

**RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN  
ETÄYHTEYKSIEN PARANTAMINEN**

Karhu Mikko

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2025

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Mikko Karhu	<b>Vuosi</b>	2025
<b>Ohjaaja</b>	Ari Afflekt		
<b>Toimeksiantaja</b>	Caverion Suomi Oy		
<b>Työn nimi</b>	Rakennusautomaatiojärjestelmän etäyhteyksien parantaminen		
<b>Sivumäärä</b>	32		

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli rakennusautomaatiojärjestelmän päivitys ja etäyhteyksien parantaminen. Työn toimeksiantajana toimi Caverion Suomi Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli toimeksiantajan asiakkaille tarjoaman pienkohteiden automaatiovalvomon päivitys ja siirto Caverionin konesaliin. Työn tarkoituksena oli myös tutkia nykyaikaisen rakennusautomaatiojärjestelmän arkkitehtuuria ja valvomopalveluiden ylläpitoon liittyviä asioita. Salassapidollista syistä valvomon asiakastietoja ei käsitellä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyön teoriaosiossa käsitellään kiinteistöautomaationjärjestelmien historiaa, kehitystä ja rakennetta sekä automaation tietoturvallisuutta. Työhön sisältyi ohjelmistojen latausta ja automaatiojärjestelmän päivitykseen kuuluvia työvaiheita. Osa järjestelmäpäivityksen työvaiheista tehtiin yhteistyössä Caverion Suomi Oy:n Oulun automaatiopalvelun asiantuntijoiden kanssa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin automaatiojärjestelmään päivitys ja valvomopalvelun siirto konesaliin. Järjestelmän etäkäyttö onnistuu jatkossa selaimesta riippumatta myös mobiililaitteilla. Työstä saatua kokemusta hyödynnetään vastavissa järjestelmäpäivityksissä.

Avainsanat

automaatio, rakennusautomaatio, valvomo

Electrical and Automation Technics  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Mikko Karhu	<b>Year</b>	2025
<b>Supervisor</b>	Ari Afflekt		
<b>Commissioned by</b>	Caverion Suomi Oy		
<b>Title</b>	Improving remote connections of BAS		
<b>Number of pages</b>	32		

---

The topic of this thesis is updating the building automation system and improving remote connections. The project was commissioned by Caverion Suomi Oy. The aim of the thesis was to upgrade the automation control room of small sites offered by the Caverion to customers and move it to Caverion's data center. The purpose of the thesis was also to learn the architecture of a modern building automation system and issues related to the maintenance of control room services. For reasons of confidentiality, the customer data of the control room is not processed in the thesis.

The theory section of the thesis deals with the history, development and structure of building automation systems as well as the information security of automation. The work included software downloading and work phases related to updating the automation systems. Some of the work phases of the system upgrade were carried out in cooperation with Caverion Suomi Oy automation service experts.

As a result of the thesis, the automation system was upgraded, and the control room service was moved to the data center. In the future, remote access to the system will also be possible on mobile devices, without depending on the browser. Experience gained from the work will be utilized in the corresponding system updates.

Keywords

automation, building automation, control room

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	YRITYSESITTELY .....	7
3	KIINTEISTÖAUTOMAATIO .....	9
3.1	Kiinteistöautomaation historia .....	9
3.2	Mikä on kiinteistöautomaatiojärjestelmä .....	10
3.3	Kenttälaitteet.....	11
3.4	Automaatiotaso.....	12
3.5	Valvomo.....	13
3.6	Tietoturvallisuus.....	14
3.7	Järjestelmän fyysinen suojaus.....	16
3.8	TOSIBOX-tietoturallinen etäyhteys .....	17
4	KIINTEISTÖAUTOMAATIOVALVOMO .....	19
5	CAVERION PYRAMID-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	21
6	KONESALI.....	23
7	TYÖN SUORITUS .....	24
7.1	Lähtötilanne .....	24
7.2	Päivitystyö .....	25
7.3	Tilanne päivityksen jälkeen .....	27
8	TULOKSET.....	29
9	POHDINTA .....	30
	LÄHTEET.....	31

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CWS	CompuTec Web Station, ohjelmoitava logiikka
DCS	Distributed control system, hajautettu automaatio
HMI	Human Machine Interface, käyttöliittymä
HTML	Hypertekstin merkintäkieli
PLC	Ohjelmoitava logiikka
RDS	Remote Desktop Service, Windows-komponentti
RAU	Rakennusautomaatio
UAC	User Account Control, käyttäjätilien valvonta
VAK	Valvonta-alakeskus
VPN	Virtual Private Network, virtuaalinen erillisverkko

## 1 JOHDANTO

Automaatiojärjestelmissä valvomo on rajapintana laitteiden ja käyttäjän välillä. Kallistunut energian hinta on lisännyt halukkuutta saavuttaa säästöjä kiinteistöautomaation kokonaisvaltaisella hyödyntämisellä. Kiinteistöautomaatiossa valvomo on keskeinen osa automaatiojärjestelmää ja tärkeä työkalu huolehdittaessa kiinteistöstä.

Tämän opinnäytetyön aiheena on kiinteistöautomaatiojärjestelmän ja automaatiovalvomon päivityksen tekeminen sekä päivityksestä saatavien hyötyjen tutkiminen. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Caverion Suomi Oy:n Oulun automaatiopalveluiden pienkohteita sisältävän kiinteistöautomaatiojärjestelmän päivitystä ja valvomon siirtoa konesaliin. Päädyin tähän opinnäytetyön aiheeseen toimeksiantajan ehdotuksesta ja omasta kiinnostuksesta kiinteistöautomaatiojärjestelmiin.

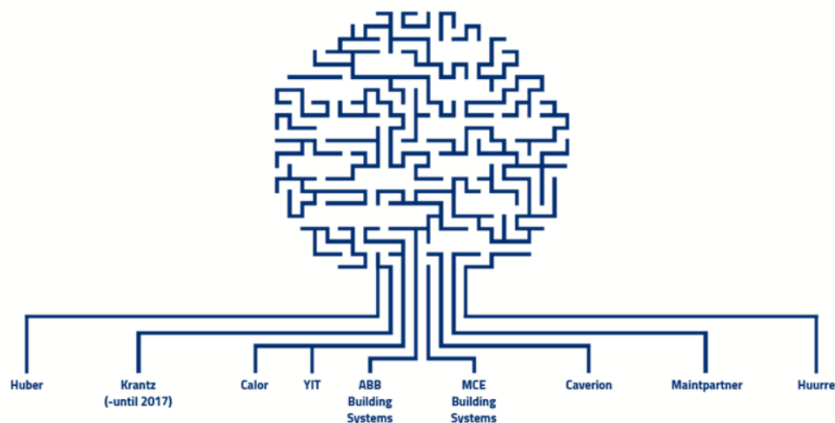
Opinnäytetyön tavoitteena oli Caverion Pyramid-automaatiojärjestelmän päivittäminen ja valvomon siirto konesalin serverille. Lisäksi työn tarkoituksena oli myös tutkia nykyaikaisen rakennusautomaatiojärjestelmä arkkitehtuuria ja valvomopalveluiden ylläpitoa. Opinnäytetyössä käsitellään myös kiinteistöautomaation rakennetta yleisellä tasolla ja tutkitaan päivityksessä huomioon otettavia tietoturvalisuuteen liittyviä asioita.

Opinnäytetyössä vastataan kysymykseen, mitä hyötyä päivityksellä saavutetaan Caverion Pyramid-automaatiojärjestelmän käytettävyyteen? Lisäksi työssä tutkitaan järjestelmäpäivityksen ja sen yhteydessä Caverionin konesaliin siirretyn valvomoserverin siirron vaikutuksia tietoturvaan.

## 2 YRITYSESITTELY

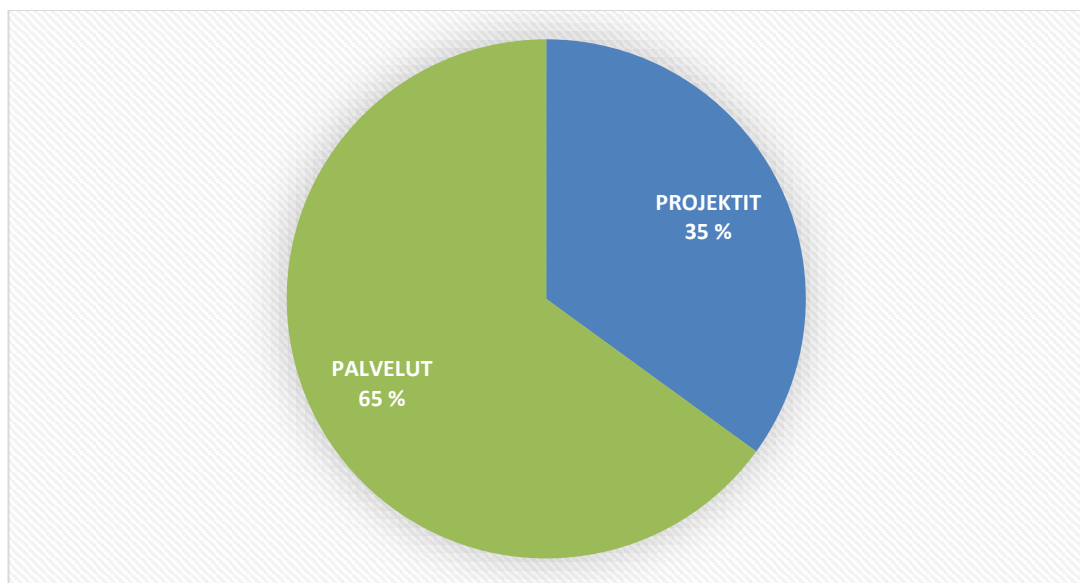
Caverion Suomi Oy on Caverion Oyj:n konserniyritys, joka on perustettu vuonna 2013 kiinteistötekniisten ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT:stä. Caverionin historia YIT:n kautta yltää vuoteen 1912. YIT alkoi tarjota kiinteistöjen huolto- ja kunnossapitopalveluita jo 1970-luvulla, tätä voidaan pitää kiinteistötekniisten palvelujen liiketoiminnan alkuna. (Caverion Corporation 2025a.)

