



EKAT-hanke, nopeat kokeilut 2020

Integraatiokuvaus

Timo Silver, Integrio Oy

22.12.2020



## Sisällys

1	Johdanto	4
2	Taustaa: Talotekniset järjestelmät ja rakennusautomaatio	4
2.1	Rakennusautomaatio- ja kiinteistönhallintajärjestelmät	4
2.2	Rakennusautomaation tasot	6
3	Kiinteistön data	7
3.1	Trendiseurannat ja raportit	7
3.2	Ulkoiset raportointi- ja analysointipalvelut	8
3.3	Datan hyödyntäminen?	9
4	Integraatiotasot	9
5	Talotekniikan ICT-verkko	12
6	Esimerkkejä integraatioista	14
6.1	Esimerkkejä kenttäkerroksen integraatioista	14
6.2	Esimerkkejä hallintakerroksen integraatioista	15
6.3	Näkymiä tulevaisuuden integraatiotarpeista	16
7	Integraatorajapinnat	18
7.1	Väylätekniikat	18
7.1.1	Modbus	19
7.1.2	BACnet	20
7.1.3	KNX	21
7.1.4	LON	22
7.2	Ohjelmistorajapinnat (API:t)	22
7.3	Tiedostopohjaiset rajapinnat ja tietokannat	22
8	Integraatiokuvaus	23
9	Tietoturva	25
10	Perinteisen rakentamisen urakkarajat	25



10.1	Integraattori	27
11	Kiinteistön elinkaari ja integraatiot	28
12	Yhteenveto	29
13	Lähteet	30



## 1 Johdanto

Tämän dokumentin tarkoituksena on kuvata rakennusautomaatio- ja kiinteistönhallintajärjestelmien integraatiotasoa ja mahdollisia integraatoratkaisuja eri tasoilla. Lisäksi dokumentissa tuodaan esiin perinteisessä uudiskohteiden rakentamisessa havaittuja ongelmakohtia järjestelmien välisen integraation kannalta ja esitetään niihin ratkaisuja.

Integraatiokuvauksen pilottikohteena on käytetty VTS Kotien 2020 rakennuttamaa Opiskelijankatu 31:stä, jossa Integrio Oy toimii myös rakennusautomaatiourakoitsijana.

## 2 Taustaa: Talotekniset järjestelmät ja rakennusautomaatio

Talotekniset järjestelmät kattavat rakennuksissa esimerkiksi seuraavat järjestelmät [1]:

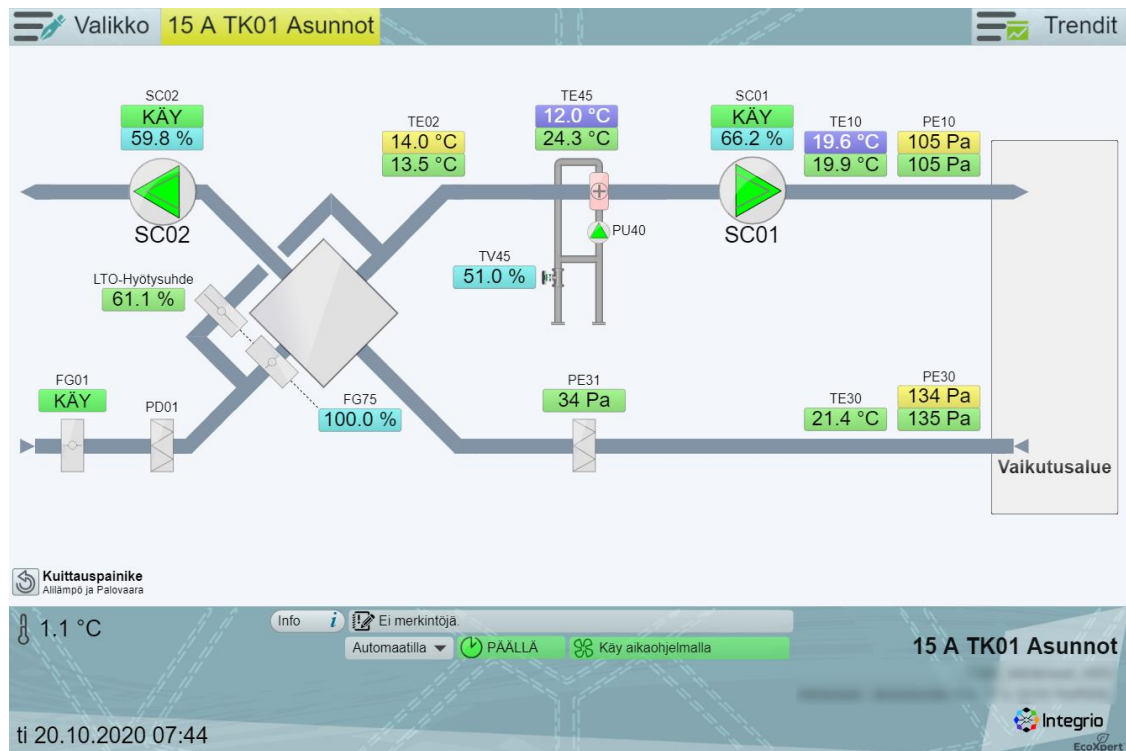
- **Lämmitysjärjestelmät:** lämmön tuotanto, siirto ja jakelu
- **Vesi- ja viemärijärjestelmä**
- **Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä**
- **Jäähdytysjärjestelmät**
- **Palontorjuntajärjestelmät:** paloilmaisu, hälytys, palopostit, sprinklerilaitteisto, savunpoistojärjestelmä yms.
- **Sähkö ja tietoliikennejärjestelmä:** valaistus, sähkölämmitys, sähkönjakelu, tietoverkko, turvallisuusjärjestelmä (esim. kulunvalvonta)
- **Rakennusautomaatiojärjestelmä:** kiinteistön ”aivot” eli järjestelmä, joka ohjaa ja valvoo koko kiinteistön talotekniikkaa ja toimii käyttöliittymänä taloteknisiin järjestelmiin.

### 2.1 Rakennusautomaatio- ja kiinteistönhallintajärjestelmät

Näistä viimeisin, eli *rakennusautomaatiojärjestelmä* ohjaa, valvoo ja säättää tyypillisesti kaikkia muita taloteknisiä järjestelmiä. Englannin kielessä käytetään tyypillisesti sanaa *building automation* (BA) järjestelmistä, jotka hoitavat rakennuksien ”perustoiminnallisuudet”, kuten lämmityksen, ilmanvaihdon ja tiettyjen sähköhjausten hallinnan. Englannin kielessä on myös toinen sana, *building management system* (BMS), jota käytetään usein kehittyneemmistä järjestelmistä, jotka perinteisen automaation lisäksi toimivat kiinteistön integraatioalustana ja eri käyttäjäryhmien käyttöliittymänä koko kiinteistön tekniikan, turvallisuuden, sisäilmaolosuhteiden ja energian hallintajärjestelmänä.



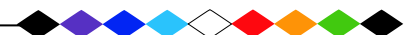
Käytämme tässä dokumentissa kuitenkin suomen kielessä vakiintunutta termiä *rakennusautomaatio* tarkoittamaan BMS-tyylisesti koko kiinteistön integraatioalustaa. Rakennusautomaatio lyhennetään usein *RAU* tai *RAU-järjestelmä*.



Kuva 1: Rakennusautomaation käyttöliittymä, ilmanvaihtokone

Modernin rakennusautomaatiojärjestelmän tehtävät:

- Eri prosessien ohjaus, valvonta ja säätö:
  - o Lämmitys
  - o Jäähdytys
  - o Ilmanvaihto
  - o Valaistus: tyypillisesti ulkovalaistus, usein myös sisävalaistuksia hallitaan automaatiojärjestelmä kautta
  - o Erillishajukset kuten: saunat, ulko-ovet, pesulat, kuivaushuoneet, ym.
  - o Tilakohtaiset ohjausjärjestelmät kuten huonesäädöt: esim. toimistojen tai hotellihuoneiden lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, valaistus
- Valvotaan erillisistä järjestelmistä tulevia hälytys- ja häiriötietoja, esim.
  - o Pumppaamojen vikahälytykset
  - o Paloilmoitin- ja turvalokeskusjärjestelmien häiriöt
  - o Ilmanvaihdon hätäseis



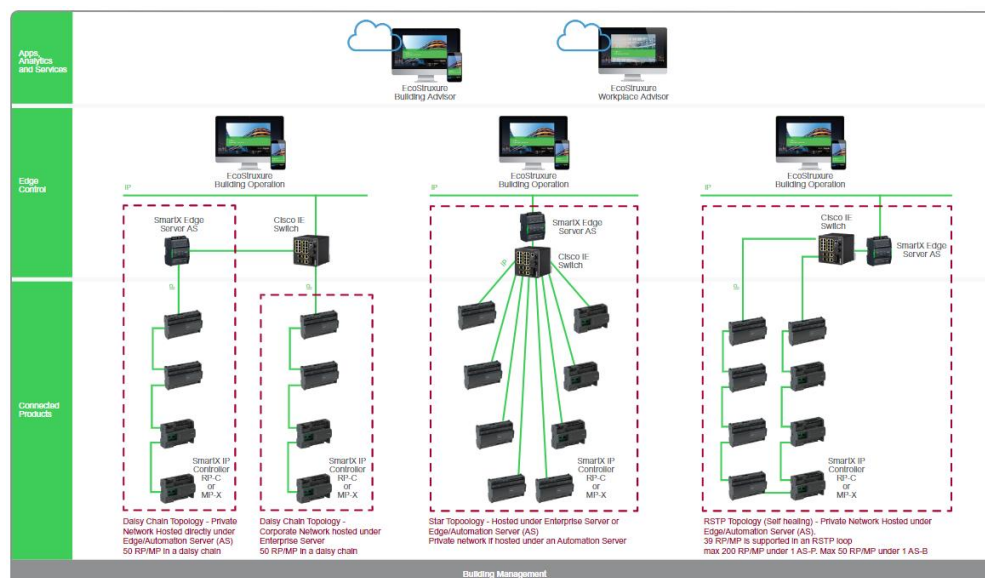
- Toimia koko kiinteistön talotekniikan käyttöliittymänä eri käyttäjäryhmille. Eri ryhmiä voivat olla esim.
  - o Kiinteistöpäälliköt
  - o Kiinteistöhuolto, kiinteistöhoitajat
  - o Tilojen käyttäjät
  - o Energia-asiantuntijat
- Raportointi: RAU-järjestelmä kerää myös dataa kaikista siihen liittyvistä järjestelmistä ja datan analysointia varten järjestelmään voidaan muodostaa erilaisia raportteja. Esimerkkejä:
  - o Trendiseurannat
  - o Online dashboardit
  - o Ajoitetut kulutusseurannat (esim. vesi, sähkö, lämpöenergia)

