



# Kulunvalvonnan hyödyntäminen kiinteistönhallintajärjestelmässä

Markus Hartomo

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2020

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Automaatiotekniikka

HARTOMO, MARKUS

Kulunvalvonnan hyödyntäminen kiinteistönhallintajärjestelmässä

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Huhtikuu 2020

---

Caverion Suomi Oy on toteuttanut kulunvalvontajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän integraation, mutta integraatiosta saadut hyödyt olivat tuntemattomia. Tästä syystä Caverion Suomi Oy teki pyynnön opinnäytetyön tekemisestä, jotta kulunvalvonnan ja kiinteistönhallinnan tekniikojen yhdistämisen hyötyjä tulisi mietittyä paremmin ja päästäisiin testaamaan tekniikojen toimivuutta käytännössä.

Tämän työn tavoitteena oli konkretisoida erilaisia mahdollisuuksia, joita kulunvalvontajärjestelmän integroiminen kiinteistönhallintajärjestelmään antaa. Työssä oli myös tarkoituksena tuoda esille kiinteistönhallintajärjestelmä ja kulunvalvontajärjestelmä tekniikkana, koska nykypäivänä niiden käyttö kasvaa kaikkialla. Käyttökohteiden konkretisoiminen tässä työssä mahdollistaa sen, että Caverion Suomi Oy voi aloittaa testit kulunvalvontajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän integraatiossa. Tämä työ vastaa yrityksen kysymykseen, kuinka kulunvalvontajärjestelmän integroimista voidaan hyödyntää eri tavoin.

Lopputuloksena tässä työssä saavutettiin useita erilaisia testattavia ideoita kulunvalvonnasta saatavan datan hyödyntämiseen kiinteistönhallintajärjestelmässä. Työllä saatiin myös tuotua ennestään tuntematonta tekniikan kehitystä kiinteistöissä esille. Tämän työn lopputuloksena Caverion Suomi Oy aloittaa testit kulunvalvonnan ja kiinteistönhallintajärjestelmän yhteistoiminnasta. Tarkoituksena Caverion Suomi Oy:llä on kehittää tulevaisuudessa yhä enemmän erilaisia käyttötarkoituksia integraation hyödyntämiseen.

Tämä opinnäytetyö ei sisällä kiinteistönhallintajärjestelmän tekniikan tietoja eikä myöskään tarvittavia määrittelyjä, jotta tässä työssä käytetty kulunvalvontajärjestelmä ja kiinteistönhallintajärjestelmä saadaan keskustelemaan keskenään BACnet -kommunikaatioprotokollaa käyttäen. Caverion Suomi Oy halusi rajata kiinteistönhallintajärjestelmään liittyvät kaikki tarkemmat tiedot pois julkisesta opinnäytetyöstä.

---

Asiasanat: kulunvalvontajärjestelmä, kiinteistönhallintajärjestelmä

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering  
Automation Engineering

HARTOMO, MARKUS

Utilization of an Access Control System into a Building Management System

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 0 pages

April 2020

---

Caverion Finland Oy has previously implemented the integration of an access control system and a building management system, but the benefits of this integration were unknown. Therefore, the company requested a thesis about the subject, in order to further clarify the benefits of integrating these technologies. Also, the company wanted to test the integration in practice.

The purpose of this thesis was to examine the advantages of integrating an access control system into a building management system. In addition, the features of building management systems and access control systems are outlined, since they are increasingly popular in buildings. These will enable Caverion Finland Oy to start testing the integration of an access control system into a building management system. Moreover, this thesis provides insight on the benefits of the integration of an access control system, which is an interest of Caverion Finland Oy.

The thesis yielded multiple ideas of exploiting the data of an access control system in a building management system. Also, it revealed advantages in building technology that were not previously known. Based on this work, Caverion Finland Oy will start tests on the integration of access control and building management systems. Furthermore, Caverion Finland Oy aims to develop additional applications for these technologies.

This thesis does not contain the technological details of the building management system, nor does it include the specifications that are required to get the access control system of this thesis to communicate with the building management system via the BACnet protocol. It was the desire of Caverion Finland Oy to exclude these details from this thesis, since it is a public document.

