolämpötilan aseteltu alaraja alitetaan, seuraa siitä hälytys. Hyötysuhde voidaan laskea kaavalla (1) lämpötilanhyötysuhde ulkoilmaan [5, s. 52.]

$$LTO - \text{hyötysuhde } n_u = \frac{(T_s - T_u)}{(T_p - T_u)} \quad (1)$$

Vaihtoehtoisesti koneen tulo- ja poistoilmavirtojen ollessa huomattavan erisuuruiset voidaan hyötysuhde laskea kaavalla (2) lämpötilanhyötysuhde ulkoilmaan. [17, s. 6.]

$$LTO - \text{hyötysuhde } n_p = \frac{(T_s - T_{pu})}{(T_p - T_u)} \quad (2)$$

Käyntiaikoja pystytään valvomaan vertailemalla koneen käyntiä aseteltuihin aikaohjelmiin. Esimerkiksi jos kone käy ”luvottomasti” unohtuneen käsiohjauksen perusteella, niin seuraa tästä hälytys. [5, s. 52.]

Hälytyksiä pystytään ohjelmoimaan kaikkiin indikoiteihin, mittauksiin ja laskennallisiin johdannaisuureisiin, esimerkiksi lämmöntalteenoton hyötysuhde. [5, s. 52.]

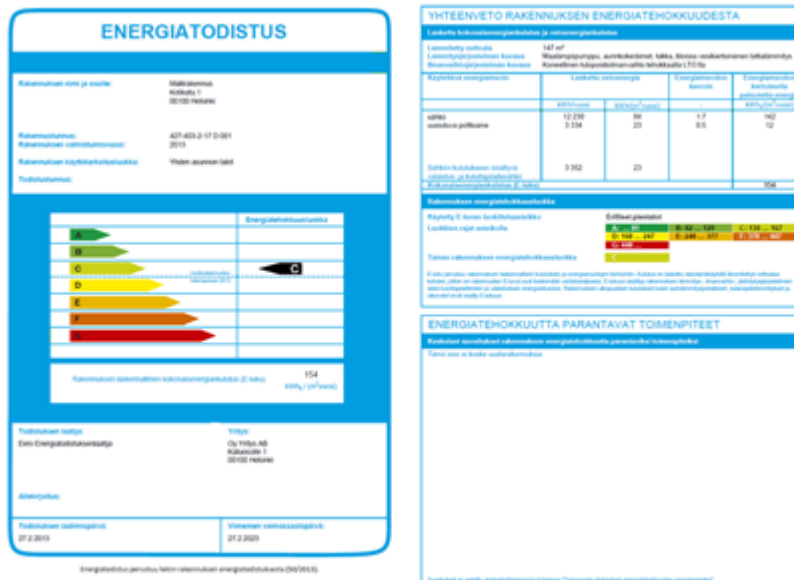
7.2.3 Raportointi ja informaation tuottaminen

Rakennuksen energiatehokkuuden arvioinnissa keskeisin tunnusluku on sen absoluuttinen vuosikulutus, joka koskee sekä lämmön-, sähkön- ja vedenkulutusta. Kytkemällä lämmön-, sähkön- ja vedenkulutukset järjestelmään saadaan niistä monipuolisia kaavioita ja tulostuksia raportointiohjelman avulla. [5, s. 52]

Graafinen tulostus on kuukausijaksotuksella kuvattu vertailu edelliseen tai edellisiin vuosiin, jonka perusteella voidaan helposti arvioida rakennuksen käyttöastetta ja toimivuutta sekä verrata sitä muihin rakennuksiin. Graafista trend-tulostusta voidaan käyttää prosessin toiminnan optimointiin ja tarkkailuun. Tulostukseen kytketyt suureet kuvataan aika-akselilla. Tulostus voidaan liittää historiatallenteeseen, josta voidaan jälkikäteen tarkastella toimintaa halutulta aikaväliltä. Tämä on erinomainen työkalu analysoimaan häiriötilanteita, joita esiintyy satunnaisesti. [5, s. 52.]

7.3 Energiatodistus

Ympäristöministeriö on luonut rakennusten energiatehokkuuden kehittämistä ja ohjausta varten luokitusjärjestelmän, jonka keskeisin ilmentymä on energiatodistus (Kuva 8). Energialuokka perustuu uudisrakennuksissa laskennallisella menetelmällä ja vanhoissa rakennuksissa toteutuneeseen kulutukseen. [5, s. 50.]



Kuva 8. Energiatodistus. [18.]

Energiatodistuksessa rakennukselle annetaan ET-luku eli energiatehokkuusluku, joka määrittellään jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. [5, s. 50.]

Vuoden 2012 alusta ET-luku korvattiin E-luvulla, kun alettiin käyttämään uutta energiatehokkuuden määrittelyä. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennuksen standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden.

Energiamuotojen kertoimet (rakentamismääräykset D3):

- sähkö 1,7
- kaukolämpö 0,7
- kaukojäähdytys 0,4
- uusiutuvat polttoaineet 0,5
- fossiiliset polttoaineet 1,0.

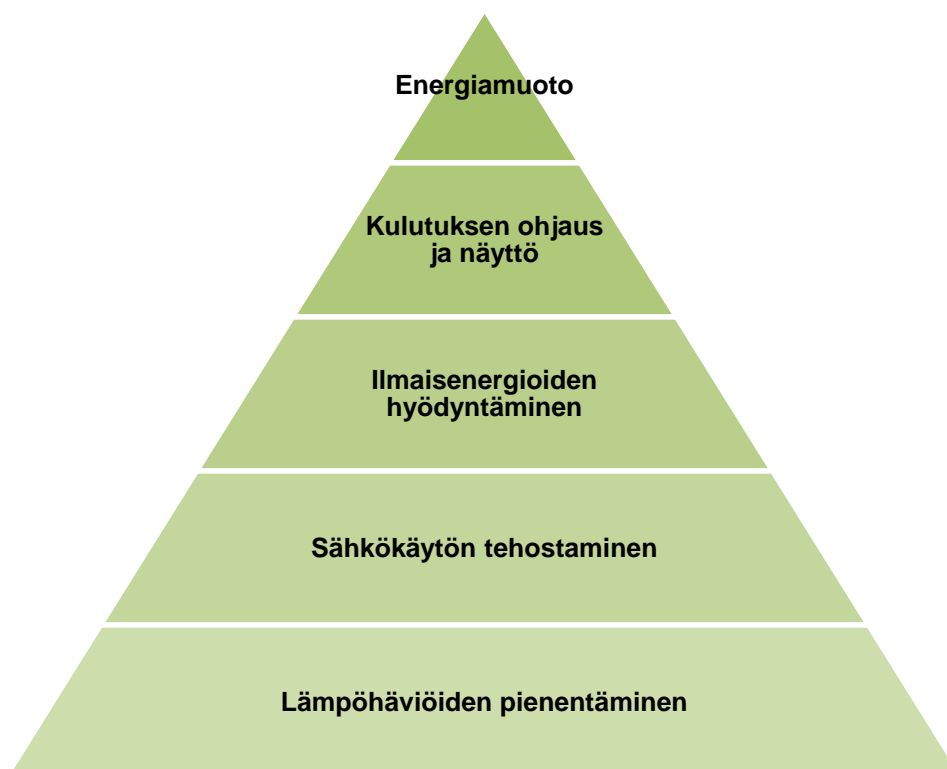
Energiamuotojen kertoimilla pyritään huomioimaan ympäristövaikutukset ja hyvittäämään rakennuksen mahdollinen oma energiantuotto. [5, s. 50.]