Caverion Suomi Oy:n tekemiä yritysostoja ovat Sähkötaso Esitystekniikka Oy:n osto 2016, Enegian liiketoimintakauppa 2017 ja Jetitek Oy:n osto 2018. Maintpartnerin Suomen, Viron ja Puolan toimintojen ostot sekä Huurre Group Oy:n kylmätekniisten ratkaisujen liiketoiminnan hankinta 2019 ja samana vuonna Pelsu Pelastussuunnitelma Oy:n osto. Vuonna 2021 tapahtui Merius Oy:n älykkään suunnittelun liiketoimintojen osto. Vuonna 2022 Caverion osti Carrier Suomen kaupankylmäliiketoiminnan, Lukko Pron, Visi Oy:n, WT-Service Oy:n ja Wind Controllerin ja vuonna 2023 Kiwa Inspectan kiinteistöjen ja rakenteiden asiantuntijapalveluyksikön, St1 Lähienergian maalämpölaitosten asennus- ja projektinjoh-toyksikön sekä TM Voima -yhtiöiden sähköasema- ja voimajohtoliiketoiminnan. Caverion Suomi Oy:n vuoden 2023 liikevaihto oli 445,5 miljoonaa euroa. Kuviossa 1 Caverioniin yhdistyneitä yrityksiä. (Caverion Corporation 2025a.)



Kuvio 1. Caverioniin yhdistyneitä yrityksiä (Caverion Corporation 2025a)

Caverion Suomi Oy:llä on kaksi liiketoimintayksikköä: Palvelut ja Projektit. Kiinteistötekniset palvelut tarjoavat ratkaisuja kiinteistöjen parempaan elämään. Näihin palveluihin kuuluu suunnittelu, asennus, huolto, kunnossapito, kiinteistöjohtaminen, älykkäät ratkaisut, energia ja asiantuntijapalvelut kaikkiin kiinteistöjen teknisiin järjestelmiin. Teollisuuden palveluihin kuuluu teknisten järjestelmien projektitoimitukset, huolto ja kunnossapito sekä modernisointiprojektit. Projektiyksikkö toteuttaa talotekniikkaprojekteja saneeraus- ja uudiskohteisiin. Liikevaihto jakautuu liiketoimintayksiköiden välillä kuvion 2 mukaan. (Caverion Corporation 2025b.)



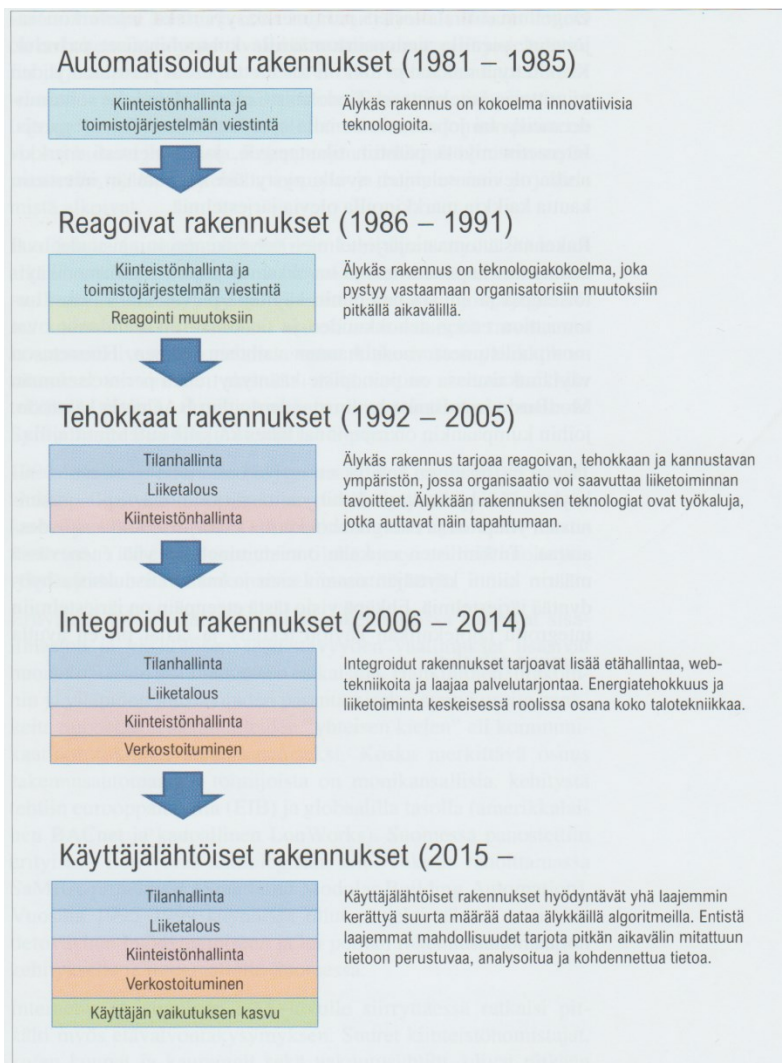
Kuvio 2. Liikevaihdon jakauma vuonna 2023 (mukaillen Caverion Corporation 2025b)

### 3 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

#### 3.1 Kiinteistöautomaation historia

Kiinteistöautomaatio, eli rakennusautomaatio (RAU), on ollut osana kiinteistöjen ohjausta jo 50-luvulta lähtien. Todellisen sysäyksen kehitykselle loi rakennusten ilmanvaihtotekniikan koneellistuminen 60-luvulla. Digitaalisen säädön aikakaudelle siirryttiin 80-luvulla. Kuviossa 3 esitetty kiinteistöautomaation historian kehityskausia. (Liedes 2018, 13.)

Automaation tärkeimmät tehtävät kiinteistöissä ovat ilmanvaihdon ja lämmönsäätelyn ohjaus. Nykytekniikalla rakennusautomaatiolla voidaan ohjata kaikkia kiinteistön sähköisiä järjestelmiä. (Liedes 2018, 21.)

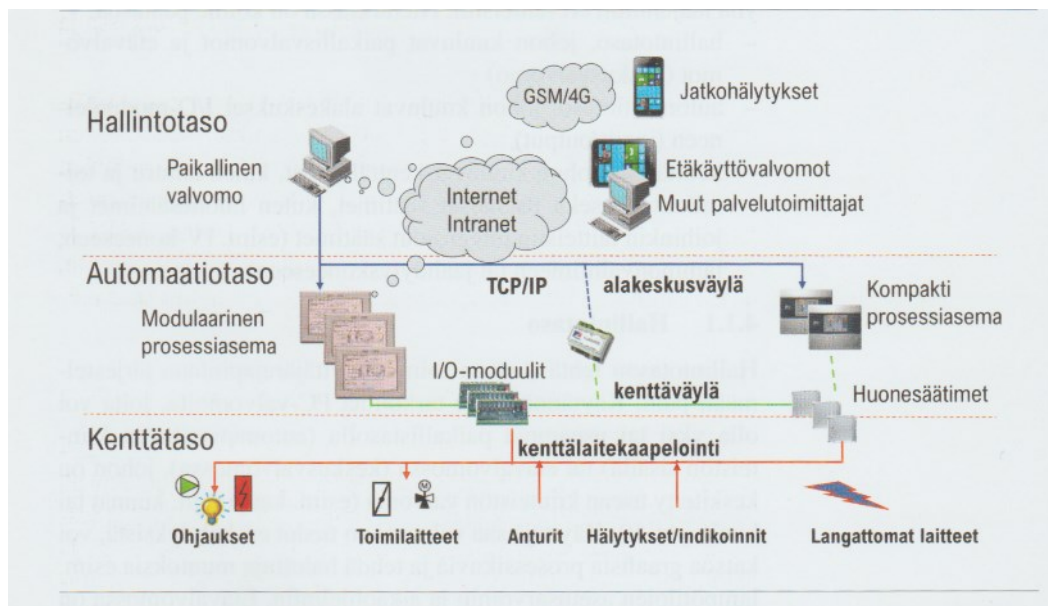


Kuvio 3. Kiinteistöautomaation historian kehityskaudet (Liedes 2018, 18)

### 3.2 Mikä on kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jolla ohjataan ja valvotaan prosessia. Kiinteistöautomaatio määritellään erilaisiksi automaattisiksi säätö-, valvonta-, ohjaus-, ja hälytystoiminnoiksi. Kiinteistöautomaation tarkoituksena on parantaa rakennuksen olosuhteita, saavuttaa energiasäästöjä, vähentää rutiinityötä sekä pienentää kiinteistöön kohdistuvia taloudellisia ja henkilöriskejä. (Liedes 2022, 21.)

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä koostuu valvomosta, ala-asemasta, kenttälaitteista ja itsenäisistä säätimistä. Järjestelmä on jaettu kolmeen tasoon, jotka esitetty kuviossa 4. Tasot ovat hallinto-, automaatio- ja kenttätaso. (Liedes 2022, 59.)