---

Key words: access control system, building management system

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	YRITYSESITTELY .....	8
	2.1 Caverion Suomi Oy .....	8
	2.2 Kulunvalvontajärjestelmien tuottaja LenelS2 .....	11
3	KULUNVALVONTAJÄRJESTELMÄ .....	12
	3.1 Teoria .....	12
	3.2 Kulunvalvontajärjestelmä LenelS2 OnGuard .....	16
4	KIINTEISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄ .....	17
	4.1 Teoria .....	17
	4.2 Kommunikaatioprotokolla BACnet .....	19
	4.3 Kiinteistönhallintajärjestelmä Caverion Drive .....	23
5	KULUNVALVONNAN HYÖDYNTÄMINEN .....	25
	5.1 Tarvittavat määritelmät kulunvalvonnassa .....	25
	5.2 Hyödyntämiskeinoja .....	29
6	POHDINTA .....	33
	LÄHTEET .....	35

**LYHENTEET JA TERMIT**

AV	Audiovisuaalinen (Audiovisual)
ANSI	Valvoo standardien kehittymistä Yhdysvalloissa (American National Standards Institute)
API	Ohjelmointirajapinta (Application Programming Interface)
ASI	Markkinointituoteteollisuuden järjestö (Advertising Specialty Institute)
BACnet	Rakennusautomaatio ja ohjausverkko (Building Automation and Control Network)
BTL	BACnet-tuotteiden testausorganisaatio (BACnet Testing Laboratories)
CEN	Valvoo standardien kehittymistä Euroopassa (European Committee for Standardization)
EIA	Standardeja kehittävä järjestö (Electronics Industries Alliance)
EMEA	Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka (Europe, the Middle East and Africa)
HUB	Langattomasti kommunikoiva keskitin
ID	Tunnistedokumentti (Identity document)
IEEE	Kansainvälinen tekniikan alan järjestö (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IP	Internetin protokollaosoite (Internet Protocol)
ISO	Kansainvälinen standardijärjestö (International Organization for Standardization)
IT	Informaatioteknologia (Information technology)
IV	Ilmanvaihto
kbps	Tiedonsiirtonopeusyksikkö (Kilobit per second)
Mbps	Tiedonsiirtonopeusyksikkö (Megabit per second)
KNX	Avoin standardi rakennusautomaatioon
LAN	Lähiverkko (Local Area Network)
LLC	Logiikkayhteyden ohjauksen protokolla (Logical Link Control)

LON	Kenttäväylästandardi (Local Operating Network)
LVI	Lämpö, vesi, ilma
MS/TP	Isäntä-renki/ Vuoronsiirtoperiaatteen protokolla (Master-Slave/Token-Passing)
OHSAS	Kansainvälinen standardi työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmien sertifiointiin (Occupational Health and Safety Assessment Series)
OPC	Tiedonsiirtostandardi teollisuudessa (Open Platform Communications)
OSI	OSI-malli eli tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmän malli (Open Systems Interconnection Reference Model)
PICS	Tuoteseloste (Protocol Implementation Conformance Statement)
PPP	Kahden laitteen välinen yhteys protokollaliityntä (Point to Point -protokollaliityntä)
RALA	Rakentamisen Laatu RALA ry, Valvoo rakentamisen laatua Suomessa.
RS-232	Kommunikaatioprotokolla (Recommended standard 232)
RS-485	Kommunikaatioprotokolla (Recommended standard 485)
SaaS	Ohjelmisto palveluna (Software as a Service)
ST-kortisto	Sähkö tietokortisto, monipuolinen ammatintietolähde
TCP/IP	Tietoliikenneprotokolla (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)
TLS	Salausprotokolla (Transport Layer Security)
UPS	Keskeytymätön virransyöttö (Uninterruptible Power Supply)
WAN	Alueverkko (Wide Area Network)
XML	Ohjelmointikieli datan säilytykseen ja siirtämiseen (Extensible Markup Language)
YIT	Yleinen Insinööritoimisto Oy

## 1 JOHDANTO

Caverion Oyj on Euroopan suurin kiinteistötekniikan yritys, joka toteuttaa, suunnittelee ja huoltaa kiinteistöjen tekniikoita. Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Caverion Oyj:n tytäryhtiö Caverion Suomi Oy:n kanssa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ideoida konkreettisia mahdollisuuksia, joita kiinteistönhallintajärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän integraatio eli järjestelmien yhdistäminen mahdollistaa.