Rakennuksen energiatehokkuuden keskeisimmät tekijät ovat rakennuksen vaipan lämmöneristyskyky, ilmanvaihdon mitoitus- ja lämmöntalteenotto, ilmanvaihdon käyttöajat, rakennuksen tiiveys, sähkötehokkuus, jäähdytys, vedenkäyttö sekä säätötarkkuus. [5, s. 50.]

8 Energiatehokkuus rakennuksissa

8.1 Energiatehokkaan rakennuksen osatekijät

Ilmastotalkoiden tärkeä osa on rakennusten energiatehokkuuden parantaminen (Kuva 9). Energiatehokkuudessa on kyse rakennusten kokonaisuuden hallinnasta eikä vain yksittäisistä ratkaisuista. Rakennusten energiatehokkaan rakentamisen perusteena on järjestelmien lämpöhäviöiden pienentäminen, jolloin rakennusten energian tarve pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Tähän päästään ulkovaipan hyvällä lämmöneristyksellä ja tiiveydellä, tehokkaalla lämmöntalteenotolla ja ikkunoiden auringonsuojauksella. Tämän jälkeen tulee energian käytön tehostaminen hyödyntämällä ilmaisenergioita, energiatehokkaiden laitteiden, tarpeenmukaisen käytön ja kulutusnäytön avulla. Viimeisenä portaana on energiatuotantomuodon valinta, joka vastaa alhaisinta energiankulutusta. [15, s. 6.]



Kuva 9. Kioto-pyramidi. Portaat energiatehokkaaseen rakentamiseen. [15, s. 6.]

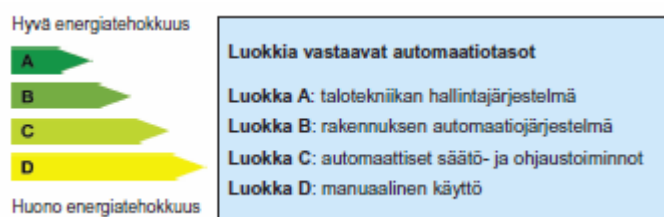
Energiatohokkuudessa keskeisellä sijalla on yhteen sovittava rakenne- ja talotekniikka, johon tarvitaan yksinkertaisia, yhteensopivia ja toimintavarmoja ratkaisuja sekä järjestelmiä. [15, s. 6.]

Arkkitehtisuunnittelussa energiatohokkuuteen vaikuttavia asioita ovat rakennuksen sijainti, materiaalit, tilat ja massoittelu sekä järjestelmien vaatimien reititysten ja tilojen hyvä suunnittelu. Rakennesuunnittelun osalta energiatohokkuuden keskeisiä asioita ovat rakenteiden kosteus- ja lämpötekniinen toiminta sekä ilmatiiviyys. [15, s. 6.]

Talotekniikan keskeisiä asioita energiatohokkuudessa ovat ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien valinta ja suunnittelu, valaistuksen suunnittelu sekä lämpimän käyttöveden valmistus. Automaatiojärjestelmän tulee huolehtia tarpeenmukaisista ohjauksista, esimerkiksi valaistuksen ohjauksesta, jotta valaistus ei olisi turhaa päällä ja että lämmitys ja jäähdytys eivät olisi samanaikaisesti päällä. Jotta tavoitteet saavutetaan kustannustehokkaasti, tulee edellä mainittujen osa-alueiden olla yhteensopivia. [15, s. 6.]

8.2 Standardin SFS-EN 15232 mukaiset tehokkuusluokitukset

Standardi SFS-EN 15232 rakennusten energiatohokkuus. Rakennusautomaation, säädön ja kiinteistöhoiton vaikutus energiatohokkuuteen jakaa rakennuksen automaation neljään eri tehokkuusluokkaan A-, B-, C- ja D-luokkaan (Kuva 10). [18, s. 8.]



Kuva 10. Automaatiotasolla on vaikutus rakennuksen energiatohokkuuteen. [18, s. 9.]

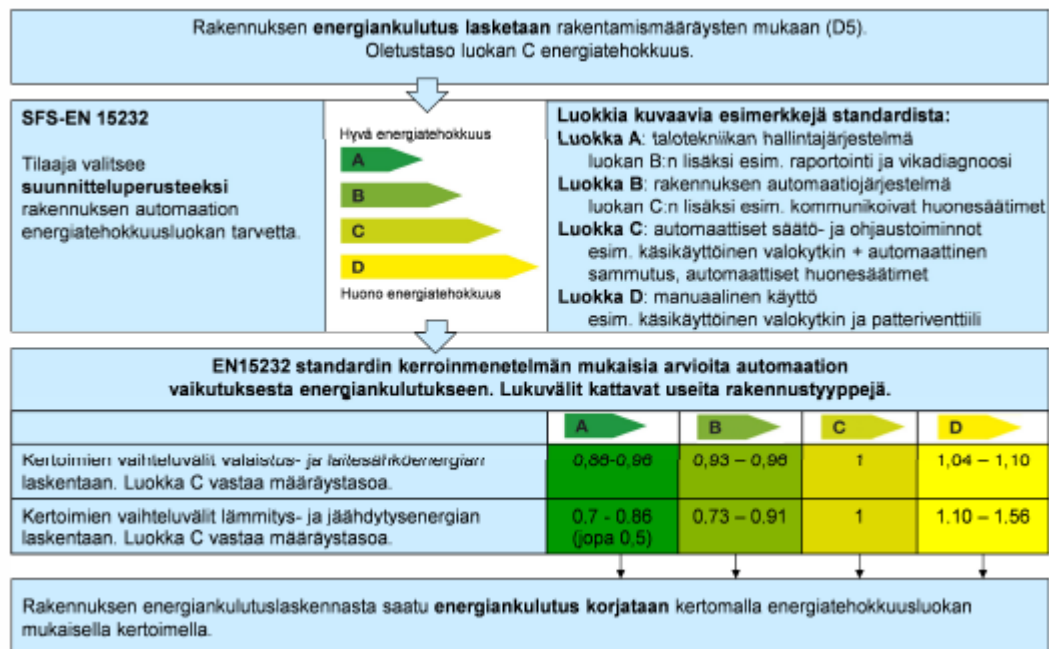
8.3 Rakennusten automaation suositus- ja tavoitetaso Suomessa