Kuvio 4. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän rakenne (Liedes 2018, 60)

### 3.3 Kenttälaitteet

Kenttälaitetasoon kuuluu anturit, toimilaitteet, lähettimet, säätimet, nykyaikaiset taajuusmuuttajaohjatut EC-pumput ja puhaltimet. Lisäksi kenttätasolla voi olla hajautettua IO:ta, joka on väylällä yhteydessä alakeskukseen. Antureiden välittämiä mittaustuloksia apuna käyttäen alakeskusten keskusyksiköt ohjaavat toimilaitteita, pyrkien pitämään prosessin mahdollisimman lähellä asetettuja arvoja. Tyypillisiä kiinteistöautomaation kenttälaitteita ovat lämmönsäätelyssä käytettävät säätöventtiilien toimilaitteet ja nesteen lämpötilaa mittaavat lämpöanturit. Kuviossa 5 on esitetty lämmönsäätelyn kenttälaitteita.

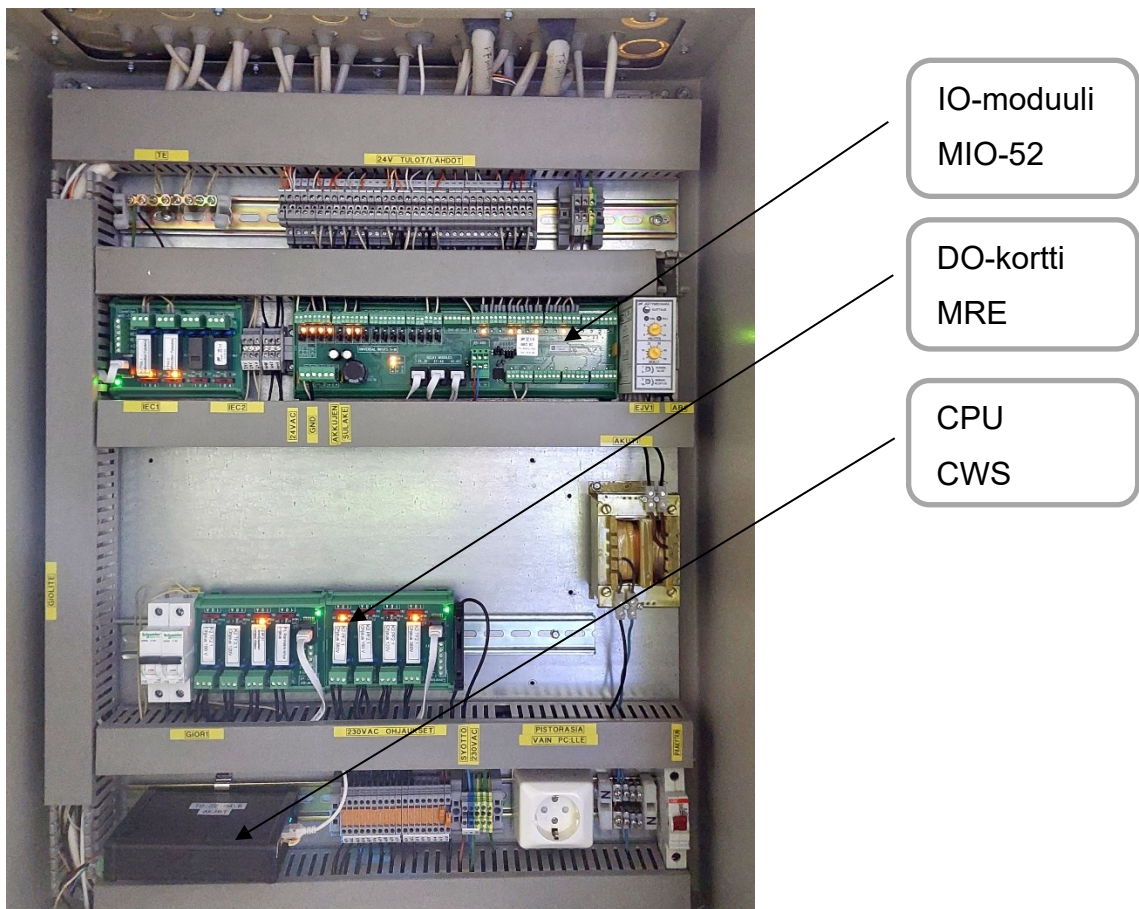


Kuvio 5. Kenttälaitteita

Kenttälaitteiden ja valvonta-alakeskusten välillä olevaa kaapelointia kutsutaan instrumentointikaapeloinniksi. Kentällä olevat väylälaitteet kommunikoivat alakeskuksen kanssa kenttäväylää pitkin. Yleisimmin käytössä olevia kenttäväyliä ovat Modbus, M-bus, BACnet, LON, KNX ja DALI.

### 3.4 Automaatiotaso

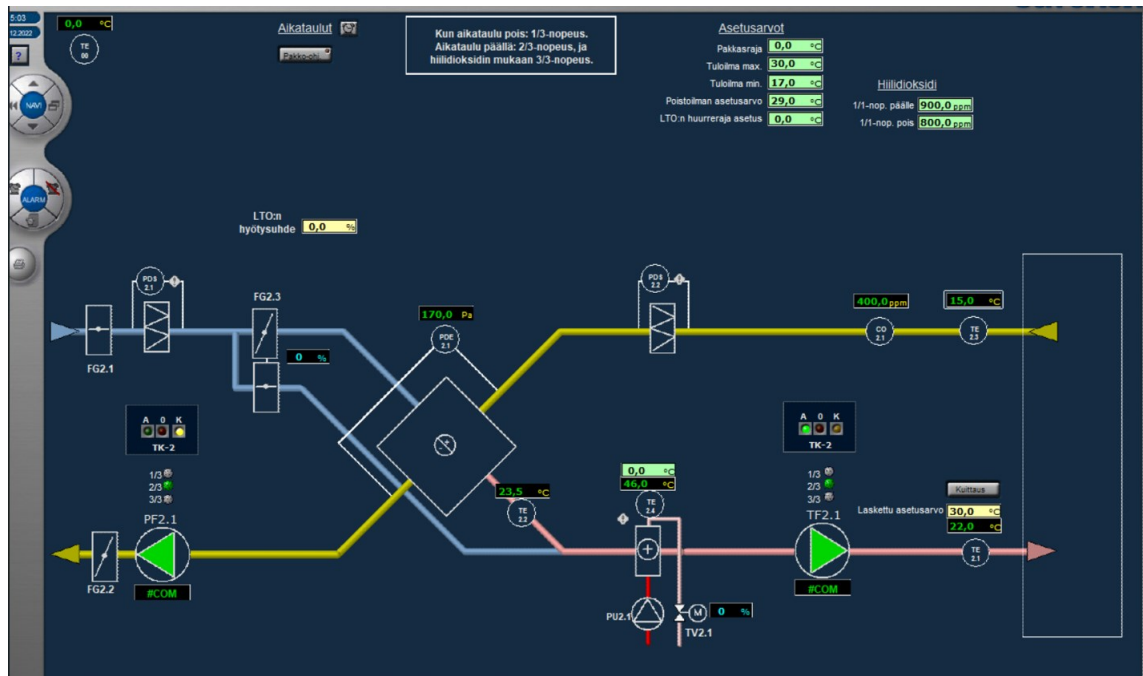
Valvonta-alakeskus eli VAK on keskus, johon automaation IO-moduulit ja prosessiasema, eli CPU on asennettu. Kenttälaitteilta tulevat instrumentointikaapelit siirtävät mittaustiedot (DI,DO,AI,AO) sähköisesti IO-korttien kautta cpu:lle, joka laskee mittausarvojen perusteella ohjaussignaalit, joilla esim. ilmanvaihtokonetta säädetään. Kuviossa 6 esitetty tyypillinen pieni alakeskus. (Liedes 2018, 60)



Kuvio 6. Valvonta-alakeskus

### 3.5 Valvomo

Valvomo on rakennusautomaation hallintotaso. Valvomon kautta järjestelmän käyttäjät saavat tietoa prosessista. Valvomo toimii rajapintana käyttäjälle. Valvomon kautta käyttäjät saavat tiedot hälytyksistä, voivat seurata prosessia grafiikkakuvista ja tehdä muutoksia asetuksiin. Valvomoihin kerätään trendidataa prosessista, joka helpottaa esimerkiksi vian selvityksessä. Caverion Pyramid-automaatiojärjestelmän valvomografiikkaa esitetty kuviossa 7.