## 2.2 Rakennusautomaation tasot

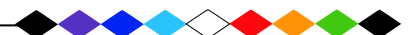
Rakennusautomaatiojärjestelmä toimii useilla eri tasoilla ja tässä on kuvattu päätasot muutamilla esimerkeillä [2]:

- **Kenttälaite-taso:** venttiilit, anturit, lähettimet, releet, kontaktorit
- **Alakeskustaso (edge):** ohjelmoitavat logiikat ja säätimet
- **Valvomotaso:** Valvomo-ohjelmistot, keskusvalvomot
- **Pilvitaso:** Pilvipohjaiset järjestelmät ja alustat

Seuraavassa kuvassa on esitetty erään laitevalmistajan arkkitehtuurimalli:



Kuva 2: Erään järjestelmätoimittajan arkkitehtuurimalli [3]

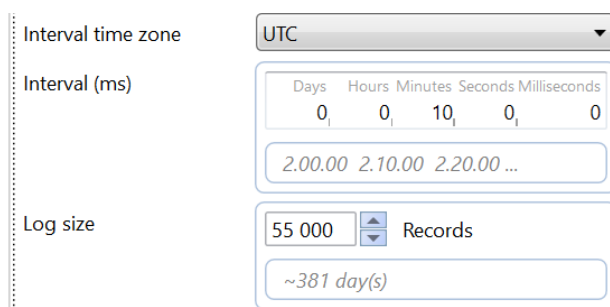


Kaikissa kiinteistöissä ei välttämättä ole kaikkia tasoja. Erityisesti nykyisin pienemmissä rakennuksissa (kuten yksittäiset asuinrakennukset) valvomotason toiminnot ovat siirtyneet alakeskustasoon. Näissä aiemmin tyypillisesti valvomossa olleet toiminnot ovat siirtyneet yhä kehittyneempiin alakeskuksiin. Näitä toimintoja ovat esim. web-pohjainen käyttöliittymä, varmuuskopiointi, käyttäjien hallinta, trendi- ja tapahtumaseuranta. Samoin vahvasti integroiduissa järjestelmissä automaatiojärjestelmään ei välttämättä sisälly juurikaan kenttälaitteita, vaan automaatiojärjestelmä toimii enemmänkin eri järjestelmien integraatioalustana.

### 3 Kiinteistön data

Rakennusautomaatiojärjestelmä sisältää ison määrän dataa. Osa datasta on reaaliaikaista tietoa järjestelmän tilasta (mm. mittausarvoja ja tilatietooja) ja osasta näistä kerätään historiadataa järjestelmän tietokantaan. Tästä datasta yleisesti käytetään nimitystä trendi.

Aiemmin historiadataa (trendidataa) kerättiin tyypillisesti automaatiojärjestelmän valvomontietokantaan, koska muistikapasiteetti alakeskuksilla oli varsin vaatimatonta. Nykyisin modernit järjestelmät kykenevät tallentamaan tätä dataa myös paikallisesti alakeskustasolla. Lisäksi datan näytteenottotaajuus on useimmiten tiheämpi ja dataa voidaan säilöä pidemmäksi aikaa. Tyypillistä kuitenkin on, että jokaiselle seurattavalle arvolle määritellään maksimi näytteiden määrä, jolloin järjestelmä itse poistaa vanhempaa dataa puskurin täytyessä. Monissa järjestelmissä puskurin koko voidaan laajentaa keskusvalvomojärjestelmän tietokantaa käyttäessä pidemmäksi kuin alakeskuksen omaan muistiin tallennettaessa.



Interval time zone	UTC										
Interval (ms)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Days</th> <th>Hours</th> <th>Minutes</th> <th>Seconds</th> <th>Milliseconds</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Days	Hours	Minutes	Seconds	Milliseconds	0	0	10	0	0
	Days	Hours	Minutes	Seconds	Milliseconds						
0	0	10	0	0							
	2.00.00 2.10.00 2.20.00 ...										
Log size	55 000 Records										
	~381 day(s)										

Kuva 3: Useimmissä järjestelmissä voidaan määrittellä näytteenottotaajuus ja puskurin koko

#### 3.1 Trendiseurannat ja raportit

Rakennusautomaatiojärjestelmät usein pystyvät itse muodostamaan erilaisia trendiseurantoja graafisesti esim. pylväs- ja viivadiagrammeina. Nämä ovat yleisesti hyvä työkalu



talotekniikka-asiantuntijan käyttöön, kun etsitään esimerkiksi vikatilanteiden aiheuttajaa tai vaikkapa olosuhteiden, kuten lämpötila ja CO<sub>2</sub>, muutosta tiettyä ajanhetkenä. Usein myös säätöjen virityksen parametreja voidaan hakea tutkimalla trendiseurantoja.

Rakennusautomaatiojärjestelmät sisältävät usein myös erilaisia työkaluja raporttien ja dashboardien luomiseen. Raportteja voidaan usein luoda erikseen haettavaksi tai ajastettuna ajettavaksi esim. pdf- tai Excel-muotoon. Monet järjestelmät voivat myös lähettää näitä automaattisesti esim. sähköpostilla ja raporttien muotoilua voidaan tehdä varsin monipuolisesti.

Dashboardeilla tai online-raportoinnilla sen sijaan useimmiten tarkoitetaan staattisten raporttien sijaan erilaisia näkymiä, joista voidaan katsoa reaaliaikaisesti järjestelmän tiettyjen arvojen käytöstä. Osa arvoista voi olla suoria mittaustietoja, osa taas useasta eri tiedosta laskettuja. Näitä voivat olla esim. energian, veden tai sähkönkulutuksen tietoja, lämpöpumppujen COP-arvoja tai olosuhteiden (lämpötila, CO<sub>2</sub>, kosteus, VOC...) tilaa.

Trendit, raportit ja dashboardit ovat aiemmin tyypillisesti olleet automaatiovalvomon toiminnallisuuksia. Nykyisin kuitenkin useimmissa järjestelmissä myös alakeskustasolla voidaan tehdä useimpiin käyttötarkoituksiin soveltuvaa raportointia. Valvomotaso tulee yleensä mukaan laajemmissa kohteissa tai kun halutaan luoda raportointia ja vertailua useammista kohteista.

### 3.2 Ulkoiset raportointi- ja analysointipalvelut

Vaikka useimmissa rakennusautomaatiojärjestelmissä onkin kattavat raportointiominaisuudet, on joskus tarpeen siirtää data erilliseen järjestelmään, joka tuottaa raportointia sekä analysoi valmiiksi dataa. Useilla kiinteistön omistajilla on useita eri rakennusautomaatiojärjestelmiä ja samalta merkiltäkin eri aikakausien tuotteita. Tällöin kiinteistön johdolle voi olla tarve saada raportointi ja analyysit muotoon, joka ei riipu alustalla olevasta järjestelmästä. Tyypillisesti mm. operatiivinen huoltotoiminta, kunnossapito, auditoinnit ja energiaojohtaminen vaativat hieman erityyppisiä raportteja ja analyyssejä, jotka kuitenkin voidaan muodostaa rakennusautomaatiojärjestelmän datasta. Tällöin integraatiot eri automaatiojärjestelmien kanssa nousevat avainasemaan. [4]





### 3.3 Datan hyödyntäminen?

Rakennuksien dataa hyödynnetään varsinaisen rakennuksen ulkopuolella tällä hetkellä varsin vähän. Viime vuosina on noussut muutamia palveluita, jotka tarjoavat mm. lämmityksen ja sähkön käytön optimointia kiinteistöissä tekoälyä hyödyntäen. Moni palvelu on integroitavissa rakennusautomaatioon, mutta melko useissa tapauksissa kiinteistöön tuodaan erillinen laite ohjaamaan esim. lämmitystä rakennusautomaatiojärjestelmän ohi. Monessa palvelussa kiinteistöön tuodaan myös omia IoT-pohjaisia antureita, mikäli dataa ei ole saatavissa järjestelmästä. On myös paljon erilaisia sisäolosuhteisiin, tilojen varaukseen, valaistukseen, ym. liittyviä palveluita, jotka voisivat hyödyntää rakennusautomaation sisältämää dataa, mutta useimmiten palveluntarjoajat lisäävät omia antureita, jotka palvelevat vain kyseistä järjestelmää.

Modernit rakennusautomaatiojärjestelmät nykyisin sisältävät valtavan määrän dataa, mutta sitä hyödynnetään verrattain vähän rakennuksen ulkopuolella. Hyvällä integroituvuudella ja standardien mukaisilla rajapinnoilla luotaisiin paremmin tekniset edellytykset datan hyödyntämiseen ja myös kaksisuuntaiseen tiedon vaihtoon muiden järjestelmien ja palveluiden kanssa.

## 4 Integraatiotasot

Järjestelmäintegraatioita on mahdollista tehdä järjestelmän eri tasoilla. Tasot voidaan jakaa esimerkiksi seuraavalla tavalla [2]:

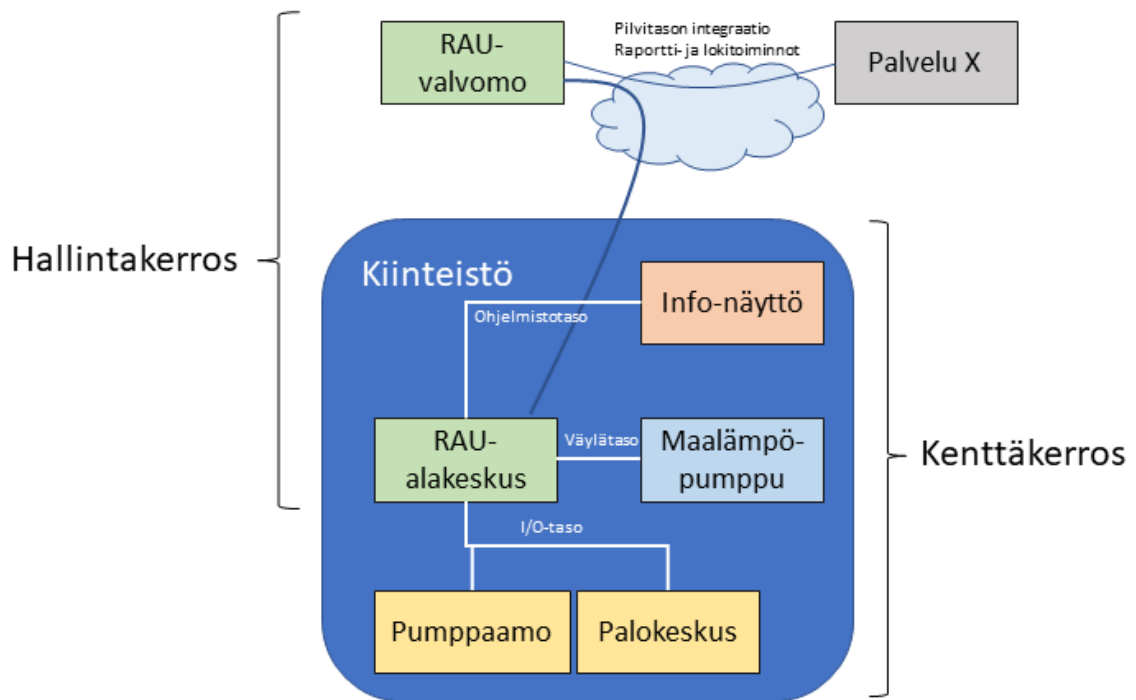
- I/O-tason integrointi
- Väylätason integrointi
- Valvomo- ja ohjelmistotason integrointi
- Pilvitason integrointi
- Raportti- ja lokitoiminnot

Lisäksi integraatiotasot voidaan jakaa karkeasti kahteen kerrokseen:

- Kenttäkerros
- Hallintakerros.