Rakennuksen automaatiolle määritetään Suomessa minimivaatimukset rakentamismääräyksissä. Minimivaatimus vastaa hyvin standardin SFS-EN 15232 tehokkuusluokkaa C. Suositustaso Suomessa on standardin SFS-EN 15232 tehokkuusluokka B, jos-

sa rakennuksen automaation kokonaisuus tukee tarpeenmukaista ja tehokasta energian käyttöä. Jotta suositustasolle päästään, täytyy rakennuksessa olla automaatiojärjestelmä sekä lämpötilasäätimien pitää kommunikoida keskitetysti ohjausratkaisun kanssa. Tavoitetasona Suomessa on energiatehokkuusluokka A. [18, s. 12.]

8.4 Energiatehokkuusluokitukset rakennuksen automaatioissa

Standardin SFS-EN 15232 perusteella voidaan arvioida energiatehokkaan rakennuksen automaation vaikutusta vertailemalla, minkä verran laskennallista energiankulutusta eritasoinen automaatio pienentäisi tai suurentaisi (Kuva 11). [15, s. 8.]



Kuva 11. Rakennuksen automaation energiatehokkuusluokitukset. [15, s. 9.]

8.4.1 Tehokkuusluokka A (talotekniikan hallintajärjestelmä)

Rakennuksen automaatioissa on huomioitu kattavasti energiatehokkuuteen liittyvät asiat. Automaation järjestelmät on toteutettu usealla järjestelmällä, jotka sisältävät keskeiset toiminnot kiinteistöhoitoon liittyen, pystyvät laajasti hyödyntämään toistensa tuottamaa informaatiota ja pystyvät tarpeenmukaiseen ohjaukseen. [15, s. 10.]

Tehokkuusluokan A automaatiota käytetään energiankulutuksen seurantaan, säätöön, ohjaamiseen, raportointiin ja poikkeamien ennakointiin sekä analysointiin, jolla saadaan vähennettyä tarpeetonta tai suunnittelematonta energiankulutusta. Tehokkuusluokka A mahdollistaa rakennuksessa tehokkaan energianhallinnan. Käyttäjä pystyy seuraamaan tunti-, vuorokausi- ja kuukausitasolla rakennuksen lämmön-, sähkön- ja vedenkulutusta. Järjestelmä tulostaa myös poikkeamahälytyksiä ja kulutusraportteja, joita käyttäjä pystyy lukemaan sekä järjestelmällä pystytään ohjamaan järjestelmään valittuja osia. [15, s. 10.]

8.4.2 Tehokkuusluokka B (rakennuksen automaatiojärjestelmä)

Tehokkuusluokan B edellytyksenä on, että automaatio on toteutettu rakennusautomaatiojärjestelmällä ja että tietyt automaatio- ja säätötoiminnot on toteutettu paremmin kuin tehokkuusluokassa C. Tehokkuusluokassa B järjestelmien huonesäätimet on liitetty tiedonsiirtoväylällä rakennuksen automaatiojärjestelmään. Tasolla B voidaan automaattisesti optimoida rakennusten eri järjestelmien toiminnot, kuten tarpeenmukaisien ohjausten toteutus. Tarpeenmukaisella ohjauksella pystytään laskemaan rakennuksen käyttöön perustuva ilmanvaihdon tai lämpötilan asetusarvoja esimerkiksi 2 tunnin ajaksi. [15, s. 9.]

8.4.3 Tehokkuusluokka C (automaattiset säätö- ja ohjaustoiminnot)

Tehokkuusluokan C rakennuksen automaatio vastaa tavanomaisen toteutuksen mukaista rakennuksen automaatiota, joka toteuttaa automatisoidut ohjaus- ja säätötoiminnot. Toimisto- ja liikerakennuksissa automaatio on toteutettu pääosin keskitetyillä säätö-, ohjaus- ja rakennusautomaatiojärjestelmillä. Toiminnot pystytään toteuttamaan myös erillisillä säätö- ja ohjauslaitteilla. [15, s. 9.]

8.4.4 Tehokkuusluokka D (manuaalinen käyttö)

Tehokkuusluokan D rakennuksen automaatiossa ei ole huomioitu rakennuksen energiatehokkuusasioita. Tyypillisesti rakennusten ratkaisut ovat käsikäyttöisiä, kuten esimerkiksi käsikäyttöiset sähkökytkimet, pellit tai patteriventtiilit. Standardin mukaan tehokkuusluokan D mukaiset järjestelmät pitäisi perusparantaa eikä uusia järjestelmiä pitäisi rakentaa tehokkuusluokan D mukaisesti. [15, s. 9.]

9 Rakennusautomaation hyötyjä

9.1 Kiinteistön energian hallinta ja säästö

Rakennuksen energiankulutusta hallitaan siten, että saavutetaan asetetut energiankulutustavoitteet. Lämpötilaa, ilmavirtaa ja valaistusta ohjataan sekä säädetään tarpeen mukaisesti. Pystytään seuraamaan sähkötehon ja läsnäolon käyttöasteita. Automaation avulla tehostetaan energian käytön seuranta, jolloin voidaan puuttua väärin toimiviin kohteisiin. [19, s. 1.]

9.2 Huolto ja kunnossapito

Huolto- ja kunnossapitotoimintaa pystytään tehostamaan asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Varaosien ja työn seuranta on tehokkaampaa, kun varaosatilanteen raportointi on ajan tasalla sekä työraportit ja niiden seuranta on oikeilla henkilöillä. [19, s. 2.]

Vikadiagnostiikka ja virheilmoitukset

Osin tai täysin automatisoitu kunnonvalvonta kohdistaa toimenpiteet vikaantuneisiin laitteisiin, jolloin määräväleihin tehtävät huollot ovat tarpeen harvemmille laitteille. Kustannus- ja ajansäästö laitevikojen selvittelyssä on tehokkaampaa ja vikojen paikallistaminen nopeutuu, kun automaatio suunnittelu on tehty oikein. [19, s. 2.]

Huoltotyön ja käytön parantaminen

Kaukovalvonnan avulla helpotetaan huoltotöitä. Osa päivystystehtävistä pystytään selvittämään niin sanotusti kotoa käsin, ja täytyy puuttua ainoastaan kriittisiin tapauksiin. Kiinteistön hallinta on tehokasta ja helposti omaksuttavaa, jolloin se helpottaa käyttäjää. [19, s. 2.]