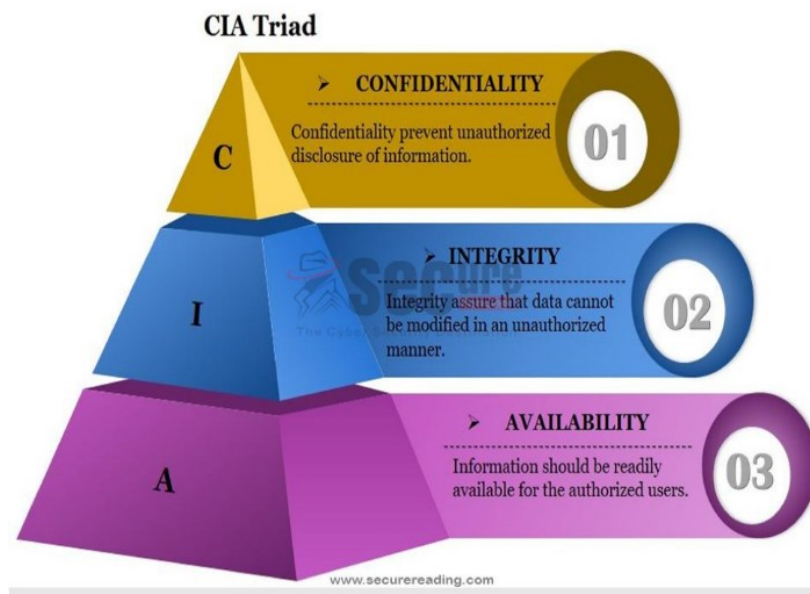
Kuvio 7. Caverion Pyramid-valvomografiikkaa

### 3.6 Tietoturvallisuus

Tietoturvallisuus ja sen kehittäminen ovat nykyään tärkeä osa yritysten liiketoimintariskien hallinnassa. Riskejä kannattaa kartoittaa ja arvioida ennakkoon. Näin ollaan valmiina reagoimaan nopeasti muuttuviin riskeihin. Käyttäjätunnusten hallinta ja vahvojen salasanojen käyttäminen ovat asioita, joita ei pidä vähätellä. (Rajala, A. 2024.)

Tieto- ja kyberturvallisuudesta huolehtiminen on välttämätöntä myös kiinteistöautomaatiossa. Tietoturvan haavoittuvuutta ei vähennä alati lisääntyvä verkkoon kytkettyjen laitteiden määrä sekä pilvipalveluiden ja etäkäyttöjen määrän kasvu. Laitteiden ja järjestelmien ajantasaiset päivitykset ja tietoturvatarkastukset on huomioon otettava asia huoltosopimuksia solmittaessa. (Traficom 2019.)

Tietoturva esitetään useasti kuvion 8 mukaisella C-I-A mallilla (confidense-integrity-availability). Suomeksi L-E-S (luottamuksellisuus, eheys, saatavuus). Mallissa tietoturvalla on kolme tavoitetta; luottamuksellisuus, eheys ja saavutettavuus. (Secure reading 2016.)



Kuvio 8. C-I-A malli (Secure reading 2016)

Luottamuksellisuus tarkoittaa järjestelmään kirjautumisen ja muokkaamisen riittävää suojausta käyttöoikeuksilla. Rakennusautomaatiossa luottamuksellisuus menetetään, jos kuka tahansa pääsee käsiksi järjestelmän ei-julkisiin tietoihin. (Liedes 2017, 117.)

Eheydellä tarkoitetaan tiedon sisällön muokkaamattomuutta. Rakennusautomaation tiedon eheys vaarantuu esimerkiksi tunkeilijan päästessä muokkaamaan mitaustietoja ja heikentämään järjestelmän toimivuutta. (Liedes 2017, 117.)

Saatavuudella tarkoitetaan sitä, että tieto on niiden henkilöiden ja tahojen saatavissa, joille se on tarkoitettu ja silloin, kun sitä tarvitaan. Esimerkkinä kenttälaitteiden, alakeskuksen tai valvomon kommunikaatiohäiriö. (Liedes 2017, 117.)

Tietoturvaluustavoitteet on hyvä kartoittaa järjestelmäkäyttöön ja -toimintaan liittyvien tekijöiden riskianalyysillä. (Liedes 2018, 118.)

Riskianalyysissä kannattaa huomioida esimerkiksi

- automaatiolaitteiden laiterikot
- valvomokoneen laiterikko
- järjestelmään kohdistuvat tahalliset hyökkäykset tietoverkon kautta
- järjestelmään kohdistuvat luvattomat tunkeutumiset tietoverkon kautta
- haittaohjelmien leviäminen laitteisiin
- järjestelmän datan pääseminen väriin käsiin
- etäyhteyksien väärinkäyttö
- RAU-laitteen käyttö yhdyskäytävänä rakennuksen muihin järjestelmiin ja verkkoihin
- sähkönsyötön varmistus (Liedes 2018, 114).

### 3.7 Järjestelmän fyysinen suojaus

Pelkkä järjestelmien suojaus verkkohyökkäysten varalta ei ole riittävä. Tärkeänä osana tietoturvallisuutta on fyysinen suojaus. Kiinteistöautomaation rinnalla on yleensä myös paloilmoitin-, kulunvalvonta- ja murtoilmaisinjärjestelmät, jotka ovat suoraan yhteydessä hälytyskeskukseen. Kuvio 9 havainnollistaa kiinteistöjen fyysisen suojauksen rakennetta. Fyysisellä suojauksella tarkoitetaan valvomoiden, alakeskusten, paikallisten käyttöpäätteiden, verkon aktiivilaitteiden ja talotekniikkaverkkoon liittyvien laitteiden sijoittamista lukittuihin tiloihin. Pääsy tiloihin on vain henkilöillä, joilla siihen tarvetta. Kiinteistön lukituksista ja kulkualueista lisätietoa löytyy viestintäviraston suosituksesta 36/2015 S, Kiinteistöjen laitetilojen lukitus. (Liedes 2017, 120.)

Laitteiden ja verkkoliityntöjen sijoittamista julkisiin tiloihin ei suositella. Jos jokin verkkolaite on pakko sijoittaa näin, on verkkopiste eristettävä talotekniikkaverkosta. (Liedes 2017, 120.)



Kuvio 9. Fyysisen tietoturvan laitteistoa (COUNTER TERRORISM 2025)

### 3.8 TOSIBOX-tietoturvallinen etäyhteys

TOSIBOX on Vuonna 2011 Oulussa perustettu yritys, jonka toimialaa on tietoturvallisten etäyhteyslaitteistojen valmistus. Tosibox on patentoinut VPN-tunnelia käyttävän etäyhteysteknologian. Yhteyden muodostus perustuu TOSIBOX-lukkoon, joka on verkkoyhteydessä TOSIBOX-avaimeen. TOSIBOX- yhteys, eli avain ja lukko, vaativat toimiakseen aina internet-yhteyden. Kuviossa 10 on havainnollistettu yhteyden toimintaperiaate. (TOSIBOX 2025.)



Kuvio 10. Tosibox-toimintaperiaate (TOSIBOX 2025)

Tosibox-avain on älykäs salauslaite, joka mahdollistaa turvallisen yhteyden tietokoneen ja useamman Tosibox-noden eli verkkolaitteen kanssa. Tosibox-avain on joko fyysinen USB-tikku tai ohjelmallinen soft-key. Ohjelmallinen soft-key voidaan asentaa vain yhteen koneeseen ja esimerkiksi koneen rikkoutuessa on hankittava uusi avain. Kuviossa 11 esitetty TOSIBOX TBK2-avain. (TOSIBOX 2025.)



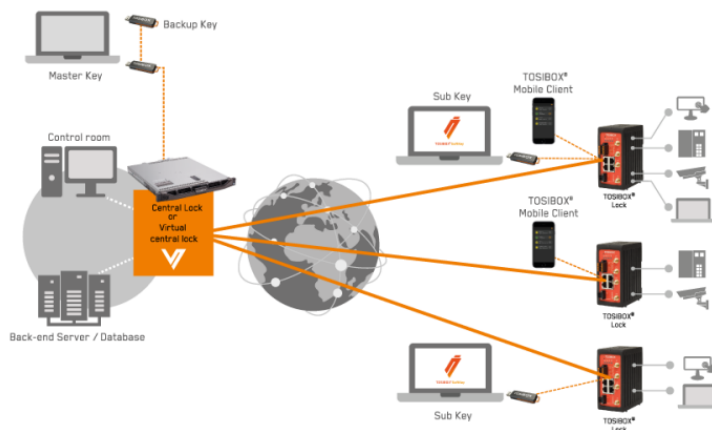
Kuvio 11. USB-avain TBK2 (TOSIBOX 2025)

Tosibox-lukko on älykäs reititin. Pieni ja kompakti laite on helppo asentaa esimerkiksi kiinteistöverkon tai VAKIN yhteyteen, johon tarvitaan suojattua yhteyttä. Tosiboxin patentoima Plug&Go-menetelmä on helppo ja nopea ottaa käyttöön ilman palomuurin muutoksia. Kuviossa 12 Tosibox-Lock 200-C reititin. (TOSIBOX 2025.)



Kuvio 12. Tosibox-Lock 200-C (TOSIBOX 2025)

Konesalissa on käytössä Tosibox virtuaalinen keskuslukko, joka mahdollistaa jopa tuhansien Tosibox-lukkojen ja avaimien yhteiskäytön. Oulun pienkohteiden paikallisvalvomon kohteissa olevat lukkolaitteet muodostavat suojatun yhteyden konesalin keskuslukon välityksellä. Keskuslukon asetuksista voidaan reaaliajassa hallita käyttäjiä ja käyttöoikeuksia. Kuviossa 13 esitetty keskuslukon toimintaperiaate. (TOSIBOX 2025.)