Kerrokset menevät hieman limittäin tapauskohtaisesti. Kenttäkerros ylettyy tapauksesta riippuen I/O-tasosta valvomo- ja ohjelmistotasoon. Hallintakerros ulottuu väylätasosta raportti- ja lokitoimintoihin. Seuraavassa lyhyt kuvaus eri integraatiotasosta mukailien lähdeä [2].

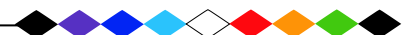




Kuva 4: Esimerkki integroidusta automaatiokokonaisuudesta

**I/O-tason integroinnilla** tarkoitetaan hyvin alkeellista integraatiota useimmiten kahden eri laitteen välillä kohteessa. Periaatteessa tätä ei välttämättä edes useimmin kutsuta integraatioksi, vaan kyse on automaatiojärjestelmän normaalista toiminnasta. Esimerkkejä voi olla mm. palojärjestelmän vika-, huolto- ja palotilan ilmaiseminen koskettimella, jonka automaatiojärjestelmä tunnistaa DI (digital input) -kanavalla. Valtaosa RAU-järjestelmään liitettävistä erillishälytyksistä toteutetaan tällä tavalla. Tapa on reaaliaikainen ja varsin luotettava. Huonona puolena tällä tavalla ei voida tehdä kovin monipuolista tiedon vaihtoa ilman mittavaa määrää IO-pisteitä ja lisäksi räätälöitävyys on melko heikkoa.

**Väylätason integrointi** tarkoittaa sitä, että laitteet tai järjestelmät yhdistetään käyttäen useimmiten standardia (tai joskus epästandardiakin) protokollaa käyttäen. Väyläprotokollat sisältävät usein erilaisia tietotyyppisiä ja järjestelmien ja laitteiden välillä voidaan väyläprotokollilla siirtää esim. lukemia, tekstiä, on-off -tietoja ja jossain tapauksissa monimutkaisempiakin tietotyyppisiä, kuten hälytyksiä ja aikaohjelmia. Väylät voivat käyttää fyysisenä siirtotienä useimmiten joko RS485-väylää (kierretty parikaalepi) tai IP-verkko-pohjaista ratkaisua. Väyläprotokollia käytetään esimerkiksi sähkö- ja energiamittareiden



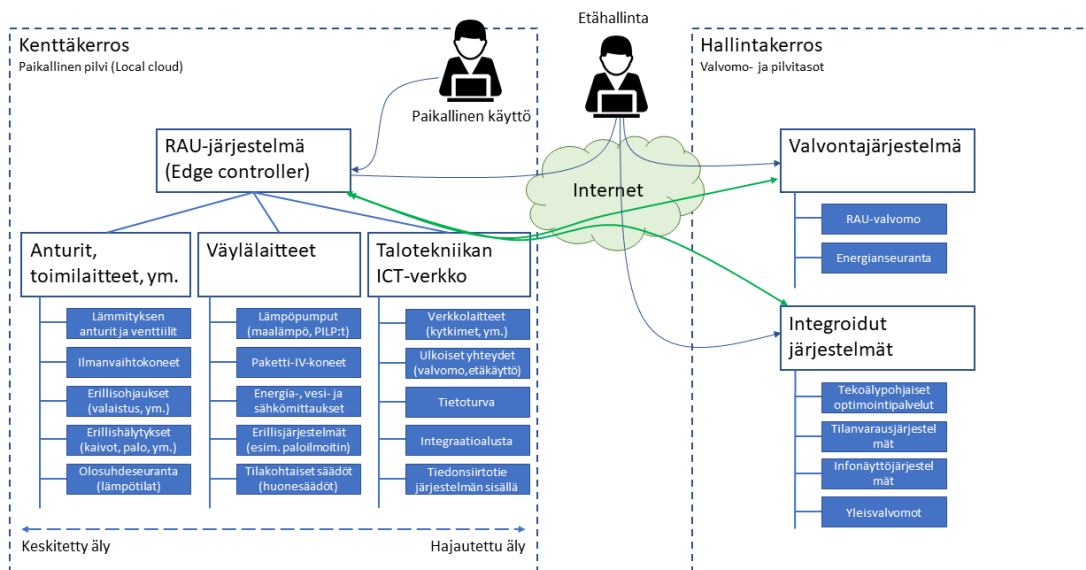
lukemiseen sekä itsenäisten laitteiden kuten lämpöpumppujen, huonesäätimien ym. hallintointiin. Kun väyläprotokollaa käytetään IP-verkon kautta, se saattaa soveltua myös hallintakerroksen integraatioihin. Tyypillisiä väyliä rakennusautomaatioissa ovat esim. modbus ja BACnet.

**Valvomo- ja ohjelmistotason integraatioissa** yleisimmin puhutaan ohjelmistorajapintojen hyödyntämisestä (API). Näitä voivat olla esim. SOAP tai REST -pohjaiset rajapinnat. Moderneissa automaatiojärjestelmissä tällaisia rajapintoja saattaa löytyä valvomon lisäksi alakeskuslaitetasoltakin. Valvomo- ja ohjelmistointegraatioissa usein rajapinnat ovat kenttäkerroksen integraatioita monipuolisempia mutta samoin usein myös hieman raskaampia. Tästä syystä ne eivät yleensä sovellu hyvin nopeisiin prosesseihin tai säättöalgoritmin hajauttamiseen. Sen sijaan käyttöliittymäintegraatioihin ja vähemmän reaaliaikaiskriittisen datan siirtämiseen se soveltuu hyvin. Erityisesti pilvi- ja erilaisten verkkoympäristöjen integraatioihin ohjelmistorajapinnat soveltuvat usein paremmin.

**Pilvitason integraatio** on pääosin ohjelmistotason integraatiota ja useimmiten hyödyntää erilaisia API-ratkaisuja tiedon siirtoon. Pilvi-integraatio on kuitenkin käsitelty usein omana tasonaan, koska siinä puhutaan selvästi enemmän ylätason järjestelmien keskinäisestä kommunikaatiosta.

**Raportointi- ja lokitoiminnot** eivät periaatteessa poikkea muista integraatioista oleellisesti, mutta sille ominaista on tiedon siirron yksisuuntaisuus. Useimmat raportointi- ja lokijärjestelmät ovat pilvipohjaisia mutta myös paikallisia sovelluksia löytyy. Ne keräävät dataa eri järjestelmistä ja muodostavat keräämästään datasta raportteja ja valmiita analyysejä. Tyypillistä näille integraatioille on se, että tiedon ei tarvitse olla reaaliaikaista. Usein järjestelmiin syötettävä data saattaa ollakin aikasarjoja ja se ei välttämättä tapahdu jatkuvasti vaan sitä voidaan suorittaa purskeina esimerkiksi kerran vuorokaudessa.





Kuva 5: Kenttä- ja hallintakerrokset integraatiossa

Perinteisissä rakennusautomaatiototeutuksissa järjestelmien toiminta ja ”äly” ovat tyypillisesti olleet keskitettyjä automaatioalakeskuksiin (valvonta-alakeskus, VAK). Samoin järjestelmään liittyvät laitteet ja anturit ovat olleet suoraan yhdistettynä automaatioalakeskuksiin. Moderneissa järjestelmissä kuitenkin on yleistynyt käytäntö, että yhä enemmän älyä on siirtynyt osajärjestelmien sisään ja hajautunut. Esimerkiksi lämpöpumput ja ns. paketti-IV-koneet sisältävät usein oman toimintalogiikan ja ne liitetään automaatioon hyödyntäen väyläteknikoita. Samoin tilakohtaiset säädöt (huone- ja huoneistokohtaiset säätimet) ovat yleistyneet ja ne ovat yhteydessä automaatioon väyläteknikalla. Moderneissa järjestelmissä siirtotienä erilaisille integraatioille on yleistymässä TCP/IP -pohjaiset ratkaisut. Standardoitu teknologia auttaa paljon integroituvuudessa sekä kustannuksissa, mutta luo myös uudenlaisia haasteita järjestelmien suunnitteluun mm. tietoturvan osalta.