9.3 Parempi sisäilmasto ja turvallisuuden lisääminen

Pystytään ohjamaan sisäilmastoa niin, että saavutetaan asetetut sisäilmastotavoitteet ja saadaan parempi tuottavuus. Sisäilmastolla on erittäin suuri vaikutus esimerkiksi

työpaikoilla. Oikein säädettynä ja viritettynä sisäilma lisää viihtyvyyttä ja auttaa ihmisiä jaksamaan paremmin sekä vähentää poissaoloja. [19, s. 1.]

Turvallisuuskriittisiä toimintoja pystytään paremmin testaamaan ja valvomaan automaatiojärjestelmän avulla, esimerkiksi testaamalla määrävälein palopeltien toiminta, oikean toiminnan varmistamiseksi. [19, s. 3.]

10 Rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilanneselvitys raportti

10.1 Nykytilanneselvitys

Rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilanneselvityksessä käydään läpi rakennuksen automaatiojärjestelmä. Nykytilanneselvityksen tarkoituksena on selvittää, toimiiko rakennusautomaatio rakennukselle asetettujen vaatimusten mukaisesti ja vastaako toiminta ylläpidon ja käytön tarpeeseen. Selvityksen tuloksena saadaan kuva automaatiojärjestelmän kunnosta ja nykytilanteesta, jonka pohjalta voidaan suositella mahdollisia jatkotutkimuksia. Järjestelmän jatkotutkimusten tarpeellisuuteen vaikuttavat rakennusautomaation tekninen käyttöikä, kunnostettavan ilmastointijärjestelmän laajuus, järjestelmään vaikuttavat toiminnot sekä varaosien saanti ja laajennettavuus. [20, s. 1,4.]

Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän dokumenteista selvitetään dokumentaation nykytilanne. Tarkastettavia dokumentteja ovat

- säätökaaviot
- toimintaselostukset
- tasokuvat
- huoltokirja
- alakeskusten kokoonpano- ja kytkentäkuvat

- kone- ja laiteluettelot. [20, s. 1,4.]

10.2 Kohdekierros kiinteistössä

Kiinteistöön tehdään kohdekierros, jossa selvitetään rakennusautomaation nykytilanne ja järjestelmään tehdyt mahdolliset muutokset. Pääasiallisesti tarkastus tehdään aisti-varaisesti sekä haastatteleamalla kiinteistön tilojen käyttäjiä. [20, s. 4; 21.]

Rakennusautomaation nykytilanneselvitys raporttiin kirjataan alla listatut asiat:

10.2.1 Yleistiedot

Yleistiedot kohdassa (Liite 1) raporttiin merkitään kiinteistön tiedot, selvityksen suorittaja ja päivämäärä. Laitteistot-kohtaan merkitään automaatiojärjestelmän malli, valvomon ohjelmiston versio, jatkohälytykset sekä etäyhteys, mikäli kiinteistössä sellaiset ovat käytössä.

10.2.2 Valvontajärjestelmä

Valvontajärjestelmän tarkastuksessa raporttiin (Liite 1) merkitään valvomon tietokoneen käyttöjärjestelmä, laitetoimittajan ohjelmisto, mahdolliset lisäohjelmistot ja lisälaitteet sekä merkitään valvomon sijainti.

Valvontajärjestelmälle tehdään taulukossa 2 esitetyt tarkastustoimenpiteet ja raporttiin merkitään, onko toimenpiteet kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 2. Valvontajärjestelmän tarkastukset. [21; 22; 23.]

Grafiikka/toimintakaaviot	Tarkastetaan järjestelmän toiminnallisuus, ymmärrettävyys ja helppokäyttöisyys sekä, että tasokuvat, prosessikaaviot, järjestelmäkaaviot ja pisteet ovat suunnitelmien mukaiset.
Jatkohälytykset	Mikäli kiinteistössä on jatkohälytykset käytössä, niiden toiminta tarkastetaan esim. saako huoltomies puhelimeen tiedon, jos jokin koneista/laitteista hälyttää.
Etäkäyttöohjelmat	Mikäli kiinteistössä on käytössä etäkäyttöohjelma, tarkastetaan sen toimivuus.
UPS-laitteet	Onko järjestelmässä UPS-laitteita.
Huollot, varmuuskopiot	Tarkastetaan valvomon huoltoloki, milloin on viimeisin huolto tai päivitys tehty. Löytyykö varmuuskopioita.
Mittaukset	Käydään läpi valvomon grafiikalta koneiden/laitteiden mittausten paikkaansa pitävyyttä ja toimintaa, todennus voidaan suorittaa esimerkiksi muuttamalla asetusarvoa tai ohjausta.
Ohjaukset ja tilatiedot	Käydään läpi valvomon grafiikalta koneiden/laitteiden ohjauksien ja tilatietojen paikkaansa pitävyyttä ja toimintaa, todennus voidaan suorittaa esimerkiksi muuttamalla asetusarvoa tai ohjausta.
Asetusarvot ja säädöt	Tarkastetaan, että koneiden/laitteiden asetusarvot ja säädöt on asetettu oikein.
Aikaohjelmat	Käydään läpi koneiden/laitteiden aikaohjelmien vastaavuus todelliseen käyttöön nähden.
Hälytyshistoria	Tarkastetaan hälytyksien määrä, niiden toistuvuus sekä ajankohta. Historiatietojen tallennuksen toiminta, esimerkiksi keruut on määritelty riittävän pitkälle ajalle.
Historiatrendiseuranta	Tarkastetaan säätöpiirien toimivuus, esimerkiksi seuraako tuloilman lämpötila muuttunutta asetusarvoa, jäähdytetäänkö ja lämmitetäänkö samanaikaisesti. Onko säätöpiireihin liittyvät pisteet asetusarvoineen esitetty historiatrendeissä.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtiin voidaan tarkentaa valvontajärjestelmässä havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.3 Alakeskukset

Alakeskukset-kohdassa raporttiin (Liite 1) listataan kiinteistön valvonta-alakeskukset. Valvonta-alakeskuksista merkitään valvonta-alakeskuksen tunnus, sijainti, säätimen malli sekä moduulien lukumäärä.

Alakeskuksille tehdään taulukossa 3 esitetyt tarkastustoimenpiteet ja raporttiin merkitään, onko toimenpiteet kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 3. Alakeskuksien tarkastukset. [21; 22; 23.]