Kiinteistöt tuottavat 30 % yhteiskuntamme hiilidioksidipäästöistä. Jotta Suomesta on mahdollista tehdä hiilineutraali maa, on kiinteistöjen hiilidioksidipäästöjä pystyttävä vähentämään. Kiinteistönhallintajärjestelmä on kehittyvä tekniikan ala, joka auttaa tekemään kiinteistöistä hiilineutraalimpia. Kiinteistönhallintajärjestelmien avulla voidaan hallita kaikkia kiinteistön tekniikoita. Erilaisten tekniikoiden integroiminen kiinteistönhallintajärjestelmiin on helpottanut kiinteistön käyttäjien arkea. Lisäksi se on mahdollistanut energiatehokkaampia ratkaisuja, joiden avulla on saavutettu merkittäviä taloudellisia hyötyjä.

Tämän opinnäytetyön toteutuspyyntö tuli Caverion Suomi Oy:lta. Caverion Suomi Oy:lla on kiinteistönhallintajärjestelmä Caverion Drive, johon on integroitu useita kiinteistöjen teknisiä järjestelmiä kuten ilmanvaihto-, paloilmoitin- ja kulunvalvontajärjestelmä. Kulunvalvontajärjestelmän integroiminen kiinteistönhallintajärjestelmään on uusi integraatio ja tukee Caverion Suomi Oy:n strategiaa kiinteistötekniikan kehityksessä. Tästä johtuen opinnäytetyössä annetaan erilaisia ideoita kulunvalvonnasta saadun datan hyödyntämiseen.

Tämä työ sisältää lyhyen kulunvalvontajärjestelmän teorian, jolla tuodaan vähemmän tunnettua tekniikan osa-aluetta esille sekä kiinteistönhallintajärjestelmän esittelyn, koska se on uusi tekniikan osa-alue, joka kasvaa digitalisaation myötä. Tässä työssä esitetään seitsemän potentiaalista käyttötarkoitusta kulunvalvonnasta saadulla datalla kiinteistönhallintajärjestelmässä. Näillä kahdeksalla käyttötarkoituksella haetaan lähtökohtia koko integraation hyödyntämiselle.