## 5 Talotekniikan ICT-verkko

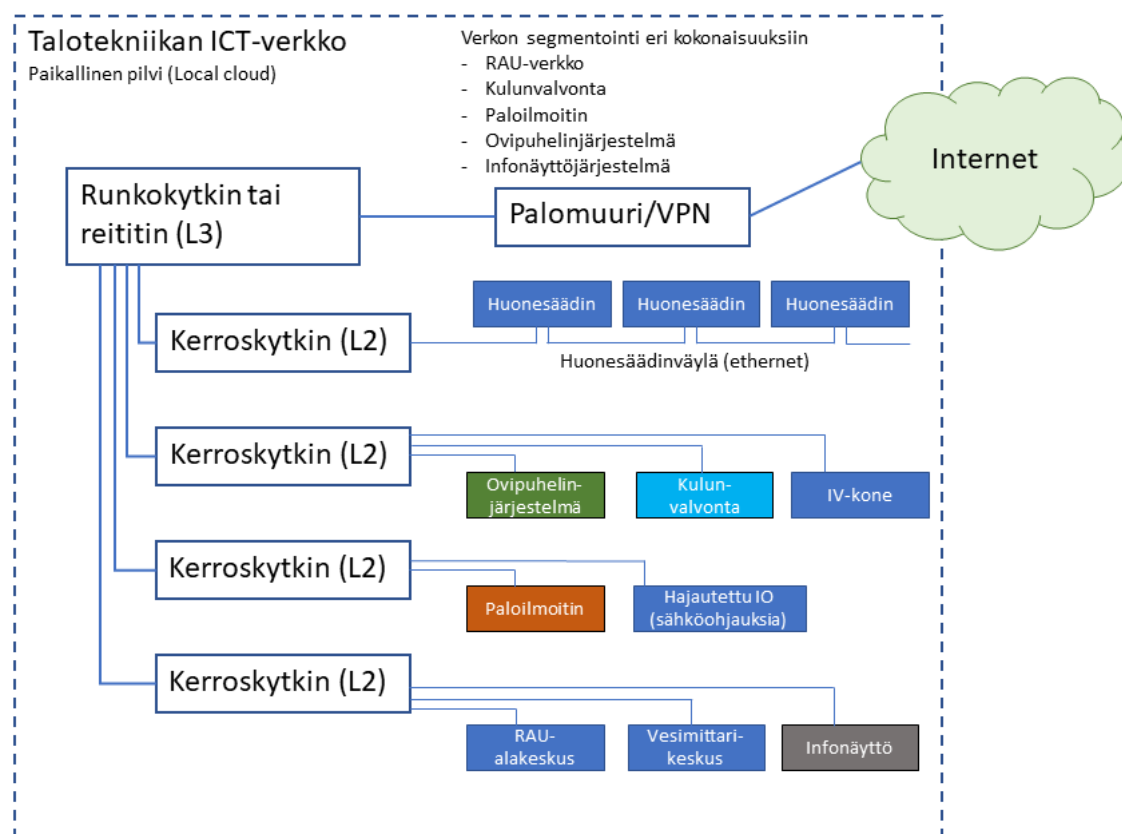
Nykyisin valtaosa rakennuksen talotekniikan datasta **rakennuksen sisällä** kulkee verkopohjaisesti TCP/IP -protokollalla. Usein eri järjestelmät keskustelevat sekä järjestelmän sisäisesti että järjestelmien välillä verkon kautta.

Koska taloteknisten järjestelmien tiedonsiirto on kriittistä koko kiinteistön toiminnalle, ei ole suositeltavaa käyttää tähän esim. kiinteistön vuokralaisten tai kiinteistössä toimivien



organisaatioiden verkkoja. Verkon tulee olla osa kiinteistöä ja sitä ei ole suositeltavaa yhdistää esim. toimistoverkon tai asukasverkon kanssa. Koska sama verkko palvelee useita taloteknisiä järjestelmiä, ei myöskään ole järkevää, että jokaiselle järjestelmälle rakennetaan oma verkko. Jos verkkoja on monta, tulee tästä paljon päällekkäisyyksiä, verkon hallinnasta tulee vaikeaa ja integraatioiden rakentamisesta tulee vaikeaa.

Näistä syistä moderneihin kiinteistöihin on suositeltavaa rakentaa oma kiinteistön tarpeita palveleva, kiinteistön käyttäjien verkosta eriytetty **talotekniikan ICT-verkko**.



Kuva 6: Talotekniikan ICT-verkko

Talotekniikan ICT-verkko palvelee useita eri järjestelmiä. Vaikka se käyttääkin fyysisesti kiinteistön yleiskaapelointia ja useita järjestelmiä liitetään samoihin kytkimiin, voidaan jokainen osajärjestelmä eriyttää omiksi segmenteikseen virtuaaliverkkojen avulla. Tämä **segmentointi** on olennainen osa varmistaa kokonaisuuden tietoturva. Segmentointi virtuaaliverkkojen avulla tarkoittaa, että samaan kytkimeen voidaan liittää eri järjestelmiä siten, että toisen järjestelmän verkosta ei ole pääsyä muihin järjestelmiin. Tarvittaessa tätä voidaan hallinnoida siten, että jotain portteja tai palveluita kuitenkin avataan järjestelmien välille ja näin mahdollistetaan integraatiot.



Talotekniikan ICT-verkko on keskeisessä roolissa taloteknisten järjestelmien integraatioissa. Modernien järjestelmien integraatiot toteutetaan lähes aina verkon kautta, joten integroitavien järjestelmien tulee olla samassa verkossa siten, että reitti järjestelmien välille voidaan rakentaa.

Rakennuksen ulkopuoliset yhteydet luonnollisesti hyödyntävät myös talotekniikan ICT-verkkoa, jonka kautta pääsy Internetiin ja Internetistä voidaan hallita tehokkaasti ja tietoturvallisesti.

## 6 Esimerkkejä integraatioista

Tässä luvussa kuvataan muutamia esimerkkejä nykyisiin RAU-järjestelmiin tehtävistä integraatioista ja tämän jälkeen hieman avataan näkemyksiä tulevaisuuden integraatiotarpeista esimerkkien kautta. Jaetaan esimerkit valvomo- ja kenttäkerrokseen. Osa esimerkeistä saattaa kuitenkin kuulua näistä molempiin – raja ei ole tässä kovin selkeä.

### 6.1 Esimerkkejä kenttäkerroksen integraatioista

**Paloilmoitinkeskukset** liitetään tyypillisesti rakennusautomaatioon I/O-pisteillä. Palokeskuksessa on 3-4 kärkeä, joihin on ohjelmoitu eri hälytykset (palo, huolto, vika, ennako). Nämä johdotetaan RAU-alakeskukselle, jossa jokaiselle tulolle on varattu yksi DI-tulo (digital input). Tämä on varsin vikasietoinen ja reaaliaikainen integraatiotapa, mutta ei sisällä tietoa esim. vikatilanteen laadusta tai palotilanteesta siitä, mistä ilmaisimesta tai silmukasta hälytys on tullut.

**Sähkö-, vesi- ja energiamittarit** liitetään usein automaatiojärjestelmään. Perinteisesti esim. kaukolämmön energiamittarit on liitetty automaatioon kärkitietona (DI-pisteellä), jolloin mittarilta tulee aina pulssi tiettyä energia- tai vesimäärää vastaan. Ongelmana näissä on tilanne, jossa pulsseja saattaa jäädä tulematta tai muusta syystä automaation laskema mittarin lukema poikkeaa fyysisen mittarin lukemasta. Nykyisin mittareissa käytetään pääasiassa väylätekniikkaa (esim modbus tai mbus), jolloin väyläyhteyden kautta voidaan lukea suoraan mittarin lukema. Tällöin mittarin lukema ei koskaan poikkea RAU-järjestelmässä olevasta lukemasta. Väylän kautta voidaan lukea myös hetkellisiä teho- ja vesivirtatietoja. Ongelmana väyläliitoksissa on virheellinen tai puutteellinen dokumentaatio väylätiedonsiirron asetuksista. Tämä on valitettavan yleistä vielä nykyäänkin.



### **Paketti-IV-koneet**

Monissa rakennuksissa käytetään ilmanvaihtokoneina ns. pakettikoneita, jotka tulevat tehtaalta valmiina, anturit ja lähettimet asennettuina ja kaapeloituina sekä omalla säätimellä, joka ohjaa ilmanvaihtokoneen toimintaa täysin itsenäisesti. Tällaisten IV-koneiden liitos rakennusautomaatiojärjestelmään tehdään useimmiten jollain kenttäväyläteknikalla, kuten modbus tai BACnet. Vaikka kone ohjaakin itse omaa toimintaa, se saa asetusarvot ja esimerkiksi aikaohjelmat rakennusautomaatiosta ja se välittää myös vikatilanteissa hälytykset rakennusautomaatiojärjestelmään. Lisäksi näiden IV-koneiden käyttöliittymä halutaan usein automaatiojärjestelmän kannalta näyttämään samalta, kuin perinteisesti automaatiolla ohjattujen koneidenkin. Eli väyläpohjaisesti integroidun IV-koneen käyttöliittymä on rakennusautomaatiojärjestelmässä.

### **Infonäytöt**

Nykyisin rakennuksissa näkee paljon infonäyttöjä, jotka kertovat esim. asuintalon asukkaat, ilmoituksia sekä esim. lähimmän pysäkin bussiaikataulut. Näiden lisäksi näytöillä halutaan monesti näyttää myös kiinteistön tietoja, kuten veden kulutusta, sähkön/lämmön kulutusta tai aurinkopaneelien tuottoa. Nämä tiedot ovat usein saatavilla rakennusautomaatiojärjestelmästä, joka integroidaan infonäyttöjärjestelmään.

#### 6.2 Esimerkkejä hallintakerroksen integraatioista

### **Paloilmoitinkeskukset**

Paloilmoitinjärjestelmät rakennetaan usein joko itsenäiseksi järjestelmiksi tai osaksi turvajärjestelmää, johon liittyy mm. kulunvalvontaa ja kameravalvontaa. Usein kuitenkin erillistä turvavalvomoa ei kiinteistöissä ole, jolloin paloilmoitinkeskukset toimivat itsenäisesti ja tärkein yhteys ulkomaailmaan on varmistettu yhteys hätäkeskukseen tulipalon sattuessa.

Modernit paloilmoitinjärjestelmät sisältävät kuitenkin paljon muutakin tietoa ja toimintoja, joita voidaan hyödyntää muissa järjestelmissä. Näitä ovat mm. osoitteellisten ilmaisimien likaantuminen (ja tätä kautta puhdistus-/vaihtotarve), ennakkohälytykset, vikatiedot sekä irtikytkentäohjaukset (esimerkiksi remontoitavissa tiloissa). Kaikki nämä tiedot on mah-



dollista integroida osaksi rakennusautomaatiojärjestelmää ja tehdä niistä selkeät graafiset käyttöliittymät. Lisäksi palokeskuksen datan perusteella on mahdollista tehdä ohjauksia muuhun talotekniikkaan (esimerkiksi ilmanvaihtoon, lukituksiin tai valaistukseen).

### **Energiaseurantapalvelut**

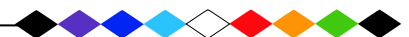
Vaikka moderneissa rakennusautomaatiojärjestelmissä onkin kehittyneet raportointitoiminnot, on monissa tapauksissa perusteltua käyttää erillistä analyysipalvelua datan keräämiseen. Jos rakennuksia on paljon ja niissä on useista eri valmistajan ja aikakauden rakennusautomaatiojärjestelmiä, on analyysi helpompi lukea, jos se on voitu koostaa yhteen paikkaan ja samaan muotoon kaikista kiinteistöistä. Tällöin datan esittäminen ja analyysi helpottuu. Analyysin taustalla oleva data (energiakulutustiedot) on kuitenkin saatava jostain ja tyypillisesti se on rakennusautomaatiojärjestelmä. Tästä syystä energia-analysointipalvelun tarjoajat tyypillisesti haluavatkin integroitua olemassa oleviin järjestelmiin.