Käyttöliittymä	Tarkastetaan valvonta-alakeskuksen käyttöliittymän toiminta.
Huollot, varmuuskopiot	Tarkastetaan valvonta-alakeskuksen huoltoloki, milloin on viimeisin huolto tai päivitys tehty. Löytyykö varmuuskopioita.
Dokumentointi	Tarkastetaan löytyykö valvonta-alakeskuksesta kokoonpano- ja kytkentäkuvat sekä käydään läpi niiden paikkaansa pitävyyden.
Laitemerkinnät	Tarkastetaan valvonta-alakeskuksen laitemerkinnät ja niiden vastaavuus suunnitelma-asiakirjoihin.
Hälytykset	Tarkastetaan onko valvonta-alakeskuksen käyttöliittymässä aktiivisena olevia hälytyksiä.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtiin voidaan tarkentaa valvonta-alakeskuksissa havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.4 Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet kohdassa raporttiin (Liite 1) listataan kiinteistön ilmanvaihtokoneet sekä tehdään taulukossa 4 esitetyt tarkastustoimenpiteet ja raporttiin merkitään, onko toimenpiteet kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 4. Ilmanvaihtokoneiden tarkastukset. [21; 22; 23.]

IV-kone	Ilmanvaihtokoneen tunnus.
Vaikutusalue	Mihin tilaan ilmanvaihtokone vaikuttaa kiinteistössä.
VAK	Mihin valvonta-alakeskukseen ilmanvaihtokone on liitetty.
Mittaukset	Valvomon grafiikalta tarkastetaan mittauksien paikkaansa pitävyyden ja toiminta, todennus voidaan suorittaa esimerkiksi muuttamalla asetusarvoa tai ohjausta.
Kenttälaitteet	Ilmanvaihtokoneen anturit ja toimilaitteet tarkastetaan silmämääräisesti.
Säätöpiiri	Tarkastetaan säätöpiirin toiminta.
Lukitukset	Tarkastetaan lukitusten toiminta.
Hälytykset	Onko ilmanvaihtokoneella aktiivisena olevia hälytyksiä.
Dokumentointi	Tarkastetaan, että ilmanvaihtokoneelta löytyvät ajantasalla olevat säätökaaviot sekä toimintaselostukset.
LTO-hyötysuhde	Valvomon grafiikalta merkitään ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton hyötysuhde.
LTO-tyyppi	Lämmöntalteenoton tyyppi (glykoli, pyörivä, kuutio), jos ilmanvaihtokoneessa on lämmöntalteenotto.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtaan voidaan tarkentaa ilmanvaihtokoneilla havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.5 Erillispoistopuhaltimet

Erillispoistopuhaltimet kohdassa raporttiin (Liite 1) merkitään kiinteistön kaikki erillispoistopuhaltimet ja selvitetään taulukossa 5 esitetyt asiat. Raporttiin merkitään, onko toiminnot kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 5. Erillispoistopuhaltimen tarkastukset. [21; 22; 23.]

Tunnus	Erillispoistopuhaltimen tunnus.
Vaikutusalue	Mihin tilaan erillispoistopuhallin vaikuttaa.
Toiminta	Tarkastetaan erillispoistopuhaltimen toiminta. Kunnossa: +, korjattavaa: -, ei tarkastettu: o
VAK	Mihin valvonta-alakeskukseen erillispoistopuhallin on liitetty.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtaa voidaan tarkentaa erillispoistopuhaltimissa havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.6 Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmä kohdassa raporttiin (Liite 1) merkitään kiinteistön lämmitysjärjestelmät ja tehdään taulukossa 6 esitetyt tarkastukset. Raporttiin merkitään, onko toimenpiteet kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 6. Lämmitysjärjestelmän tarkastukset. [21; 22; 23.]

Laite	Lämmitysjärjestelmän laitteen tunnus.
Vaikutusalue	Mihin tilaan lämmitysjärjestelmän laite vaikuttaa kiinteistössä.
VAK	Mihin valvonta-alakeskukseen laite on liitetty.
Mittaukset	Valvomon grafiikalta tarkastetaan mittauksien paikkaansa pitävyys ja toiminta, todennus voidaan suorittaa esimerkiksi muuttamalla asetusarvoa tai ohjausta.
Kenttälaitteet	Lämmitysjärjestelmän laitteen anturit ja toimilaitteet tarkastetaan silmämääräisesti.
Säätöpiiri	Tarkastetaan säätöpiirin toiminta.
Lukitukset	Tarkastetaan lukitusten toiminta.
Hälytykset	Onko lämmitysjärjestelmän laitteella aktiivisena olevia hälytyksiä.
Dokumentointi	Tarkastetaan, että lämmitysjärjestelmän laitteelta löytyvät ajantasalla olevat säätökaaviot sekä toimintaselostukset.

Verkostot kohdassa raporttiin (Liite 1) liitetään lämmitysjärjestelmän laitteiden säätökäyrät kuvina. Käyttöveden asetusarvo-kohtaan merkitään lämmitysjärjestelmän käyttöveden asetusarvo ja ulkolämpötila-kohtaan merkitään ulkolämpötila tarkastushetkellä.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtaan voidaan tarkentaa lämmitysjärjestelmissä havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.7 Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytysjärjestelmä kohdassa raporttiin (Liite1) merkitään kiinteistön jäähdytysjärjestelmät ja tehdään taulukossa 7 esitetyt tarkastustoimenpiteet. Raporttiin merkitään, onko toimenpiteet kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 7. Jäähdytysjärjestelmän tarkastukset. [21; 22; 23.]

Laite	Jäähdytysjärjestelmän laitteen tunnus.
Vaikutusalue	Mihin tilaan jäähdytysjärjestelmän laite vaikuttaa kiinteistössä.
VAK	Mihin valvonta-alakeskukseen laite on liitetty.
Mittaukset	Valvomon grafiikalta tarkastetaan mittauksien paikkaansa pitävyyden ja toiminta, todennus voidaan suorittaa esimerkiksi muuttamalla asetusarvoa tai ohjausta.
Kenttälaitteet	Jäähdytysjärjestelmän laitteen anturit ja toimilaitteet tarkastetaan silmämääräisesti.
Säätöpiiri	Tarkastetaan säätöpiirin toiminta.
Lukitukset	Tarkastetaan lukitusten toiminta.
Hälytykset	Onko jäähdytysjärjestelmän laitteella aktiivisena olevia hälytyksiä.
Dokumentointi	Tarkastetaan, että jäähdytysjärjestelmän laitteelta löytyvät ajantasalla olevat säätökaaviot sekä toimintaselostukset.

Verkostot kohdassa raporttiin (Liite 1) liitetään jäähdytysjärjestelmän laitteiden säätökäyrät kuvina. Ulkolämpötila-kohtaan merkitään ulkolämpötila tarkastushetkellä.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtiin voidaan tarkentaa jäähdytysjärjestelmässä havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.8 Erillispisteet

Erillispisteet-kohdassa käydään läpi valvomosta kaikki kiinteistön erillispisteet ja merkitään ne raporttiin. Erillispisteistä selvitetään taulukossa 8 esitetyt asiat ja merkitään raporttiin, onko toiminnot kunnossa vai onko niissä jotakin puutteita/korjattavaa.