## 2 YRITYSESITTELY

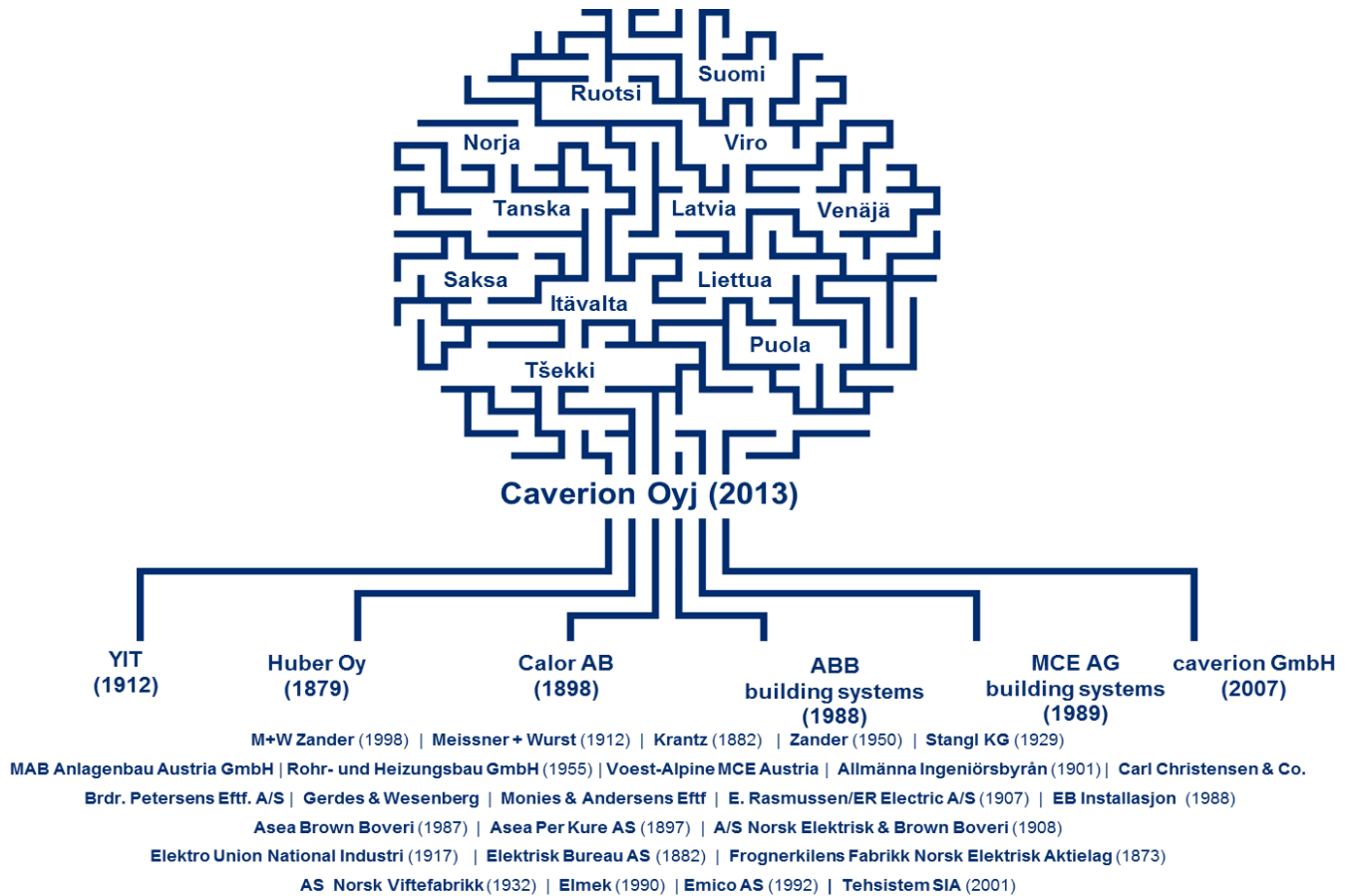
### 2.1 Caverion Suomi Oy

#### Historia

Caverion Suomi Oy on Caverion Oyj:n konserniyritys, jotka perustettiin vuoden 2013 alussa YIT:n hallituksen päätöksestä irtauttaa kiinteistötekniikan ja teollisuuden palvelujen liiketoiminta YIT-konsernista omaksi konsernikseen. Caverionin historia yltää vuoteen 1912, kun ruotsalainen Allmänna Ingeniörsbyrån perusti YIT:n sivutoimipisteen Helsinkiin. YIT alkoi tarjota kiinteistöjen huolto- ja kunnossapitoa 1970-luvulla, sekä hieman myöhemmin teollisuuden putkistojen kunnossapitoa. Tästä liiketoiminnasta nykyisen Caverionin kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluiden liiketoiminta on alkanut. (Caverion, Uusi yhtiö, pitkä historia, 2020)

YIT:n kasvua kiinteistötekniikan ja teollisuuden palvelujen saralla kasvatti sekä organisaation suoritettu kasvu, että myös yrityskaupat. Keskeisimpiä yritysostoja olivat Huber Oy (v.1995), Calor AB (v.2001), ABB:n kiinteistötekniikan palvelut (v.2003), MCE AG: kiinteistötekniikan palvelut (v.2008) ja Caverion GmbH (v.2010). Caverion Oyj:n ja sitä kautta Caverion Suomi Oy:n historia ja kokemus yrityskauppojen ansiosta kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluiden toteutuksessa kantaa jopa pidemmälle kuin emoyhtiön historia, joka on nähtävissä kuvassa 1. (Caverion, Uusi yhtiö, pitkä historia, 2020)





KUVA 1. Caverion Oyj:n juuret (Caverion, Uusi yhtiö, pitkä historia, 2020)

## 2000-luku

Caverion Suomi Oy suunnittelee, toteuttaa ja huoltaa edistyksellisiä ja energia-tehokkaita ratkaisuja kiinteistöjen, infrastruktuurin ja teollisuuslaitosten koko elinkaarelle. Caverion Suomi -divisioonan liikevaihto vuonna 2018 oli 336 Milj.€ ja henkilöstön määrä oli noin 2500 henkilöä. Caverion Suomella on noin 60 toimipaikkaa ympäri Suomea ja noin 4000 kiinteistöä 24/7 -valvomopalvelussa. Caverion Suomen asiakkaat ovat kiinteistösijoittajia ja -kehittäjiä, kiinteistöjen käyttäjiä ja pääurakoitsijoita kaikilla teollisuuden aloilla ja julkisella sektorilla. (Caverion Suomi Oy, 2020)