### **Kaukolämmön optimointi- ja olosuhdeseurantapalvelut**

Kiinteistöt käyttävät usein lämmitykseen kaukolämpöä, jonka säätö useimmiten perustuu ulkolämpötilaan. Kiinteistön dataa hyödyntämällä kaukolämmön kulutusta voidaan kuitenkin optimoida ja esimerkiksi kaukolämmön tehomaksuihin vaikuttavia piikkejä tasata ulkopuolisilla palveluilla. Tällaiset palvelut voivat vaihtoehtoisesti toimia siten, että kaukolämpökeskukseen asennetaan tätä varten oma laitteista tai vaihtoehtoisesti palvelu integroidaan olemassa olevaan rakennusautomaatioon. Omien laitteiden tuominen on yleensä aina kalliimpaa. Lisäksi tämä aiheuttaa rakennusautomaatiojärjestelmässä ristiriitaisia tilanteita ja jopa aiheettomia hälytyksiä. Lisäksi kiinteistön talotekniikan hallinta jakautuu tällöin useampaan järjestelmään. Tästä syystä näiden palveluiden integraatio osaksi rakennusautomaatiota on aina suositeltavampi tapa.

#### **6.3 Näkymiä tulevaisuuden integraatiotarpeista**

Integraatiotarpeen kiinteistöjen rakennusvaiheessa ovat korostuneet jo nyt. Rakentamisessa ja talotekniikassa suositaan enemmän ja enemmän valmiita modulaarisia paketteja, joissa on oma älyä jo jonkin verran. Nämä paketit kuitenkin tulee integroida yhdeksi kokonaisuudeksi siten, että koko kiinteistön hallinta ja käyttöliittymä pysyy yhdessä paikassa (rakennusautomaatio) ja on helposti hallittavissa. Näitä pakettiratkaisuja ovat esimerkiksi: ilmanvaihtokoneet, huonesäätimet, lämpöpumppujärjestelmät, ilmamääräsäätimet, yms.

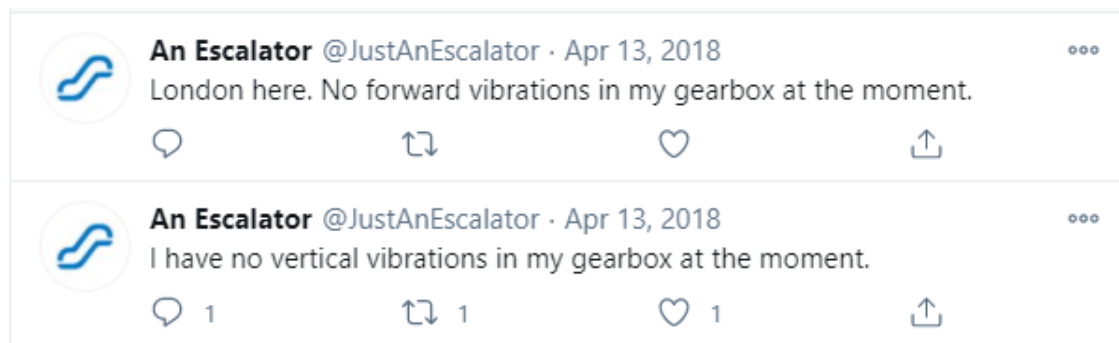




Trendeinä näyttää olevan myös erilaisten smart home -ratkaisujen suosio. Nämä saattavat tulla mukaan jo rakennusvaiheessa tai vaihtoehtoisesti ne tuodaan asuntoihin valmistumisen jälkeen. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa joko integroidutaan olemassa olevaan talotekniseen järjestelmään tai vaihtoehtoisesti asuntoihin tuodaan päällekkäisiä antureita ja toimilaitteita. Talotekniikan ja kiinteistön elinkaaren kannalta parhaiten toimiva kokonaisuus saavutettaisiin sillä, että järjestelmät olisivat aidosti integroitavissa.

Tulevaisuudessa enemmän ja enemmän tulevat kiinnostamaan myös energiavirrat. Kiinteistöt saattavat tuottaa itse energiaa esimerkiksi aurinkopaneeleilla tai voivat varastoida sitä erilaisiin sähkö- tai lämpöakkuihin. Kiinteistön omistajan ja käyttäjän kannalta nousee hyvin kiinnostavaksi se, mihin suuntaan energia milloinkin liikkuu ja missä muodossa se on (sähkö, lämpö, ym.).

Kiinteistöjen sosiaalinen puoli saattaa tulevaisuudessa myös nousta merkittäväksi. KONE lanseerasi 2010-luvun lopulla ”twiittaavat liukuportaat” Lontoossa ja vaikka kyse oli enemmänkin humoristisista ”vaihteistoni lämpötila on sopiva, kaikki hyvin” -twiiteistä, heräsi kuitenkin keskustelua siitä, voisiko tekniikka keskustella ihmisten kanssa myös muilla tavoilla kuin perinteisillä. Kiinteistöt voisivat esimerkiksi ilmoittaa kerrostaloasujalle saunavuorosta ja saunan lämpötilasta viestillä tai vaikka Slackilla tai esimerkiksi kalenterilla tai mikseipä vaikka Sirin tai Alexan kautta. Näiden toimintojen kautta olisi myös mahdollisuus luoda kaksisuuntaista kommunikaatiota tyyliin ”Alexa, onko kuivaushuone varattu?”. Tulevaisuudessa etätyön lisääntyessä tulemme varmasti näkemään myös erilaisia yhteisöjä rakennuksissa, kun niihin aletaan rakentamaan kerhohuoneiden lisäksi/sijasta työskentelytiloja ja jopa toimistoja. Näiden olosuhteita, varaustilannetta ja ym. voitaisiin hyvin viestiä asukkaille aivan uudella tavalla.



Kuva 7: KONE:en twiittaavat liukuportaat



## 7 Integraatorajapinnat

Useimmissä moderneissa rakennusautomaatiojärjestelmissä on sisäänrakennettuna jo erilaisia rajapintoja (väylä- tai API-pohjaisia). Osa sisäänrakennetuista rajapinnoista on käytössä jo vakiona, mutta osa saattaa vaatia lisämaksullisen lisenssin (vaikka itse laite ei muutukaan). Mikäli sopivaa rajapintaa ei järjestelmästä tai laitteista löydy suoraan, on markkinoilla olemassa erilaisia muuntimia, joilla esimerkiksi väylätyyppi voidaan muuttaa toiseksi (esim. MBUS → modbus) tai muuttaa väylän siirtotietä (esim. RS485 → TCP/IP).

Integraatorajapintoja on useilla eri integraatiotasolla (ks. luku 4). Riippuen järjestelmästä, samat rajapinnat saattavat olla käytössä sekä valvomo- että kenttäkerroksessa ja joissain järjestelmissä näissä saattaa olla suuriakin eroja. Osassa järjestelmissä varsinaista hallintakerrosta ei ole edes saatavilla.



	AS-P	AS-P-NL	AS-P-SMK
<b>Part Number</b>	<b>SXWASPXXX10001</b>	<b>SXWASPXXX10002</b>	<b>SWXASPXXX1S001</b>
<b>Communications</b>	LonWorks FTT-10, BACnet/IP, BACnet MS/TP, Modbus TCP (Client+Server), Modbus serial (Master+Slave), EWS, Generic WebService consume	BACnet/IP, BACnet MS/TP, Modbus TCP (Client+Server), Modbus serial (Master+Slave), EWS, Generic WebService consume	LonWorks FTT-10, BACnet/IP, BACnet MS/TP, Modbus TCP (Client+Server), Modbus serial (Master+Slave), EWS, Generic WebService consume
<b>Communication Interface</b>			
<b>Software</b>	Function Block/Script	Function Block/Script	Function Block/Script
<b>Programability</b>	Programmable	Programmable	Programmable

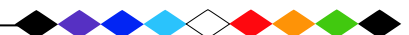
Kuva 8: Schneider Electric EcoStruxure -tuoteperheen eri laitevariaatioissa on eri rajapintoja

### 7.1 Väyläteknikat

Kenttäväyläksi kutsutaan tiedonsiirtotietä, jossa dataa voidaan siirtää digitaalisesti kahden tai useamman laitteen tai järjestelmän välillä. Rakennusautomaatioissa tyypillisesti kenttäväylien fyysisenä siirtotienä käytetään joko RS485/232 -sarjaväylää tai TCP/IP -verkkoa. Rakennusautomaation kenttäväylille tyypillisiä ominaisuuksia ovat:

- Tiedonsiirron nopeus ja reaaliaikaisuus
- Protokollan yksinkertaisuus (tästä seurauksena väyläliitäntä on mahdollista toteuttaa myös yksinkertaiinkin kenttälaitteisiin kustannustehokkaasti)
- Toimittajariippumaton standardisointi

Lisäksi on olemassa toimittajakohtaisia ”proprietary” -väyliä, joiden rajapintakuvaukset eivät ole julkisia. Nämä väylät olivat tyypillisiä vielä 90- ja 00-luvullakin, mutta ovat nykyisin korvautuneet standardoiduilla väylillä. Seuraavassa on esitelty muutamia yleisimpiä väyläteknikoita rakennusautomaatioissa.



### 7.1.1 Modbus

Modbus on pitkään käytössä ollut väyläteknologia ja rakenteeltaan erittäin yksinkertainen. Tästä syystä se on voitu toteuttaa hyvin yksinkertaisiin ja edullisiin laitteisiin, kuten huonelämpötila- ja olosuhdemittauksiin. Modbus on alalla de facto -väylä ja lähes kaikki rakennusautomaatiojärjestelmät tukevat sitä suoraan ilman lisälaitteita tai lisälaitteita. Yksinkertaisten antureiden lisäksi sitä käytetään monimutkaisempienkin järjestelmien integraatioihin. Esimerkiksi IV-koneita ja lämpöpumppuja voidaan liittää automaatioon modbus-väylällä.

Modbus väylä antaa mahdollisuuden määrittellä ”rekisterejä”, joilla on tietotyyppi (esim. kokonaisluku tai liukuluku), rekisterin koko (bitteinä) sekä luku/kirjoitus-oikeuksien määrittely. Nämä rekisterit ja niiden sisällön määrittelee aina laitevalmistaja, joka tarjoaa modbus-rajapinnan. Dokumentoinnin taso yleensä määrittelee sen, kuinka helppoa liitosjärjestelmään on. Kuvan 6 esimerkki on selkeä kuvaus rekistereistä, mutta siitä puuttuu mm. tietotyyppi (onko kyseessä int, unsigned int, float, ym.). Usein nämä ovat pääteltävissä, mutta ei läheskään aina. Dokumentoinnin puutteellisuus onkin useimmiten suurin syy integraatio-ongelmiin.