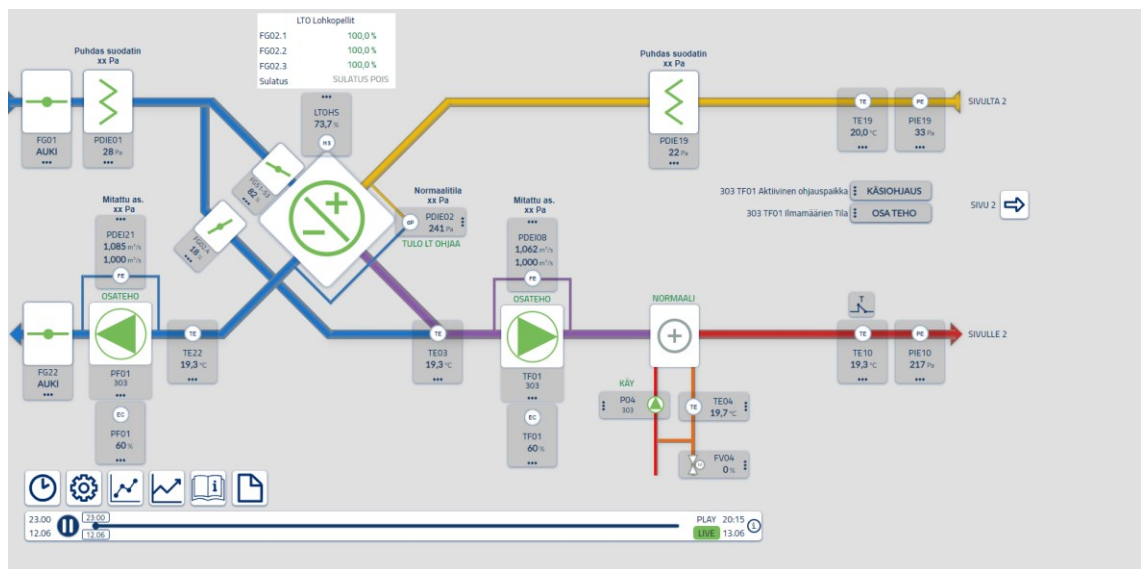
Kuvio 13. Keskuslukon toimintaperiaate (TOSIBOX 2025)

#### 4 KIINTEISTÖAUTOMAATIOVALVOMO

Kiinteistön automaatiojärjestelmä ja siihen liittyvä valvomo ovat kiinteistön elinkaarsa ns. pitkän tähtäimen hankintoja. Hankintavaiheessa automaatiojärjestelmän osuus kokonaiskustannuksista on vain noin 1 promillen luokkaa, mutta kiinteistön käyttöä ajatellen on kyseessä keskeinen työkalu. (Liedes 2017, 9.)

Kiinteistöjen paikallis- ja etävalvonta, ohjaukset sekä energian kulutuksen seuranta tapahtuu valvomojärjestelmän kautta. Kuviossa 14 esitetty Caverion Drive-kiinteistöautomaatiojärjestelmän grafiikkakuva valvomosta. Valvomon tehokas käyttö ja erityisesti käytön osaaminen ovat rakennuksen kulujen hallinnan perusedellytyksiä. Monesti järjestelmien ominaisuuksia jää hyödyntämättä, jos käyttäjät eivät osaa niitä käyttää. Tästä syystä järjestelmien käyttäjien käyttökoulutukset ovat tärkeässä roolissa. (Liedes 2017, 9.)

Automaatioinvestointien todellista hyötyä ei mitata järjestelmä- ja laitteistohankinnoilla, vaan hankintojen avulla rakennetaan ratkaisuja, joiden avulla kiinteistöjä pystytään hallinnoimaan paremmin. (Liedes 2017, 11.)

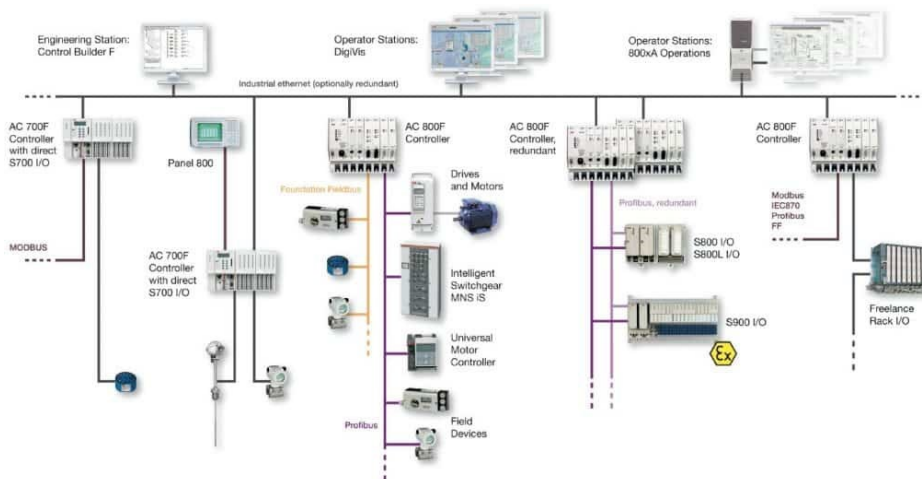


Kuvio 14. Caverion Drive-järjestelmän valvomografiikkaa

Hajautetussa automaatiojärjestelmässä DCS on useita sovellus- ja tiedonkeruupalvelimia sekä ylläpitotietokoneita. DCS-järjestelmän rakennetta on esitetty kuviossa 15. Laitteiden määrä lisää energiankulutusta ja tietotekniset laitteet vaativat myös säännöllisesti järjestelmäpäivityksiä sekä niiden elinkaari on rajallinen. Automaatiojärjestelmän koneiden ajaminen virtuaaliympäristössä on ratkaisu, jota voidaan nykyisessä hajautetussa automaatiojärjestelmässä hyödyntää tehokkaasti. (Insta 2021.)

Virtualisointi tarkoittaa tietotekniikassa fyysisten laitteiden jakoa loogisiksi resursseiksi. Eli käytännössä yhtä tietokonetta voidaan käyttää useana laitteena. Koneelle voidaan myös luoda eri käyttöympäristöjä, jotka käyttävät eri ohjelmia tai käyttöjärjestelmää. (Insta 2021.)

Virtualisoinnin tärkeimpänä etuna on kustannussäästö, koska useita virtuaalikoneita voidaan ajaa yhdellä fyysisellä palvelin koneella ja näin saavutetaan säästöä laitteistokustannuksissa. Lisäksi virtuaaliympäristöön voidaan tarpeen mukaan helposti lisätä tai vähentää resursseja. (Insta 2021.)

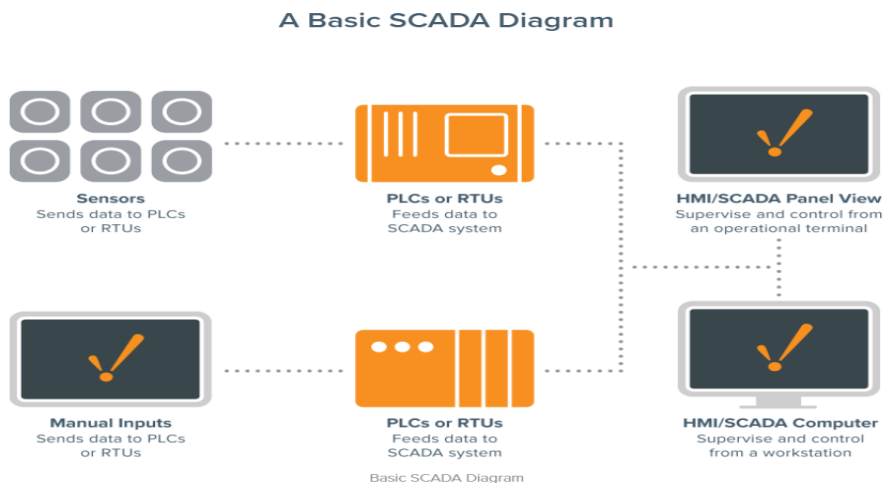


Kuvio 15. DCS-järjestelmän rakennekuva (ELECTRICAL TECHNOLOGY 2025)

## 5 CAVERION PYRAMID-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

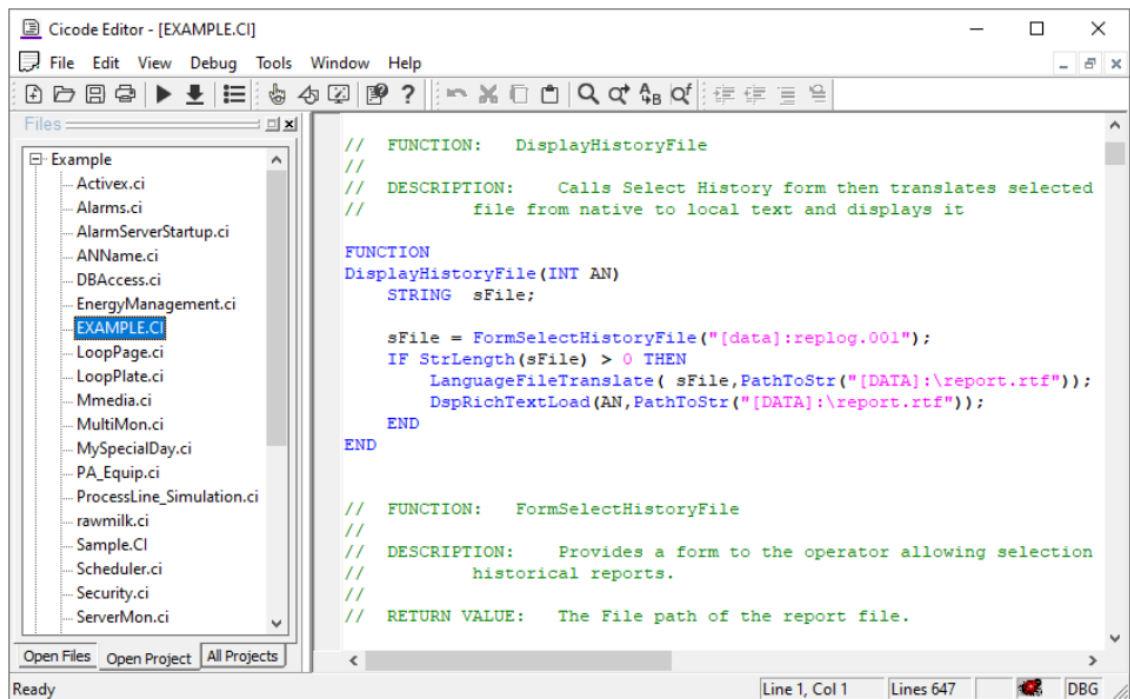
Pyramid-automaatiojärjestelmä on rakennettu Schneider Electricin kehittämälle Citect SCADA-ohjelmistoalustalle. SCADA-järjestelmää kutsutaan myös käytönohjausjärjestelmäksi sekä HMI-järjestelmäksi. HMI on lyhenne englanninkielisestä nimestä Human Machine Interface, eli käyttäjän ja koneen välinen käyttöliittymä. SCADA-ohjelmiston avulla voidaan suorittaa toimintoja, seurata prosesseja ja kerätä tietoa reaaliajassa automaatiojärjestelmästä. Ohjelmisto toimii rajapintana automaation sähköistentietojen muokkauksessa käyttäjien helpommin ymmärrettäväksi. (Jurvanen, L 2023.)