Caverion Suomi Oy:n palvelualueet ovat suunnittelu ja hankekehitys, projektin johtaminen, projektin toteutus, tekninen huolto ja kunnossapito sekä kiinteistöjohtaminen. Tekniset tuotealueet ovat lämmitys, vesi ja viemäri, jäähdytys, informaatio- ja viestintäteknologia, ilmanvaihto ja ilmastointi, turvallisuus, teollisuusasennukset, sähköistys, automaatio ja prosessiputkistot. Palvelualueiden

toiminnanohjauksen ja laadun hallinnan todentamisessa Caverion Suomella on ISO 9001 laatusertifikaatti, ympäristö ISO 14001, työterveys ja -työturvallisuus OHSAS 18001 ja RALA-pätevyystodistus. (Caverion Suomi Oy, 2020) (Caverion, Liiketoiminta ja palvelut, 2020)

Caverion Suomi Oy:llä on kaksi liiketoimintayksikköä: Palvelut ja Projektit. Palveluyksikkö toteuttaa teknistä huoltoa ja kunnossapitoa, kiinteistöjohtamista, älykkäitä ratkaisuja sekä energia ja asiantuntijapalveluita. Projektiyksikkö toteuttaa talotekniikkaprojekteja peruskorjausta vaativiin kiinteistöihin sekä uusiin kiinteistöihin. Liikevaihto jakautuu koko Caverion Oyj:ssä vuonna 2019 liiketoimintayksiköittäin siten että palvelut 59% ja projektit 41% kuvan 2 todentamalla tavalla. (Caverion, Liiketoimintayksiköt. 2020)

Liikevaihto liiketoimintayksiköittäin  
1-9/2019 (1-9/2018)



● Palvelut 59 % (54 %)

● Projektit 41 % (46 %)

KUVA 2. Caverion Oyj:n liikevaihto liiketoimintayksiköittäin (Caverion, Liiketoimintayksiköt. 2020)

## 2.2 Kulunvalvontajärjestelmien tuottaja LenelS2

LenelS2 on maailmanlaajuinen kulunvalvontajärjestelmiä tuottava yritys, jonka perusti aviopari Rudy ja Elena Prokupets vuonna 1991. Ensimmäisen "OnGuard" -tuoteryhmän LenelS2 julkaisi vuonna 1995. Yrityksellä oli ennestään kokemusta multimediaohjelmistojen kehittämisestä, joten Lenelistä kasvoi nopeasti markkinoiden johtava teknologiayritys kulunvalvontalaitteistojen kehittäjänä. Informaatioteknologia ja verkostoituminen ovat yritysinfrastruktuurissa tärkeitä. Käyttämällä ohjelmistoteollisuuden käytäntöjä ja standardeja tuotekehityksessä ja applikaatioissa, LenelS2 on saavuttanut kulunvalvontatuotteita valmistavana teknologiayrityksenä markkinointijohtajan aseman tuotteellaan. LenelS2 julkaisi vuoden 2019 lopulla uusimman OnGuard Version 7.6. (Lenel, Overview, 2020)

LenelS2 on nykyään EMEA:ssa (Eurooppaa, Lähi-itää ja Afrikkaa) osa Carrier nimistä yritystä, joka puolestaan on osa teknologiayritystä nimeltä United Technologies. Vuoden 2018 loppupuolella Lenelin kulunvalvonta oli asennettu yli 25000 kohteeseen yli 93 maassa. (Carrier, 2020) (Lenel, Presentation, 2020)

### 3 KULUNVALVONTAJÄRJESTELMÄ

#### 3.1 Teoria

Kulunvalvonta on yksi tärkeimmistä yritysten tekniikoista, joilla pyritään lisäämään turvallisuutta yrityksessä. Kulunvalvonnan avulla voidaan havaita missä, milloin ja kuka on liikkunut yrityksen kiinteistöissä. Sillä pyritään suojaamaan yrityksen, yrityksen asiakkaiden ja henkilöstön omaisuutta ja turvallisuutta. Kulunvalvonnalla mahdollistetaan sujuva liikkuvuus kiinteistön tiloissa, joihin on lupa kulkea ja estetään samalla pääsy tiloihin, joihin ei tarvitse olla kulkuoikeuksia. Kulunvalvonnalla onnistutaan väärinkäyttö paljastamaan hyvinkin nopeasti ja avainten hukkumisesta ei tarvitse huolehtia, koska liikkuminen tapahtuu henkilökohtaisilla kulkutunnisteilla. (Arenius, 2016)