Rekisteri	Kuvaus	Bittä	Tiedot
40607	Moottorin lämpötila	0–7	Moottorin terminen tila (%)
		8–15	Varattu
40608	Teho	0–11	Teho
		12–13	Tehoalue 0 = Kerro teho kymmenellä, jotta saat W:n 1 = Kerro teho sadalla, jotta saat W:n 2 = Teho (kW) 3 = Kerro teho kymmenellä, jotta saat kW:n
		14–15	Varattu
40609	% Tehokerroin	0–7	100 % = tehokerroin 1
		8–15	Varattu
40610	Jännite	0–13	Keskimääräinen rms-jännite kaikki kolme vaihetta huomioon ottaen
		14–15	Varattu
40611	Virta	0–13	Vaiheen 1 virta (rms)
		14–15	Varattu

Kuva 9: Ote taajuusmuuttajan modbus-dokumenttaatiosta



Modbus käyttää fyysisenä siirtotienä useimmiten joko RS485:sta (suojattu, kierretty pari-kaapeli esim. JAMAK) tai se toimii verkon välityksellä (TCP/IP). Siirtotie tuo vielä omat parametrit (kuten osoitteistukset sekä mahdollisesti sarjaväyläasetukset) parametrit konfiguroitavaksi.

Modbus-tekniologiassa on myös puutteita. Koska protokolla on pyritty pitämään yksinkertaisena, siinä on luonnollisesti myös puutteita. Muutamia mainintoja:

- Yksinkertaiset tietotyypit, ei mahdollista siirtää monimutkaisempia tietotyypppejä, kuten kalentereita, viikko-ohjelmia, yksikköjä, hälytystapahtumia, ym.
- Ei salausta sisäänrakennettuna. Viestit ovat aina selväkielisiä.
- Ei sisäänrakennettua varmennusta viestien perillemenosta

Kaiken kaikkiaan modbus on melko suosittu väylätekniikka sen yksinkertaisen protokollan ja laajan toimittajatuon ansiosta. Yksinkertaisuuden ansiosta se on myös hyvin suorituskykyinen teknologia sekä suorittimien, että tiedonsiirtoväylien osalta.

#### 7.1.2 BACnet










BACnet -väylätekniikka on yleistynyt vahvasti 2010-luvun lopulla. Teknologia itsessään ei ole uusi, mutta on kehittynyt jatkuvasti. BACnet oli aiemmin muutaman toimittajan käytössä, mutta nykyisin se on laajasti tuettuna lähes kaikilla isoimmilla automaatiojärjestelmätoimittajilla. BACnet on modbus-kenttäväylää merkittävästi monipuolisempi ja siinä on useita eri tasoja. Siinä, missä modbus soveltuu useimmiten laitteiden väliseen tiedonsiirtoon, on BACnet laajempi ja sillä voidaan toteuttaa esim. valvomon ja alakeskuksien sekä alakeskuksien ja säädinlaitteiden välistä tiedonsiirtoa.

BACnet-tasoja on useita ja eri tasoille (profiilit) laitteille ja järjestelmille tulee tehdä testaukset ja saada sertifiointi BACnet. BACnet-profiileja on useita ja eri laitteille voidaan hakea sertifiointi. Laiteprofiilien tulee toteuttaa tietyt BACnet-standardin mukaiset toiminnot, jotta sertifiointi voidaan myöntää. Muutamia esimerkkejä profiileista.

- **B-OWS:** BACnet Operator Workstation
- **B-BC:** Building Controller
- **B-ASC:** Building Application Specific Controller
- **B-SS:** BACnet Smart Sensor



Siinä, missä modbussilla voidaan siirtää vain lukuja ja arvoja, voidaan BACnetilla välittää näiden lisäksi myös erilaisia tietotyyppejä, kuten kalentereita, hälytyksiä ja varmuuskopioita. Arvojen välityksessäkin BACnet on kehittyneempi, sillä se voi sisältää myös yksiköt ja sopiva tietotyyppi on aina valmiiksi koodattu. Modbusiin verrattuna BACnetin yksiosimpia etuja on device discovery -ominaisuus, jossa bacnet-laitteet voidaan etsiä automaattisesti ja ne esittävät suoraan muuttujat, jotka ovat käytettävissä. Modbus-tyylisille rekisteriluetteloille ei siis BACnetissa ole tarvetta.

Icon	BACnet name	Model	Serial number	Device ID	Location	Host server	Hosting status	Vendor name
[-] Network_136 (9 items)								
	BMT-AOP4_03	BMT-AOP4		421003				METZ CONNECT GmbH
	BMT-AOP4_04	BMT-AOP4		421004				METZ CONNECT GmbH
	BMT-AOP4_05	BMT-AOP4		421005				METZ CONNECT GmbH
	BMT-AOP4_06	BMT-AOP4		421006				METZ CONNECT GmbH
	BMT-DI10_01	BMT-DI10		421001				METZ CONNECT GmbH
	BMT-DI10_02	BMT-DI10		421002				METZ CONNECT GmbH
	BMT-DIO4%2F2_09	BMT-DIO4/2		421009				METZ CONNECT GmbH
	BMT-DO4_07	BMT-DO4		421007				METZ CONNECT GmbH
	BMT-DO4_08	BMT-DO4		421008				METZ CONNECT GmbH

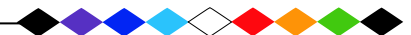
Kuva 10: Device discovery -toiminnolla voi hakea kaikki verkon BACnet-laitteet

BACnetin hyödyt ovat helppo käyttöönotto sekä valmiiksi tyypitetyt muuttujat. Samoin monipuolisuus, kun tarvitsee tehdä monimutkaisempaa integraatiota, kuten alakeskuk- sen ja valvomon tai työaseman ja valvomon välistä liitosta. BACnet-laitteet ovat aidosti toimittajariippumattomasti integroitavissa eri järjestelmiin ja sertifiointin takia laitteiden toteuttamiin rajapintoihin voidaan luottaa. BACnettiä kuitenkin on kritisoitu sen olematto- masta tietoturvasta. Raskas sertifiointiprosessi on myös karsinut pienempiä laitevalmis- taja.

BACnet voi käyttää modbussin tavoin siirtotienä joko sarjamuotoista RS485:sta (BACnet MS/TP) tai IP-verkkoa (BACnet IP). IP-verkoissa BACnetin käytössä täytyy huomioida puutteet salauksessa ja tietoturvasta ja tästä syystä tietoturva täytyy varmistaa muilla verkkoteknisillä keinoilla.

### 7.1.3 KNX

KNX on BACnetin tapaan 2010- ja 20-luvuilla vahvasti yleistynyt teknologia. KNX on yleisempi tilakohtaisessa säädössä ja esimerkiksi valaistuksessa. KNX ei ole pelkkä väy- läprotokolla vaan sen ympärille perustuu kokonaisia laitevalmistajien tuoteperheitä. Tuotteisiin sisältyy keskusmoduulien (tuloja ja lähtöjä) lisäksi markkinoilla on saatavilla



esim. KNX-painikkeita, säätimiä, näyttöjä, toimilaitteita, yms. KNX integroituu usein myös useisiin moderneihin rakennusautomaatiojärjestelmiin.

#### 7.1.4 LON

LON on ollut 90-luvulla ja vielä 2000-luvun alussakin yksi yleisimmistä väylätekniikoista, joita eri laitevalmistajat käyttivät. Ongelmana oli tuolloin LON-protokollan eri "murteet" eli laitevalmistajilla oli hieman eroja LON-väylistä ja täten eivät välttämättä olleet yhteensopivia. LON-väyliä ei moderneihin järjestelmiin juurikaan rakenneta, mutta vanhoissa kiinteistöissä niihin joskus törmää. Tästä syystä moni modernikin järjestelmä sitä vielä tukee, jotta esimerkiksi LON-huonesäätimet on mahdollista integroida rakennuksessa uusittavaan muuhun rakennusautomaatiojärjestelmään.

#### 7.2 Ohjelmistorajapinnat (API:t)

##### 7.3 Tiedostopohjaiset rajapinnat ja tietokannat

Aiemmin, jolloin yhteisiä standardeja käyttävät ohjelmistorajapinnat (API) eivät olleet vielä yleistyneet, käytettiin datan siirrossa usein tiedosto- ja tietokantapohjaisia integraatioita. Nämä ovat joissain tapauksissa edelleen hyvä ja tehokas integraatiotapa, mutta useimmiten parempaan reaaliaikaisuuteen ja tietoturvaan päästään muilla integraatiotavoilla.

Tiedostopohjaista integraatiota käytetään useimmin historiatietojen välitykseen järjestelmien välillä silloin, kun datan reaaliaikaisuudella ei ole suurta merkitystä. Esimerkiksi energiakulutuksen tuntisarjoja saa useimmista järjestelmistä ajettua automaattisesti esim. txt-, xml- tai csv-tiedostoon, jonka voi välittää esimerkiksi kerran päivässä ulkoiseen järjestelmään, joka sitten koostaa näistä tiedoista analyysiä.

Tietokantapohjaiset integraatiot olivat hyvin yleisiä aikana, jolloin lähes kaikki järjestelmät liitettiin paikalliseen valvomojärjestelmään, joka tallentaa dataa esim. SQL-tietokantaan. Dataa voidaan hakea SQL-kannasta suoraan verkon yli, mutta tietoturvallisen yhteyden rakentaminen on usein melko raskasta. Toinen vaihtoehto on rakentaa client- tai agenttiohjelma valvomopalvelimelle, joka paikallisesti hakee datan tietokannasta ja lähettää sen jollain muulla tavalla (esim. FTP tai http) ulkopuoliseen palveluun. Nykyisin valvomopalvelimet ovat keskitettyjä tai pilvipohjaisia palveluita, joten näiden agenttien asentaminen ei aina onnistu. Muutenkin ohjelmistopohjaiset API:t ovat korvanneet nämä tarpeet monissa tapauksissa.



## 8 Integraatiokuvaus

Integraatio-ominaisuudet vaihtelevat eri taloteknisissä järjestelmissä valtavasti. Useissa järjestelmissä on sisäänrakennettuna monipuolisia rajapintoja ja niiden käyttöönotto ja konfigurointi on suoraviivaista. Toisissa järjestelmissä sen sijaan integraatio ei tapahdu helposti ja hyvin usein ajantasaisen dokumentaation saaminen on vaikeaa. Kiinteistöjä suunnitellessa ja eri urakoitsijoita ja heidän tarjoamiaan ratkaisuja valittaessa määritellään usein integraatiovaatimukset, jotka tarjotun järjestelmän tulee toteuttaa. Integraatioiden määrittelyssä ja suunnittelussa on myös isoja eroja. Nämä suunnitelmat kuitenkin koskevat pääsääntöisesti nimenomaan rakentamiseen ja valmistumiseen liittyviä integraatioita sekä niitä integraatioita, joille tarve on tiedossa.

*Rakennuksien integraatio-ominaisuuksia harvemmin suunnitellaan kuitenkaan pitäen silmällä tulevaisuuden palveluita ja tarpeita datan hyödyntämiselle.*

Tästä syystä taloteknisien järjestelmien hankinnassa ja suunnittelussa olisi hyvä huomioida integraatio-ominaisuudet ja valmiudet. Nämä voidaan havaita tuomalla suunnitelun ja dokumentaation mukaan **integraatiokuvaus**.