SCADA-ohjelmisto on luotu 1920-luvulla. Tehtaiden ja laitteistojen kasvaminen prosesseineen suuremmiksi loi tarpeen järjestelmälle, joka helpottaisi prosessien ylläpitämistä vaikeasti ohjelmoitavien releiden ja ajastinten tilalle. Tietokoneiden saapuminen automaation 1950-luvulla käynnisti järjestelmän suuremman kehityksen, jota kiihdytti internetin hyödyntäminen 1990-luvulla. Nykyään SCADA mahdollistaa reaaliaikaisen automaatioprosessien seuraamisen kaikkialta maailmasta internet-yhteyksien saavutettavista. Ohjelmisto sisältää kaikki tarvittavat työkalut valvomoympäristön luomiseen. SCADA-järjestelmän arkkitehtuuri on keskitetty, eli valvontakeskus vastaa datan keräämisestä ja etäpisteet välittävät tietoa kenttälaitteilta valvontapisteille. Kuviossa 16 esitetty SCADA-järjestelmän toimintaa. (Inductive automation 2025.)



Kuvio 16. SCADA järjestelmä (Inductive automation)

Citect SCADA on Schneiderin kehittämä SCADA-ohjelmisto, joka sisältää kaikki grafiikka- ja hallintatyökalut valvomoympäristön luomiseen. Nykyään kaikki tarvittavat toiminnot valvomoympäristön tekemiseen ovat yhdessä Citect Studio sovelluksessa, kun aiemmin ne olivat erillisiä sovelluksia. Caverion pyramid valvomon luonnissa keskeinen työkalu on Cicode Editor. Kuviossa 17 Cicode Editor havainnekuva. (Inductive automation.)



Kuvio 17. Cicode Editor (AVEVA 2023)

## 6 KONESALI

Opinnäytetyön kohteen ollut Pyramid Oulu paikallisvalvomo siirtyi päivityksen myötä Etelä-Suomeen Caverionin konesalin palvelimelle. Konesalilla tarkoitetaan tietoteknistä käyttöä varten varustettua rajattua tilaa tai rakennusta. Konesaleissa on tehokkaita suurien tietomäärien käsittelyyn tarvittavia tietokoneita ja verkkolaitteistoa. Havainnekuva konesalista kuvio 18. Viime aikoina runsaasti uutisissa olleet suuret datakeskushankkeet ovat myös suuria konesaleja. Konesalien laitteistot ovat pääasiassa sähkökäyttöisiä datan käsittelyyn tarvittavia laitteistoja. (Toivanen, V 2019, 30.)

Tehokkaat tietojenkäsittelylaitteistot kuluttavat runsaasti energiaa ja niiden käytöstä aiheutuvaa hukkalämpöä otetaan talteen lämmitysenergiaksi. Suomeen suunnitellut globaalit datakeskushankkeet ovatkin tarjoilleet halpaa kaukolämpöä rakennuspaikkakunnilleen toteutuessaan.

Datakeskuksien etuja on lisäksi hyvä tilaturva, koska laitteet sijaitsevat ulkopuolisilta hyvin suojatuissa tiloissa. Konesalit on myös varustettu varavoimajärjestelmillä sähkökatkojen varalta ja konesaleissa käsiteltävät tiedot ovat varmennettuja vikatilanteiden varalle. (Toivanen, V 2019, 31.)



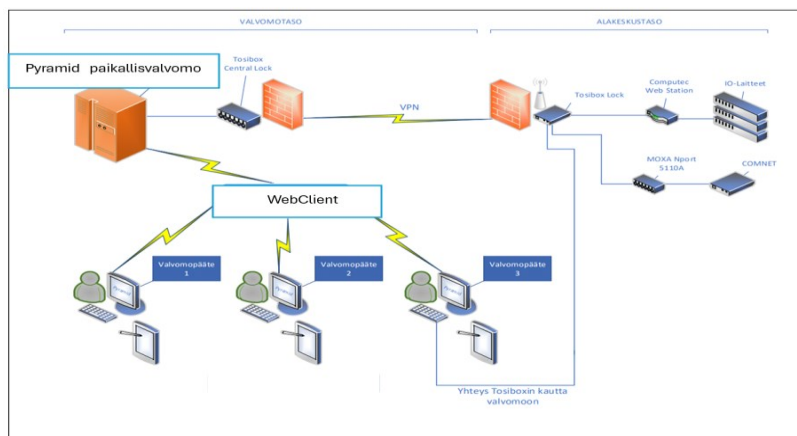
Kuvio 18. Konesali laitteistoa (Erillisverkot 2018)

## 7 TYÖN SUORITUS

### 7.1 Lähtötilanne

Nykypäivänä kilpailu kiinteistöautomaation palveluntarjoajien välillä on koventunut ja olemassa olevista asiakassuhteista on syytä pitää huolta. Tässä opinnäytetyössä tehdyt toimenpiteet tähtäsivät paremman ja toimivamman kiinteistöautomaatiopalvelun aikaansaamiseksi. Oulun automaatiopalveluiden pienkohteiden asiakkaille tarjoama Pyramid-automaatiojärjestelmä sekä sen paikallisserverillä toimiva kiinteistöautomaatiovalvomo olivat päivityksen tarpeessa. Lisäksi asiakaskohteissa olevat valvomotietokoneet, sekä Oulun toimipisteessä sijaitseva serverikone olivat uusimisen tarpeessa. Pyramidin päivityksen myötä valvomopalvelu siirtyi Caverionin konesaliin ja paikallisserveriä ei enää tarvita. Kyseisellä toimenpiteellä parannetaan järjestelmän toimintavarmuutta, käytettävyyttä ja tietoturvan tasoa.

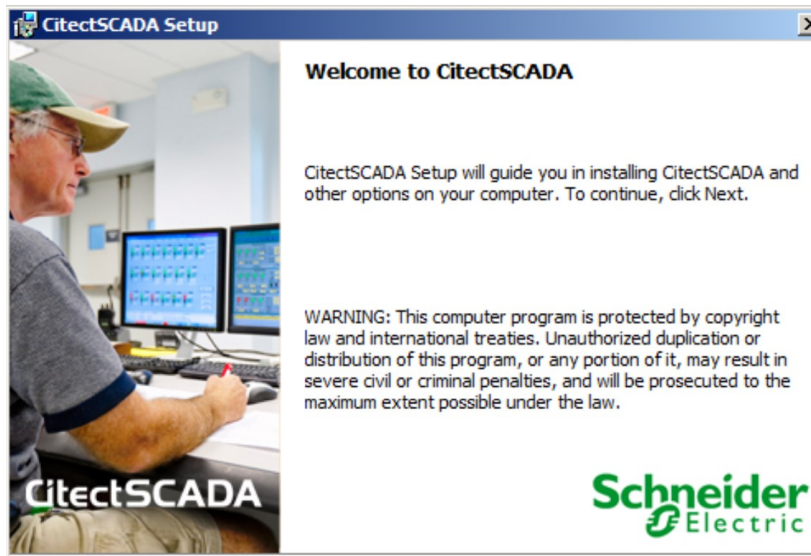
Asiakkailla on käytössä Caverionin Pyramid 7.8 -automaatiojärjestelmä, joka toimii Citect SCADA -ohjelmistolla. Kuviossa 19 on havainnollistettu asiakkailla ennen päivitystä olevaa järjestelmää. Automaatiojärjestelmän valvomon siirto konesaliserverille vaatii ohjelmistoversion päivityksen seuraavaan versioon Pyramid - 8. Syynä tähän HTML5-kielen tuki, joka puuttuu Pyramid -7.8 versiosta. HTML5-kieli taas mahdollistaa valvomon etäkäytön selainlucustasta riippumatta. Valvomopäätteiden etäyhteydet on luotu WebClientin avulla. Etäkäyttö perustuu Active-X- sovellukseen ja toimii ainoastaan Microsoftin Internet Explorer- selaimessa.