Taulukko 8. Erillispisteiden tarkastukset. [21; 22; 23.]

Ohjaukset	Erillispisteen tunnus, esimerkiksi ulkovalaistus UV1.
VAK	Mihin valvonta-alakeskukseen erillispiste on liitetty.
RK	Mihin ryhmäkeskukseen erillispiste on liitetty.
Toiminta	Tarkastetaan erillispisteiden toiminta. Kunnossa: +, korjattavaa: -, ei tarkastettu: o
Hälytykset	Onko erillispisteillä aktiivisena olevia hälytyksiä.

Lisätiedot- ja lisää kuva -kohtaan voidaan tarkentaa erillispisteiltä havaitut viat, puutteet yms. sekä liittää tarkentavia kuvia.

10.2.9 Käyttäjien kommentit

Saadut tiedot -kohtaan (Liite 1) merkataan esimerkiksi huoltomieheltä saatuja tietoja kiinteistön ongelmista tai puutteista, esimerkiksi jos tilojen käyttäjät ovat kertoneet, että kiinteistössä on huono sisäilma, liian kuuma tai liian kylmä.

Yleisiä huomioita -kohtaan voidaan merkitä kohdekierroksella itse havaittuja ongelmia tai puutteita.

11 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli saada yritykselle yhtenäinen kohteesta riippumaton raporttipohja rakennusautomaation nykytilanneselvityksiä varten. Raportista saatiin tehtyä yksinkertainen ja helposti täytettävä ja siitä tilaaja saa helposti ymmärryksen oman kiinteistönsä rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilasta. Raporttipohjan suunnittelussa sain tukea muilta yrityksen automaatio suunnittelijoilta, joiden kanssa käytiin läpi asioita, mitä nykytilanneselvityksessä pitäisi käydä läpi. Raporttipohja tehtiin KotoPro-

ohjelmalla, jotta siitä saatiin yhtenevä muiden yritysten tarkastusdokumenttien kanssa. Raporttipohjaa on tarkoitus tulevaisuudessa kehittää tarpeiden mukaisesti.

Lähteet

1. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy -kotisivut. Verkkodokumentti. <<http://www.ayravainen.fi>>. Luettu 15.6.2017.
2. Rakennusautomaatio, sähköalantietokansio. Sähköinfo Oy.
3. Värjä, Pertti & Mikkola, Jukka-Matti. Uusi kiinteistöautomaatio 1999. Mikro-oppi.
4. Talotekniikan automaatio, käyttäjän opas. Suomäki, Jorma ja Vepsäläinen, Sami. 2013. Kiinteistöalan kustannus Oy.
5. Rakennusautomaatiojärjestelmät ST-käsikirja 17. 2012. Sähkötieto Ry.
6. Broadcasting House in the 1930s. Verkkodokumentti. <http://www.orbem.co.uk/bh32/bh32_sb.htm>. Luettu 31.7.2017.
7. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa1, RYL 2002. Rakennustieto.
8. Paavilainen, Antti. 2016. Rakennusautomaatio. Metropolia
9. Paavilainen, Antti. 2011. Kiinteistöautomaatio ja kaukovalvonta (HMT). Metropolia.
10. ST-kortisto ST21.32 Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten huomioonottaminen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelussa. 2012. Sähkötieto Ry.
11. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät, ST-käsikirja 21. 2006. Sähkötieto ry.
12. Official website of ASHRAE SSPC 135. Verkkodokumentti. <<http://www.bacnet.org/index.html>>. Luettu 18.8.2017.

13. Avoimen LON-väylän tekniikan toteutuksia, ST-käsikirja 15. 2000. Sähkötietory.
14. Luovat sähköjärjestelmät, Luova Sähkö Oy. Verkkodokumentti. <<http://luovasahko.fi/knx-kotiautomaation-lyhyt-oppimaara/>>. Luettu 21.8.2017.
15. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen, perusteet ja opas. 2012. Verkkodokumentti. <http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf> Luettu 24.7.2017.
16. ST-kortisto ST710.10 Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. 2007. Sähkötietory.
17. Energiatodistus. <<http://www.energiatodistus.info/>>. Otettu 30.8.2017.
18. Automaation vaikutus rakennusten energiatehokkuuteen, Opas standardin SFS-EN 15232 käyttöön.2014. Sähkötietory.
19. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005. Verkkodokumentti. <http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf. BAFF>. Luettu 27.7.2017.
20. Ohje 7, IV-kuntotukimus, mittaus- ja säätölaitteet. 2016. Suomen LVI-liitto, SuLVI Ry.
21. Automaatiopalaveri. 2017. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy, Helsinki. Palaveri 17.8.2017.
22. Partimaa, Ville. 2017. Rakennusautomaatiosuunnittelija, Insinööritoimisto Äyräväinen Oy, Helsinki. Keskustelu 10.11.2017.
23. Apell, Anssi. 2017. Rakennusautomaatiosuunnittelija, Insinööritoimisto Äyräväinen Oy, Helsinki. Keskustelu 20.09.2017.

Rakennusautomaation nykytilanne selvitys raportti

ÄYRÄVÄINEN

RAKENNUSAUTOMAATION NYKYTILANNESELVITYS

30.11.2017

Sisällysluettelo

Yleistiedot	3
Kohde	3
Laitteisto	3
Valvontajärjestelmä	4
Tarkastukset	4
Alakeskukset	6
AK-1 (AK-71)	6
Tarkastukset	6
AK-2 (AK-72)	6
Tarkastukset	6
AK-2 (AK-73)	7
Tarkastukset	7
Ilmanvaihtokoneet	8
Erillispoistopuhaltimet	11
Purunpoistojärjestelmät	12
Lämmitysjärjestelmät	13
Verkostot	13
Jäähdytysjärjestelmät	14
Verkostot	14
Erillispisteet	15
Käyttäjien kommentit	16

Yleistiedot

Kohde

Kiinteistö	Storängens Skola
Osoite	Espoonlahdentie 10, 02320 Espoo
Selvityksen suorittaja	TKa & VP
Selvitys päivämäärä	29.11.2017

Laitteisto

Automaatiojärjestelmä	Atmostech
Valvomoversio	AtmosCare Grafikka (at_show Versio 14.3.6)
Jatkohälytykset	Kyllä (Alarmnet, hälytyksensiirtojärjestelmä)
Etäyhteys	Kyllä (TeamViewer 10)

Valvontajärjestelmä

Sijainti:	IV-konehuone
Käyttöjärjestelmä:	Windows XP
Laitetoimittajan ohjelmisto:	AtmosCare Grafiikka Versio 14.3.6
Lisäohjelmistot:	TeamViewer10, Alamnet, hälytyksensiirtojärjestelmä.