Useimmilta laiteoimittajilta löytyy dokumentaatiota käytettävissä olevista rajapinnoista, mutta usein todellinen, tiettyyn kiinteistöön rakennettu järjestelmä ei näitä kaikkia tukeakaan. Usein eri rajapinnat saattavat liittyä eri laitekokoontoihin tai malleihin tai voivat vaatia erillisiä lisenssejä tai ohjelmistoja. Lisäksi vaikka useimmissa järjestelmissä onkin tuettuna jokin tietty rajapinta, ei se ole kuitenkaan suoraan käytettävissä ilman erillistä konfigurointi- tai ohjelmointityötä. Tämä ei välttämättä ole huono asia (esim. tietoturvamielessä), mutta tämä on huomioitava integraatiovalmiuksia vertaillessa. Lisäksi integroinnin kannalta oleellisia asioita ei välttämättä voi tulkita pelkän laitevalmistajan dokumentaation perusteella. Yksi näistä voi olla se, että kaksi laitetta voi tukea esim. modbus-väyläprotokollaa, mutta jos molemmat toimivat vain ns. slave-laitteina, eivät ne tällöin voi keskustella toistensa kanssa. Vastaavia client-server -yhteensopivuusongelmia voi tulla minkä tahansa integraatorajapinnan kanssa.

Tarkkojen rajapintakuvauksien lisäksi olisi hyvä tehdä selkeä yhteenvetosivu, josta selviää juuri kyseessä olevassa kiinteistössä käytetyn laitekokoontanon valmiudet integraatiolle. Integraatiovalmiudet voidaan kuvata esim. seuraavalla taulukolla.



**Integraatiovalmiudet**  
**Rakennusautomaatiojärjestelmä**

 Kohde:  
 Järjestelmän malli ja versio:

**Rakennusautomaatiojärjestelmä tarjoaa seuraavat rajapinnat**

	Kenttäkerros		Valvontakerros		Lisätiedot
	Client	Server	Client	Server	
<b>Väylät</b>					
Modbus RTU master					
Modbus RTU slave					
Modbus TCP client					
Modbus TCP server					
BACnet MSTP (profiili?)					
BACnet IP					
LON					
MBUS					
CAN					
OPC DA					
OPC XML					
OPC A&E					
<b>Ohjelmistorajapinnat</b>					
REST API					
XML web services API					
MQTT					
SQL					
<b>Muut integraatiovalmiudet</b>					

Merkitse ruutuun seuraava kirjain:

**OK:** data luettavissa ja kirjoitettavissa suoraan ilman konfigurointi-, tai ohjelmointityötä.

**K:** tukee suoraan, mutta tarvitsee konfigurointi-, ohjelmointi- tai käyttöönotto-työn

**L:** tukee rajapintaa, mutta vaatii erillisen, maksullisen lisenssin

**M:** tukee rajapintaa laitevalmistajan erillisen middlewaren tai ohjelmiston kautta

**-:** Eitukea

Kuva 11: Esimerkkiyhteenvedo integraatiovalmiuksista tietyssä kohteessa





## 9 Tietoturva

Kun järjestelmät hyödyntävät jatkuvasti entistä enemmän verkkoja (sekä kiinteistön sisällä että ulkopuolella), tietoturvan merkitys korostuu. Tietoturva koostuu useista osaluista ja tärkeää onko hallita kokonaisuus sopivalla tasolla sen sijaan, että keskitytään vain yksittäisiin tietoturvan osiin.

Rakennusautomaation tietoturvassa on tärkeää mm.

- Rakentaa tietoturvallinen ja dokumentoitu verkko
- Käyttää laadukkaita ja tietoturvallisia järjestelmiä ja laitteita
- Varmistaa, että järjestelmän käyttäjillä on riittävä osaaminen tietoturvasta
- Suunnitella toiminta poikkeustilanteissa
- Varmistaa järjestelmän ajantasaisuus

Rakennusautomaation tietoturvasta löytyy lisätietoa mm. lähteestä [6] (ST-kortti Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tietoturva).

## 10 Perinteisen rakentamisen urakkarajat

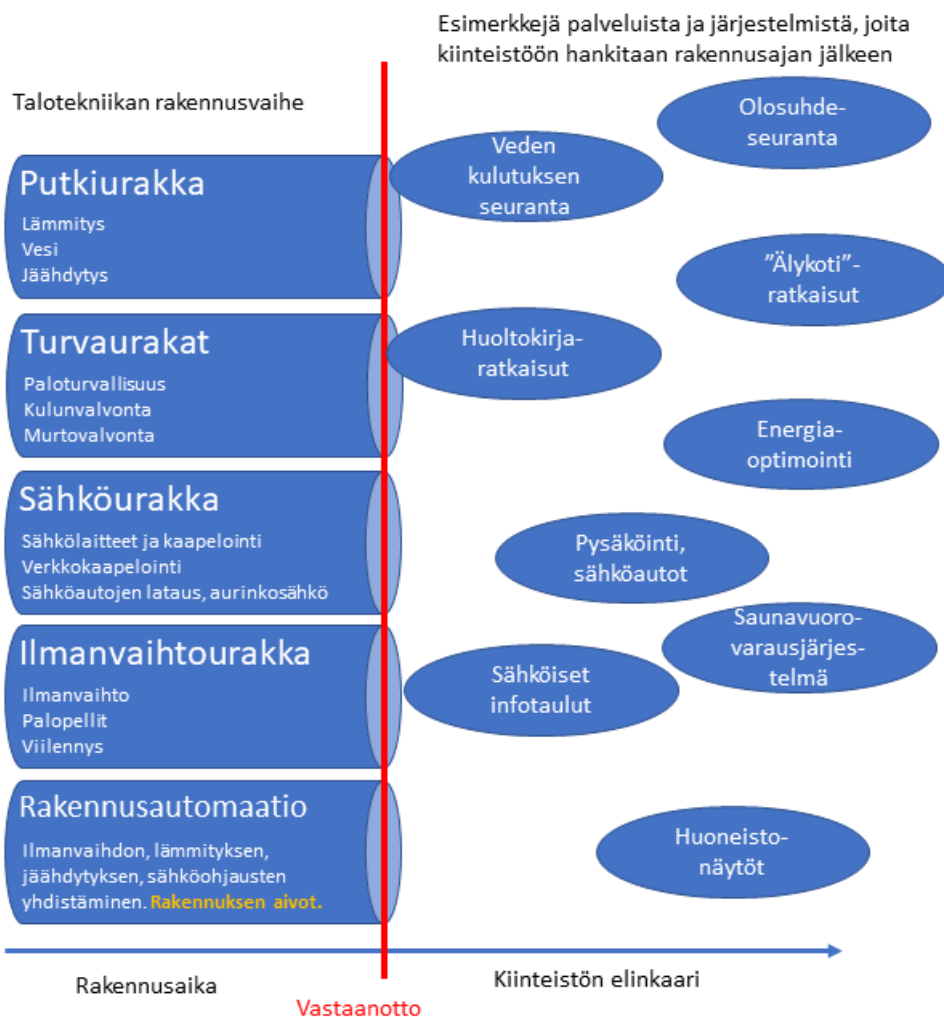
Uudisrakennustuotannossa on hyvin tyypillistä, että rakennusurakoitsija vastaa rakennuksen kokonaisurakasta ja talotekniikkaurakat jaetaan useampaan osaan. On olemassa yrityksiä, jotka voivat tarjota ja toteuttaa itse koko talotekniikan kaikki urakat, mutta useimmiten ne jaetaan useampaan urakkaan, joita voit tarjota ja toteuttaa useampi toimija vastaten vain omasta osuudestaan. Joskus pääurakoitsija hankkii jokaisen talotekniikkaurakan omanaan ja toimii täten suorassa sopimussuhteessa jokaiseen aliurakoitsijaan. Joskus taas osa urakoista niputetaan jonkin toisen urakan alle.

Rakennusautomaatiourakat ovat muihin urakoihin nähden euromääräisesti usein melko pieniä. Onkin tyypillistä, että rakennusautomaatiourakka niputetaan esimerkiksi putkiurakan (PU) alle. Useimmilla putkiurakoita tarjoavilla yrityksillä ei ole omaa rakennusautomaatiourakointia ja täten pyytävät tarjoukset ja hankkivat automaatiourakan (AU) alihankintana. Joissain tapauksissa aliurakointiketju tilaajan ja automaatiourakan välillä voi olla vieläkin pidempi.

Urakkarajat ovat ajan kuluessa jokseenkin vakiintuneet, mutta aina välillä niissä voi olla poikkeuksia. Urakkarajoilla tarkoitetaan sitä, että jo suunnitteluvaiheessa suunnittelija



määrittelee, mihin urakkaan kuuluu mikäkin toiminto ja laite asennuksineen. Tarkka urakkarajojen määrittely on välttämätöntä silloin, kun talotekniikka jaetaan useampaan urakkaan ja niihin valitaan eri toimijoita. Urakkarajat saattavat kuitenkin aiheuttaa urakoiden siiloutumista, joissa jokainen urakoitsija pitää tarkasti kiinni omista urakkarajoistaan, mutta kokonaisuuden hallinta puuttuu.



Kuva 12: Esimerkki talotekniikkaurakoista

Normaalisti talotekniikassa kokonaisuutta hallitsee pääurakoitsija. Rakennusautomaation osuus on kuitenkin vahvasti kasvanut nimenomaan **rakennuksen aivoina** ja eri järjestelmien **integraatioalustana** ja tällöin perinteinen urakoiden jakautuminen ja tarkkojen urakkarajojen tiukka noudattaminen ei välttämättä palvele kiinteistön tulevaisuutta ja rakennusvaiheen valmistumisen jälkeisten palveluiden tuomista rakennukseen. Myös rakennusvaiheessa automaatiourakoitsijan rooli integraattorina on kasvanut samalla, kun



automaatiourakkaan kuuluvien laitteiden (ja täten urakan euromääräinen koko) on kutistunut, kun yhä enemmän järjestelmiä toimii hajautetulla älyllä ja toimitetaan valmiina paketteina.

### 10.1 Integraattori

Erillinen, perinteisistä urakoista irrallinen integraattori voisi olla ratkaisu siiloutuneiden urakoiden yhteensopivuusongelmien ratkaisuun sekä tulevaisuuden järjestelmien ja palveluiden integraatioiden mahdollistamiseen. Integraattorin vastuulla olisi urakan aikana toimia urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä ja varmistaa, että jokaisen integroitavan järjestelmän rajapinnat ovat sopivat ja niistä löytyy tarvittava dokumentaatio.