Kuvio 19. Järjestelmä ennen päivitystä (mukaillen Konesalipalvelut 2024)

## 7.2 Päivitystyö

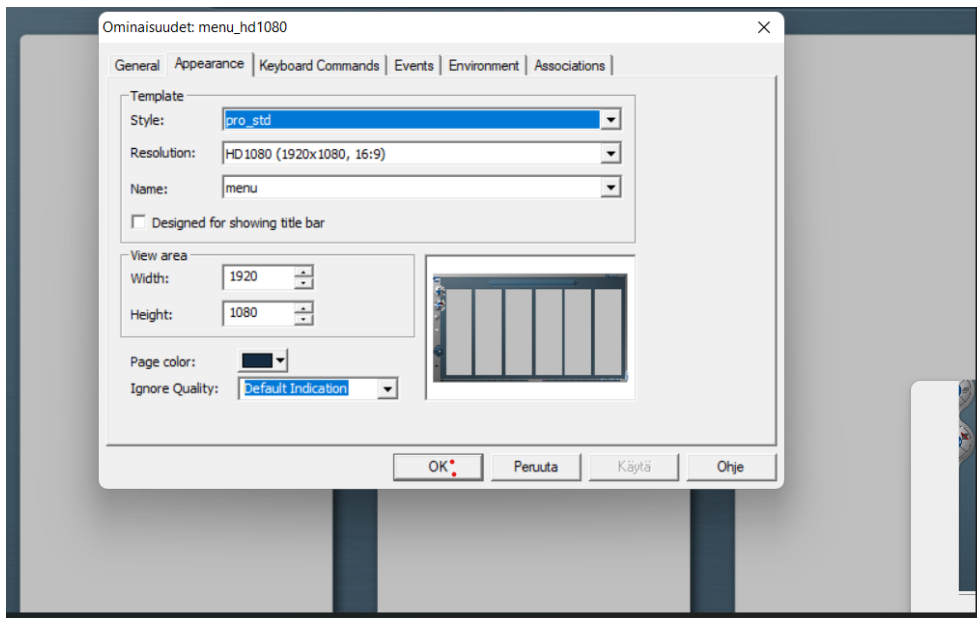
Päivitystyön aikana vanha valvomo oli toiminnassa ja näin varmistettiin palvelun toiminta päivitystyön aikana. Ennen työn aloittamista täytyi asentaa tarvittavat ohjelmistot tietokoneelle. Kuviossa 20 Citect SCADA -ohjelmiston asennuksen alkusivu. Citect -ohjelmistopakettien asennuksen yhteydessä on valittavissa erillisiä ohjelman lisäosia asennusohjeen mukaan.



KUVIO 20. SCADA-ohjelman asennus

Citect -ohjelmiston asennuksen jälkeen oli tehtävä vielä asetusmuutoksia käyttöjärjestelmään. Ilman Windows UAC-asetusten muuttamista ei kaikkia Pyramid-automaatiojärjestelmän ominaisuuksia saada toimimaan. Myös Excelin asetuksia täytyi muuttaa, esimerkiksi valvontakeskus välilehdeltä otettiin kaikki makrot käyttöön. Tällä muutoksella vältetään toistuvilta makrojen hyväksynnältä. Lisäksi selaimen asetuksiin täytyi tehdä tarvittavat muutokset Pyramid-järjestelmää varten.

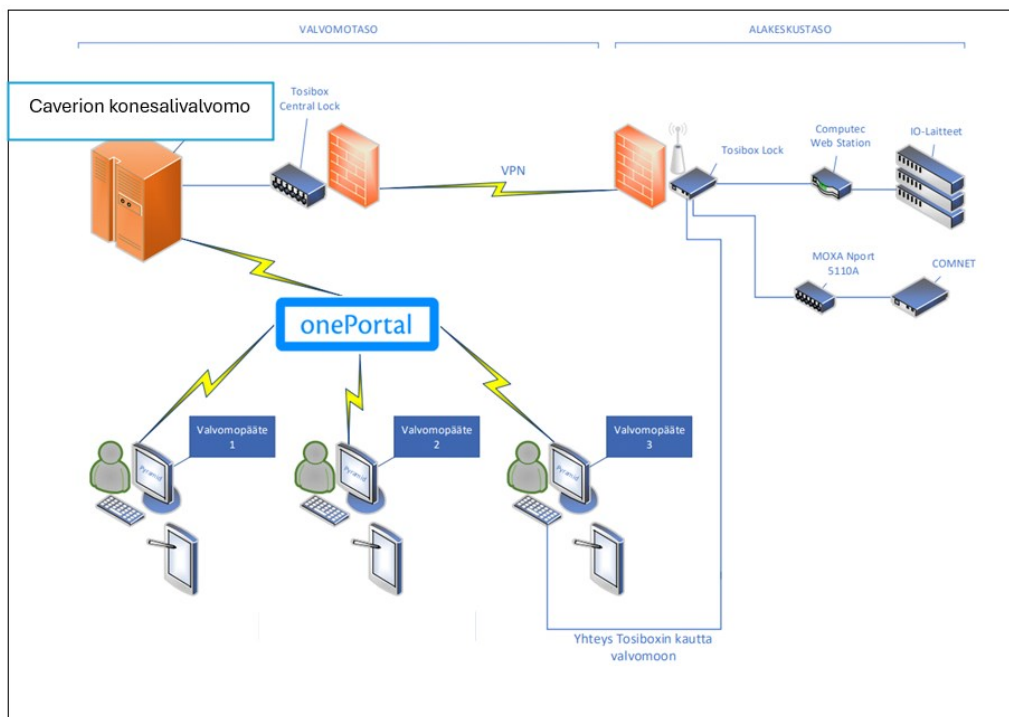
Automaatiojärjestelmän päivityksessä versiosta toiseen aiheutuu yleensä lukuisia tarkistuksia ja muutoksia vaativia seikkoja. Työn kohteena ollut Caverion pyramid-automaatiojärjestelmä ei tehnyt asiaan poikkeusta. Järjestelmäversion päivityksen jälkeen täytyi suorittaa lukuisia vertailuja selvitettyä ristiriitaa ohjelmistoversioiden välillä. Valvomon grafiikkakuvien tiedostomuoto uudemmassa versiossa oli ns. prostandardi, joka aiheutti runsaasti työtä. Grafiikan muutostyötä havainnollistettu kuviossa 21. Valvomografiikoiden läpikäynnin yhteydessä on hyvä tehdä myös muut valvomoon liittyvät grafiikoiden muutokset ja parannukset. Monesti valvomoihin on voinut jäädä vuosien saatossa jopa poistuneita kohteita tai pieniä kohteisiin tulleita muutoksia.



KUVIO 21. Valvomografiikoiden muutoksia

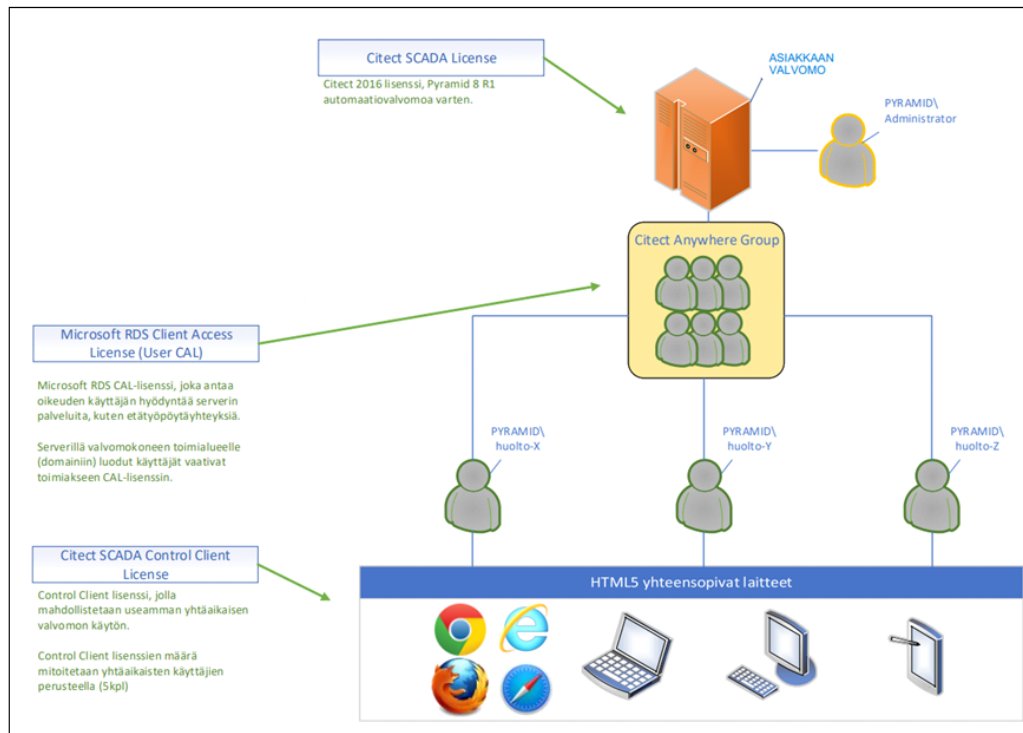
### 7.3 Tilanne päivityksen jälkeen

Pysyminen vanhassa Pyramid 7.8 -järjestelmässä ei tarjoaisi asiakkaan näkökulmasta juurikaan muuta muutosta, kuin korkeintaan uuden valvomotietokoneen. Siirtymällä päivityksen yhteydessä uudempaan Pyramid 8.0 -järjestelmään Caverion pystyy tarjoamaan asiakkaalle parempaa palvelua järjestelmän parantuneiden etäkäyttöyhteyksien vuoksi. Etäyhteyden luominen Tosibox-lukon ulkopuolelta muodostetaan Caverion Oneportal-välityspalvelimen kautta. Välityspalvelimen käyttö vaatii käyttäjätunnukset. Kirjautumalla Oneportaaliin ohjautuu käyttäjä konesalin palvelimelle, joka avaa etävalvomo yhteyden. Kuviossa 22 havainnollistettu järjestelmän rakennetta päivityksen jälkeen. (Toivanen V 2019.)