Tarkastukset

Grafiikka/toimintakaaviot:	Korjattavaa
Jatkohälytykset:	Korjattavaa
Etäkäyttöohjelmat:	Kunnossa
UPS-laitteet:	Korjattavaa
Huollot, varmuuskopiot:	Korjattavaa
Mittaukset:	Kunnossa
Ohjaukset ja tilatiedot:	Korjattavaa
Asetusarvot ja säädöt:	Korjattavaa
Aikaohjelmat:	Korjattavaa
Hälytyshistoria:	Korjattavaa

Lisätiedot:

Aikaohjelmat: Valvomon grafiikalta ei saada ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmia näkyviin. Näyttää arvoiksi vain kysymysmerkkejä.

Hälytystshistoria: Ei saatu näkyviin valvomon grafiikalta.

UPS-laitteet: Alakeskuksien UPS-laitteiden kunnon tarkastus. AK-72 ja AK73 laitteet vaikuttivat suhteellisen uusilta, mutta AK-71 UPS-laite oli todella vanha.

Valvomon ja alakeskuksien välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Jatkohälytykset eivät mene läpi.

Alakeskukset

AK-1 (AK-71)

Sijainti: Lämmönjakuhuone
Säädin: ATMOS88 ASMC
Moduuli(t): AI 3kpl, AO 1 kpl, DI 2kpl, DO 6 kpl, IMP 1kpl

Tarkastukset

Huollot, varmuuskopiot: Korjattavaa

Dokumentointi: Kunnossa

Laitemerkinnät: Kunnossa

Hälytykset: Korjattavaa

Lisätiedot: Alakeskus oli tarkastushetkellä pimeänä.
Alakeskuksen ja valvomon välinen yhteys poikki.

AK-2 (AK-72)

Sijainti: IV-konehuone
Säädin: AtmosWare iC1000
Moduuli(t): AI 3kpl, AO 1kpl, DI 7 kpl, DO 7kpl

Tarkastukset

Huollot, varmuuskopiot: Korjattavaa

Dokumentointi: Kunnossa

Laitemerkinnät: Kunnossa

Hälytykset: Korjattavaa

Lisätiedot: Alakeskuksen ja valvomon välinen yhteys poikki.

AK-2 (AK-73)

Sijainti: IV-Konehuone
Säädin: ATMOS88 ASMC
Moduuli(t): AI 3kpl, AO 1kpl, DI 5kpl, DO 6kpl

Tarkastukset

Huollot, varmuuskopiot: Korjattavaa

Dokumentointi: Kunnossa

Laitemerkinnät: Kunnossa

Hälytykset: Korjattavaa

Lisätiedot: Alakeskuksen ja valvomon välinen yhteys poikki.

Ilmanvaihtokoneet

IV-kone	Vaikutusalue	VAK	Mittaukset	Kentälaitteet	Säätöpiiri	Lukitukset	Hälytykset	Dokumentointi	LTO-hyötysuhde	LTO-tyyppi
TK01	Keittiö, ruokala	AK-2 (AK-72)	+	+	+	+	-	+	38%	Kuutio
TK02	Tekninen työ	AK-2 (AK-72)	+	+	+	+	-	+		Ei LTO:ta
TK03	Opetustilat	AK-2 (AK-72)	+	+	+	+	-	+	-	Pyörivä
TK04	Opetustilat	AK-2 (AK-73)	+	+	+	+	-	+	-	Pyörivä
TK05	Liikunta- ja auditoriotilat	AK-2 (AK-73)	+	+	+	+	-	+	-	Pyörivä

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Tuloilmakoje TK01, keittiö/ruokala:

Kun koneen sammuttaa, niin valvomo grafiikka näyttää, että kone olisi käynnissä. Tämä johtuu siitä, että valvomon ja alakeskuksen (AK-72) välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Mikään mittaus-, indikointi-, ohjaus-, tai säätöarvo ei muuttunut tarkastushetkellä valvomon grafiikalla.

Kojeseen TK01 liittyvät poistoilmapuhaltimet:

TK01-PF2 (keittiö) käy rinnan tuloilmakojeen TK01 kanssa.
TK01-PF3 (keittiö, sos.tilat) puhallin ei pyöri, ei lähde päälle edes ryhmäkeskuksen kytkimestä. Grafiikalla näyttää, että puhallin kävisi automaattilla. Huom! Poistoilmapuhallinta PF3 ei ole esitetty alkuperäisissä säätökaavioissa.

Tuloilmakoje TK02, tekninen työ:

Kun koneen sammuttaa, niin valvomo grafiikka näyttää, että kone olisi käynnissä. Tämä johtuu siitä, että valvomon ja alakeskuksen (AK-72) välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Mikään mittaus-, indikointi-, ohjaus-, tai säätöarvo ei muuttunut tarkastushetkellä valvomon grafiikalla.

Kojeseen TK02 liittyvät poistoilmapuhaltimet:

TK02-PF2 (maalaukset) käy paikallisesti omasta kytkimestä.
TK02-PF3 (hitsaus) käy paikallisesti omasta kytkimestä.
TK02-PF4 (purunpoisto) käy paikallisesti omasta kytkimestä.
TK02-PF6 (maalikaappi) käy aina. Huom! Poistoilmapuhallinta PF6 ei ole esitetty alkuperäisissä säätökaavioissa.

Kojeseen TK02 liittyvät paikallisesti ohjatut pellit:

TK02-FG3
TK02-FG4
TK02-FG5

Tuloilmakoje TK03, opetustilat:

Kun koneen sammuttaa, niin valvomo grafiikka näyttää, että kone olisi käynnissä. Tämä johtuu siitä, että valvomon ja alakeskuksen (AK-72) välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Mikään mittaus-, indikointi-, ohjaus-, tai säätöarvo ei muuttunut tarkastushetkellä valvomon grafiikalla. Poistoilmavirta hälyttää.

Kojeseen TK03 liittyvät poistoilmapuhaltimet:

TK03-PF2 (wc-tilat), kun tuloilmakoje TK03 pysähtyy, jää puhallin PF2 päälle.
TK03-PF3 (vetokaappi) käy paikallisesti omasta kytkimestä.
TK03-PF4 (happuhuone) käy aina.
TK03-PF5 (vetokaappi) käy paikallisesti omasta kytkimestä.
Poistoilmapuhaltimet PF3 ja PF5 käyvät samanaikaisesti, riippumatta siitä kumman kytkintä on painettu. Poistoilmapuhaltimilla on sama ryhmäkeskus kytkin, joka on merkattu tunnuksella (TK03-PF3).
Huom! Poistoilmapuhaltimia (PF2-PF5) ei ole alkuperäisissä säätökaavioissa.