Talotekniikan ICT-verkko on nykyisin myös jokaisessa kiinteistössä läsnä joko pienessä tai isossa mittakaavassa. Asuinrakennuksissakin yleensä on vähintään automaation osalta kaksikin alakeskusta ja niihin etäkäyttö. Jo tämä on talotekniikan ICT-verkko, joka on syytä dokumentoida. Isommissa kiinteistöissä, joissa useampia järjestelmiä liitetään fyysisesti samaan verkkoon, mutta loogisesti omiin verkkosegmentteihinsä, verkon suunnittelun ja dokumentoinnin tarve nousee merkittäväksi. Integraattorin yksi rooli voisi hyvinkin olla vastata tästä verkosta. Tällöin myös oikeat portit saadaan avattua ja oikeat protokollat liikkumaan verkossa, jotta integraatiot onnistuisivat mahdollisimman hyvin.

Jos integraattorin roolia halutaan ajatella vielä laajemmin ja varmistaa järjestelmän integroituvuusvalmiudet myös rakennusurakan jälkeen, voi olla perusteltua ottaa integraattori mukaan jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin integraattori tuo suunnitteluun lisää asiantuntemusta nimenomaan integraatiovalmiuksien osalta ja suunnitelmiin voidaan määrittellä sopivalla tarkkuudella integraation kannalta merkittäviä ominaisuuksia. Suunnitelmien perusteella eri urakoitsijat antavat myös kiinteät urakkatarjoukset, joten mitä paremmin asiat on kuvattu suunnitelmissa, sitä varmemmin tarjoajat ovat ne tarjouksessaan huomioineet. Ja täten integraatio-ominaisuudet sisältyvät jo kiinteähintaiseen tarjoukseen. Jos integraatio-ominaisuuksia tuodaan urakkaan vasta urakkasopimusten syntymisen jälkeen, voi tästä seurata isojakin lisäkustannuksia. Esimerkkinä IV-koneet, joita urakoitsija on aluksi tarjonnut tarjousvaiheessa ja jos integraatio-ominaisuuksia muutetaan siten, että tarjotut IV-koneet eivät enää sovellukaan ja ne joudutaan vaihtamaan toiseen merkkiin (vaikka niitä ei olisikaan vielä hankittu), syntyy tästä luonnollisesti lisää kustannuksia, jotka kaatuvat loppujen lopuksi tilaajan maksettavaksi.



Joskus voi eteen tulla tilanne, että järjestelmät halutaan liittää keskenään yhteen, mutta varsinaista rajapintaa ei eri järjestelmätoimittajilta löydy. Tai integraatiovalmius halutaan tuoda mukaan suunnitteluun, mutta lopputulos halutaan pohtia yhdessä tilaajan ja järjestelmätoimittajien kanssa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi infonäyttöratkaisut. Niitä ei välttämättä haluta määritellä liian pilkuntarkasti suunnitteluvaiheessa, mutta lopputuloksesta halutaan kuitenkin juuri tilaajan omien mieltymyksien mukainen. Tällöin myös integraattorille voidaan jättää rooli rakentaa rajapinnat tai etsitää tarvittavat toimijat yhteensopivien rajapintojen rakentamiseen.

## 11 Kiinteistön elinkaari ja integraatiot

Teknologinen kehityksen vauhti on huimaa ja erityisesti kuluttajamarkkinoille on tullut viimeisen kymmenen vuoden aikana paljon mullistavia innovaatioita sekä laite- että palvelumaailmaan. Samaan aikaan ihmiset ovat enemmän ja enemmän tottuneet käyttämään uutta teknologiaa jokapäiväisessä elämässä. Samat ihmiset ovat käyttäjinä myös rakennuksien eri järjestelmissä ja vastaavaa käyttökokemusta osataan odottaa myös kiinteistöteknisiltä järjestelmiltä.

Rakennuksien järjestelmien elinkaari on kuitenkin huomattavasti pidempi kuin esimerkiksi kuluttajaelektronikan ja kaikessa hankinnassa tulisi ottaa aina huomioon pitkä aikaväli. Siinä, missä älypuhelimien normaali käyttöikä on 2-3 vuotta, voi rakennusautomaatiojärjestelmän elinkaari olla 15-20 vuotta pitkä. Ja luonnollisesti rakennusautomaatiojärjestelmää hankittaessa tulisi huomioida, että järjestelmässä on riittävät valmiudet integroitua erilaisiin palveluihin, joita tulevaisuus tuo tullessaan.

Tarkoitus ei ole tehdä järjestelmiin valmiiksi erilaisia kuvitteellisia toimintoja tai koodata valmiiksi rajapintoja järjestelmiin, joita ei ole olemassa. Tarkoitus on hankkia järjestelmiä, joissa on *valmius* erilaisille integraatioille ja mahdollisuus sille, että nämä toiminnot otetaan käyttöön, jos/kun niille ilmenee tulevaisuudessa tarpeita.

Pelkkien integraatiovalmiuksien lisäksi on erittäin tärkeää valita järjestelmiä, joilla on tukea ja elinkaarta vielä jäljellä. Tämä tarkoittaa itse järjestelmän lisäksi siis myös järjestelmän maahantuojan luotettavuutta sekä selvitystä, mitkä yritykset pystyvät kyseiseen järjestelmään tekemään muutos-, ohjelmointi- ja konfigurointitöitä. Aina tämä ei tarkoita samaa yritystä, kuin laitevalmistaja tai maahantuoja. Yrityksiä syntyy ja yrityksiä katoaa.



Samoin yritysten strategia voi vuosien aikana muuttua ja esimerkiksi tiettyjen järjestelmien tuki kyseisessä yrityksessä lakkaa. Jotkin järjestelmämerkit voivat vaatia myös erikoisosaamista, jota ei välttämättä ole saatavilla laajasti. Myös tällaisten ihmisten katoaminen yrityksistä tai vaikkapa alan vaihtaminen saattaa koitua ongelmaksi integraatiotoimintojen käyttöönotossa järjestelmässä, johon ei ole laajaa tukea muissa yrityksissä.

Myös sopimusteknisesti tulee varmistaa aina järjestelmien hankinnan yhteydessä, että tilaaja saa kaikki tietokannat, konfiguraatiot ja järjestelmävalvojatason käyttöoikeudet käyttöönsä, jotta mahdolliset integraatiotyöt tulevaisuudessa eivät ole pelkästään yhden toimijan käsissä. Tästä löytyy paljon esimerkkejä menneisyydestä, jolloin oli tyypillistä, että esimerkiksi automaatiojärjestelmän toimittaja ei luovuttanutkaan admin-tunnuksia tilaajalle, vaan piti ne omassa hallinnassaan. Näin toimija sitoi tilaajan kätet esim. muutos- ja huoltotöissä yhdelle toimijalle. Ongelmia yleensä on tullut myös luonnollisista syistä (kyseisen yrityksen osajan jäädessä eläkkeelle tai siirtyessä muihin tehtäviin tai vaikkapa yrityskaupassa) ja usein myös hinnoittelua on voitu kiristää toimittajan puolelta, kun tilaajalla ei ole ollut aitoa mahdollisuutta kilpailuttaa esimerkiksi laajoja muutostöitä.

Näitä edellä mainittuja asioita on syytä puntaroida aina uutta järjestelmää hankkiessa uuteen tai nykyiseen kiinteistöön. On hyvä esimerkiksi katsoa taaksepäin muutama vuosi – tai vaikka kymmenen vuotta – ja miettiä, millaisia järjestelmiä silloin on hankittu ja kuinka ne mahdollistavat tämän päivän modernien palveluiden ja järjestelmien integraatiot.

## 12 Yhteenveto

Kiinteistöjen järjestelmien integraatiot ja niiden kehitys on nostanut päätään 2010-luvulla. Samalla rakennusautomaatiojärjestelmien tai laajemmin kiinteistönhallintajärjestelmien merkitys kiinteistön aivoina tai keskitettynä integraatioalustana on selvästi korostunut samaan aikaan, kun varsinaisten automaatiourakoiden euromääräinen koko on pienentynyt järjestelmien hajautuessa.

Kiinteistöjen käyttö ja erityisesti etäkäyttö graafisen ja modernin käyttöliittymän kautta on yleistynyt. Entisajan valvomo-PC:t on korvattu paikallisilla graafisilla kosketuspaneelilla, tietoturvallisilla etäyhteyksillä ja HTML5-pohjaisilla käyttöliittymillä sekä mobiililaitteille op-



timoiduilla responsiivisilla, web-pohjaisilla käyttöliittymillä. Valvomoilla on edelleen paikansa isojen kiinteistöjen sekä kiinteistömassojen hallinnassa ja ne toimivat usein integraatioalustana useiden eri järjestelmien solmukohtana.

Samaan aikaan rakennusautomaation paikalliset ”alakeskus-CPU”:t ovat saaneet aiempien valvomoiden kaltaisia ominaisuuksia varmuuskopiointeineen ja käyttäjien hallintoineen. Samaan aikaan ne toimivat protokollamuuntimina eri väylätekniikoiden välissä ja prosessoivat raakaa anturidataa valmiiksi paketeiksi lähetettäväksi muihin järjestelmiin (”edge controller”).

Automaatiojärjestelmien merkitys on kasvanut myös tulevaisuuden energianhallintaan liittyvässä murroksessa, jossa kiinteistöt kommunikoivat toisien kiinteistöjen, eri palveluntarjoajien ja vaikkapa virtuaalivoimalaitosoperaattorien kanssa ohjailleen ja optimoiden energiavirtoja kaukolämmön, aurinkoenergian ja eri tavoilla tuotetun sähköenergian välillä – unohtamatta nykyaikaisia ja tulevaisuuden energiavarastoja.

Loppujen lopuksi rakennusautomaatiojärjestelmien *integraatiovalmiudet* saattavat nousta tulevaisuudessa jopa yhtä tärkeäksi ominaisuudeksi kuin koko talotekniikan varsinainen säätötekniikka. Kiinteistöt tuottavat jatkuvasti valtavan määrän dataa. Jo lähi-menneyks on osoittanut sen, että data on kuin onkin 2010-luvun öljy ja oikeissa käsissä se on merkittävän arvokasta.

### 13 Lähteet

- [1] Wikipedia: Talotekniikka (<https://fi.wikipedia.org/wiki/Talotekniikka>)
- [2] ST-kortti 682.10: Tietoteknisten järjestelmien integrointi
- [3] Schneider Electric Product Selection Guide – EcoStruxure Building (s. 17)
- [4] Granlund Manager (<https://www.granlund.fi/ohjelmistot/>)
- [5] BACnet: Official website of ASHRAE SSPC 135 (<http://www.bacnet.org/index.html>)
- [6] ST710.02 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tietoturva