KUVIO 22. Järjestelmän rakenne päivityksen jälkeen (mukaillen Konesalipalvelut 2024)

Toimiakseen etävalvomo tarvitsee maksullisia käyttöoikeuksia eli lisenssejä. Käyttöön vaaditaan Citect SCADA-lisenssi, Microsoft RDS-lisenssi, Citect SCADA control-lisenssi ja Microsoft CAL-lisenssi. Lisenssien lukumäärä määrittelee kuinka monta etäkäyttäjää valvomossa voi olla yhtä aikaa. Kuviossa 23 esitetty järjestelmän lisenssirakennetta.



KUVIO 23. Järjestelmän lisenssit (mukaillen Konesalipalvelut 2024)

## 8 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tuloksena saatiin suoritettua Caverion Pyramid-automaatiojärjestelmän päivityksen vaatimat muutokset. Päivityksellä saavutettiin valvomon parempi käytettävyys ja saatiin yksi riskitekijä eli paikallisserverinä toiminut elinkaarensa päässä oleva tietokone korvattua Caverionin konesaliserverillä. Päivitys oli myös edellytyksenä siirtymiselle konesalin serverille, joka vaatii Pyramid 7.8 -versiosta puuttuvan selainkäyttöön vaadittavan tuen. Edellä mainittujen toimenpiteiden myötä pystytään tarjoamaan asiakkaalle nykyaikaiset tietoturvastandardit täyttävä etävalvomopalvelu.

Työn kohteena olleen Pyramid-automaatiojärjestelmän modernisoinnin ansiosta järjestelmän etäkäyttöominaisuudet ja samalla käytettävyys paranivat huomattavasti. Etäkäyttö oli aikaisemmin ollut rajattua johtuen sovelluskomponenttien yhteensopivuudesta ainoastaan Internet Explorer -selaimen. Siirtyminen Pyramid-8.0 -järjestelmään ja Caverionin konesalin serverille mahdollistavat jatkossa valvomon etäkäytön mistä tahansa HTML5 yhteensopivan nettiselaimen kautta myös mobiililaitteilla.

Pyramid-valvomojärjestelmän päivityksen yhteydessä siirryttiin käyttämään Caverion konesalinserveriä. Tällä toimenpiteellä saavutettiin huomattavaa parannusta palvelun tietoturvaan. Valvomoserverin siirron yhtenä tärkeimpänä parannuksena tietoturvaan voidaan pitää konesalin parempaa fyysistä suojausta. Konosalissa tietotekniset laitteet sijaitsevat paremmin suojatuissa tiloissa. Asiattomien pääsy konesalien on huomattavasti epätodennäköisempää kuin paikallisserverille.

Lisäksi järjestelmän tietoturva paranee, koska konesaliin siirtyneen valvomoserverin tietoturva päivitykset pysyvät paremmin ajan tasalla serverin ylläpidon siirtyessä keskusvalvomoon. Yksittäisten paikallisservereiden ylläpito on monesti yhden henkilön muistin varassa ja näin tietoturva voi vaarantua. Tietoturva-päivityksien tärkeyttä ei voi vähätellä, sillä ne sisältävät yleensä korjauksia havaittuihin tietoturva-aukkoihin ja puutteisiin.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli toteuttaa automaatiojärjestelmän päivitys ja lisäksi tutkia päivityksen vaikutuksia tarjottavan palvelun käytettävyyteen ja tietoturvaan. Työn kohteena olleen Oulun kiinteistöautomaation pienkohteiden valvomo siirtyi päivityksen myötä paikalliselta serverikoneelta Caverionin valtakunnalliseen koneeseen. Serverin siirtyminen paransi järjestelmän käytettävyyttä sekä tietoturvaa.

Automaatiovalvomot ja niiden etäkäyttö ovat kehittyneet internetin ja tietotekniikan kehittyessä kovaa vauhtia. Tulevaisuudessa kiinteistöautomaation etäkäyttöominaisuuksien kysyntä ja samalla myös kehitys tulee kasvamaan. Tekoälyn yhdistäminen kiinteistöautomaatioon voi parantaa järjestelmien energiatehokkuutta ja diagnostiikkaa. Tutkimuksia ja opinnäytetöitä aiheesta tullaan varmasti tekemään tulevina vuosina.

Paikallisvalvomon päivityksen teki tarpeelliseksi serveritietokoneen uusimistarve sekä asiakaskohteiden valvomokoneiden selainongelmat. Lisäksi järjestelmäpäivityksen tarkoituksena oli valvomon etäkäytön parantaminen ja tarjottavan valvomopalvelun käytettävyyden parantaminen.

Työn yhteydessä kohteiden valvomografiikat saatettiin ajan tasalle ja eri palveluntarjoajille siirtyneet asiakaskohteet poistettiin järjestelmästä. Työ suoritettiin noudattaen Caverionin standardin mukaisia työtapoja ja ohjeita.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisäksi oppia ymmärtämään nykyaikaisen rakennusautomaatiojärjestelmän arkkitehtuuria ja valvomopalvelun ylläpidon kannalta huomioon otettavat seikkoja. Tämän tavoitteen kohdalla mielestäni onnistuttiin ja työn aikana sain hyödyllistä oppia nykyaikaisesta kiinteistöautomaatiojärjestelmästä.

## LÄHTEET

- AVEVA 2023. Cicode Editor. Viitattu 20.2.2025  
<https://docs.aveva.com/bundle/plant-scada/page/1130533.html>.
- Caverion Corporation 2025a. Tietoa meistä-liiketoimintayksiköt . Viitattu 15.01.2025 <https://www.caverion.fi/tietoa-meista/liiketoimintayksikot/>.
- 2025b.Tietoa meistä-historia. Viitattu 17.2.2025  
<https://www.caverion.fi/tietoa-meista/tarinamme/>.
- COUNTER TERRORISM 2025. The-design-and-implementation-of-physical-protection-systems. Viitattu 20.3.2025  
<https://ctcboard.org/the-design-and-implementation-of-physical-protection-systems/>.
- ELECTRICAL TECHNOLOGY 2016. Distributed-control-system. Viitattu 20.3.2025  
<https://www.electricaltechnology.org/2016/08/distributed-control-system-dcs.html>.
- Erillisverkot 2018. Kallioluolasta turvalliseksi konesaliksi. Viitattu 1.4.2025  
<https://www.erillisverkot.fi/kallioluolasta-turvalliseksi-konesaliksi/>.
- Inductive automation 2025. What is SCADA. Viitattu 10.3.2025  
<https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada>.
- Insta 2021. Automaatiojärjestelmän virtualisointi tuo lukuisia etuja. Viitattu 10.12.2024  
<https://www.insta.fi/fi/teollisuus/ajankohtaista/uutiset/automaatiojarjestelman-virtualisointi-tuo-lukuisia-etuja/>.
- Jurvanen, L. 2023. Savelan. Mikä on SCADA? Viitattu 10.3.2025  
<https://www.savelan.fi/mika-on-scada/>.
- Konesalipalvelut 2024. Pyramid-vuokaavio. Yrityksen sisäinen materiaali Caverion Suomi. Ei julkinen.
- Liedes, Espoo 2017. ST-käsikirja 22. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Sähkötieto ry.
- Liedes, Espoo 2018. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähkötieto ry.
- Liedes, Espoo 2022. ST-käsikirja 21. Taloteknistenjärjestelmien tiedonsiirto, tietotekniset järjestelmät. Sähkötieto ry.
- Rajala, A. 2024. Secure Cloud. Kyberturvallisuuden vuosi 2024. Viitattu 25.2.2025. <https://securecloud.fi/kyberturvallisuus-trendit-2024/>.

Secure reading 2016. Infobasics-basic concept. Viitattu 10.01.2025  
[https://securereading.com/infobasics-basic-concept-information-security/?fbclid=IwAR3JtTsrnk3x3CkgQ7ySh\\_deFanzfnvgydZrDynKOB256KLwxoIM3KEX9NA](https://securereading.com/infobasics-basic-concept-information-security/?fbclid=IwAR3JtTsrnk3x3CkgQ7ySh_deFanzfnvgydZrDynKOB256KLwxoIM3KEX9NA).

Schneider Electric 2025. Citect Anywhere. Viitattu 10.3.2025  
<https://www.controsys.hu/download/Citect/Citect-Anywhere-Brochure.pdf>.

Toivanen, V. 2019. Rakennusautomaatio valvomoiden virtualisointi. Viitattu 01.04.2025.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/172405/ville\\_toivanen.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/172405/ville_toivanen.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

TOSIBOX 2025. Tosibox-for-sites. Viitattu 20.3.2025  
<https://www.tosibox.com/support>.

Traficom 2019. Ajankohtaista. Viitattu 27.02.2025  
<https://www.kyberturvallisuuskeskus.fi/fi/ajankohtaista/kuka-sammutti-valotpuutteellinen-rakennusautomaatiolaitteiden-suojaus-verkossa>.

Wikipedia 2025. Caverion. Viitattu 14.2.2025  
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Caverion>.