Tuloilmakoje TK04, opetustilat:

Kun koneen sammuttaa, niin valvomo grafiikka näyttää, että kone olisi käynnissä. Tämä johtuu siitä, että valvomon ja alakeskuksen (AK-73) välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Mikään mittaus-, indikointi-, ohjaus-, tai säätöarvo ei muuttunut tarkastushetkellä valvomon grafiikalla.

Kojeeseen TK04 liittyvät poistoilmapuhaltimet:

TK04-PF2 (opetuskeittiö), kun tuloilmakoje TK04 pysähtyy, jää puhallin PF2 päälle.

TK04-PF3 (wc-tilat, A-osa 1.krs), kun tuloilmakoje TK04 pysähtyy, jää puhallin PF3 päälle.

TK04-PF4 (wc-tilat, B-osa 1.krs), kun tuloilmakoje TK04 pysähtyy, jää puhallin PF4 päälle.

TK04-PF5 (wc-tilat, B-osa 2.krs), kun tuloilmakoje TK04 pysähtyy, jää puhallin PF5 päälle.

Valvomon grafiikoilla esitetty vain wc-tilojen poistoilmapuhaltimet.

Opetuskeittiö puuttuu kokonaan.

Huom! Poistoilmapuhaltimia (PF2-PF5) ei ole alkuperäisissä säätökaavioissa.

Tuloilmakoje TK05, liikunta/auditoriotilat:

Kun koneen sammuttaa, niin valvomo grafiikka näyttää, että kone olisi käynnissä. Tämä johtuu siitä, että valvomon ja alakeskuksen (AK-73) välillä ei ollut tarkastushetkellä yhteyttä. Mikään mittaus-, indikointi-, ohjaus-, tai säätöarvo ei muuttunut tarkastushetkellä valvomon grafiikalla.

Kojeeseen TK05 liittyvät poistoilmapuhaltimet:

TK05-PF2 (liikunta sos.tilat), käy rinnan tuloilmakojeen TK05 kanssa.

Huom! Poistoilmapuhallinta PF2 ei ole esitetty alkuperäisissä säätökaavioissa.

Yleisiä huomioita:

Tuloilmakojeista ei näe aikaohjelmia, näyttää vain kysymysmerkkejä.

LTO-hyötysuhde laskennat puuttuvat.

Valvomon ja alakeskuksien välillä ei ole yhteyttä.

Erillispoistopuhaltimet

Tunnus	Vaikutusalue	Toiminta	VAK
Yllämpöpuhallin PK01-PF1	Lämmönjakohuone	+	AK-1 (AK-71)
Yllämpöpuhallin PK02-PF1	Sähköpääkeskus	+	AK-1 (AK-71)
Poistoilmahuone PK03-PF1	IV-konehuone	+	AK-2 (AK-72)
Poistoilmahuone PK04-PF1	Hissikonehuone	o	AK-1 (AK-71)
Poistoilmahuone PK04-PF2	Hissikuilu	o	AK-2 (AK-72)

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Poistoilmahuoneita PK01-PK04 ei ole liitetty valvomon grafiikoille.

Hissikonehuoneen ja hissikuilun poistoilmahuoneita emme pääseet testaamaan.

Purunpoistojärjestelmät

Tunnus	Vaikutusalue	Toiminta	VAK
Purunpoistolaitteisto	Tekninen työ	o	AK-2 (AK-72)

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Tarkastushetkellä purunpoistolaitteisto oli kokonaisuudessaan pois päältä, mutta valvomon grafiikalla puhallin indikoi, että purunpoistopuhallin (TK02-PF4) olisi päällä.

Lämmitysjärjestelmät

Laite	Vaikutusalue	VAK	Mittaukset	Kenttälaitteet	Säätöpiiri	Hälytykset	Dokumentointi
LS1	Käyttövesi	AK-1 (AK-71)	o	o	o	o	+
LS2	IV-lämmitys	AK-1 (AK-71)	o	o	o	o	+
LS3	Patteriverkosto	AK-1 (AK-71)	o	o	o	o	+
LS02 Lämmön sekoitusryhmä	Talonmiehen asunto	AK-1 (AK-71)	o	o	o	o	+
Kierrätysilmakoneet KK1-KK5	Tuulikaapit	Ei liitetty	o	o	o	o	+

Verkostot

Käyttövesi, asetusarvo °C: 58 °C

Ulkolämpötila °C:

Ei toimi.

Mittausarvo: 11,4 °C

Keskiarvo: 14,4 °C

Todellinen ulkolämpötila tarkastushetkellä: 1°C

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Tarkastushetkellä lämmönjakuhuoneen AK-1 (AK-71) kokonaisuudessaan pimeänä.

Valvomon ja alakeskuksen välillä ei yhteyttä, toimintaa ei pystytä todentamaan oikeaksi.

Jäähdytysjärjestelmät

Laite	Vaikutusalue	VAK	Mittaukset	Kentälaitteet	Säätöpiirit	Hälytykset	Dokumentointi
Kylmiöiden kylmälaiteisto JK01	Maita- ja lihakyymiot	AK-2 (AK-72)	+	+	+	-	+
Kylmiöiden kylmälaiteisto JK02	Juureskylmiö	AK-2 (AK-72)	+	+	+	-	+

Verkostot

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Mittausarvot eivät päivitty grafiikalle, koska valvomon ja alakeskuksen välillä ei ole yhteyttä.

Erillispisteet

Ohjaukset	VAK	Ryhmäkeskus	Toiminta	Hälytykset
Pakastin yhteishälytys	AK-1 (AK-71)		o	o
LVIA-jatkohälytys A-71	AK-1 (AK-71)		o	o
LVIA-jatkohälytys A-72	AK-2 (AK-72)		o	o
LVIA-jatkohälytys A-73	AK-2 (AK-73)		o	o
LVIA-jatkohälytys C	AK-1 (AK-71)		o	o
Ulkovalot	AK-1 (AK-71)		o	o
Käytävä-/aula valot	AK-1 (AK-71)		o	o
Porras-/erkkeri valot	AK-1 (AK-71)		o	o
Kattokaivot sulatus	AK-2 (AK-72)		o	o

Lisätiedot:

Kunnossa: + Korjattavaa: - Ei tarkastettu: o

Toimintaa ei pystytty todentamaan, koska lämmönjakohuoneen alakeskus AK-1 (AK-71) oli pimeänä tarkastushetkellä. Valvomon ja alakeskuksen välillä ei ollut yhteyttä.

Käyttäjien kommentit

- Yleisiä huomioita:**
- Alakeskuslaitteet ja IV-koneiden toimilaitteet iältään vanhoja.
 - Aikaohjelmat: Valvomon grafiikalta ei saada ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmia näkyviin. Näyttää arvoiksi vain kysymysmerkkejä.
 - Tiedonsiirto ongelmia koko järjestelmässä.