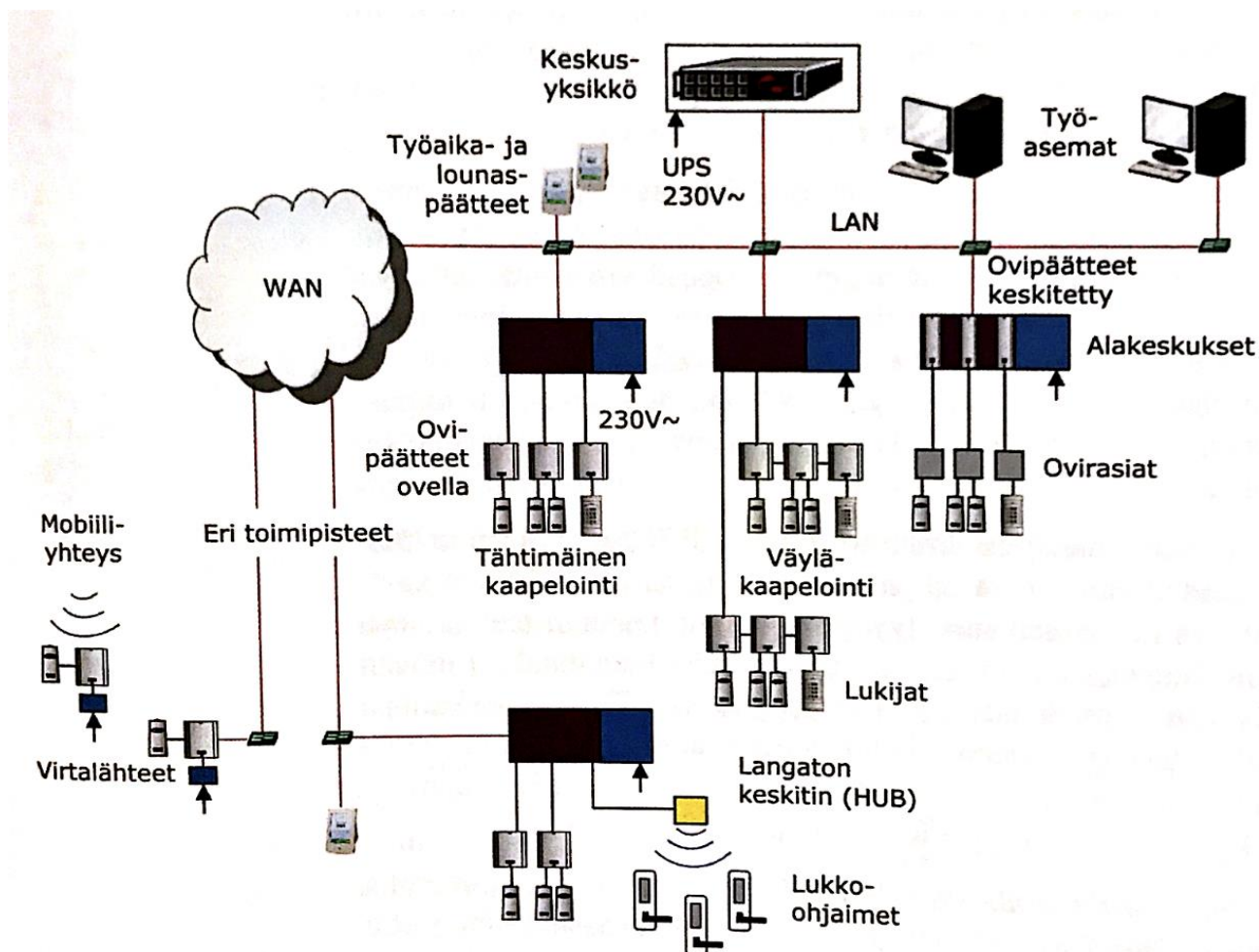
Kulunvalvonta on tekninen valvontajärjestelmä siinä missä esimerkiksi kamera-valvontajärjestelmä tai murtoilmaisinjärjestelmä. Kaikkiin teknisten valvontajärjestelmien toteutukseen vaikuttavat tietyt tietosuojaa koskevat lait, joista keskeisimmät ovat:

- Yksityisyyden, rauhan ja kunnian loukkaaminen (RikosL 24 luku), 531/2000. Voimaantulo 1.10.2000
- Henkilötietolaki (HetiL), 523/1999. Voimaantulo 1.12.2000
- Laki yksityisyyden suojasta työelämässä, (759/2004). Voimaantulo 1.10.2004.

Vastuu teknisten valvontajärjestelmien lainalaisuudesta käyttötarkoitukseen nähden kuuluu kyseisen järjestelmän tilaajalle tai hankkijalle. Joissain tapauksissa järjestelmän laittomasta käytöstä vastuu voi kuulua myös suunnittelu- tai asennusliikkeelle. Tästä syystä on tärkeä tiedostaa nämä velvollisuudet ja ilmoittaa niistä järjestelmän haltijalle tai omistajalle. (Arenius, 2016)

Keskusyksikkönä kulunvalvontajärjestelmässä toimii usein sovelluspalvelin, jonka suorituskyky määrittää järjestelmän laajuuden ja käytettävyyksivaatimukset täyttäväksi. Yleisin sovelluspalvelimenä toimiva laite on tietokone, mutta mark-

kinoilla on myös järjestelmiä, joissa keskusyksikkönä toimii esimerkiksi älykäs ovipääte, mutta järjestelmässä saa olla tällöin vain 1-4 ovea. (Arenius, 2016)



KUVA 3. Kulunvalvontajärjestelmän periaatekuva (Arenius, 2016)

### Keskusyksikkö

Keskusyksikkö on kulunvalvonnan tärkein osa, joten se on varmennettava tietojen säilymisen ja sähkökatkosten varalta. Tietojen säilyminen varmennetaan liittämällä sovelluspalvelin käyttäjän tietoverkkoon, jonka avulla voidaan yhdistää muutkin yrityksen toimipisteet yhdeksi järjestelmäksi. Tietoverkon käyttö mahdollistaa kulunvalvonnan järjestelmänhallinnan hajautetusti mistä tahansa, joten tällöin järjestelmän hallinta ei ole paikkaan sidonnainen. Sähkökatkoksen varalta keskusyksikkö varmennetaan UPS-laitteella (Uninterruptible Power Supply), mikä mahdollistaa katkeamattoman virransyötön. Keskusyksikön virta syötetään suoraan UPS:n läpi niin kuin kuvassa 3 nähdään. UPS-laite sisältää

akuston, josta itse virta syötetään keskuslaitteelle ja UPS vain lataa akustoa verkkovirrasta, sekä tarkastelee sähkökatkoksia ja suodattaa jännitepiikkejä, ettei palvelimelle tapahdu vahinkoa. (Arenius, 2016)

Useimmiten erillistä sovelluspalvelinta ei kulunvalvontaan tarvita, vaan kulunvalvontajärjestelmän ohjaukseen tarvittava ohjelmisto asennetaan käyttäjän virtuaaliselle palvelimelle. Keskusyksikkö ja ohjelmisto voivat olla myös täysin ulkoistetussa palvelussa, jolloin palvelua kutsutaan pilvipalveluksi tai SaaS-palveluksi (Software as a Service), joka tarkoittaa sitä, ettei kohteessa olevalle palvelimelle tarvitse hankkia ja asentaa ohjelmistoa, vaan tarvittava ohjelmisto hankitaan palveluna joltain palvelun tarjoajalta. (Arenius, 2016)

Keskusyksikön avulla hallitaan koko kulunvalvontajärjestelmän toimintaa, joka on havaittavissa kuvassa 3. Esimerkkejä hallittavista toiminnoista ovat kulkuoikeudet, henkilöstörekisteri, raportointi ja lukkojen ohjaus. Nykyään lukkojen ja ovien toiminta ei vaadi jatkuvaa yhteyttä keskusyksikköön, vaan ovipäätteet ja alakeskukset voivat toimia itsenäisesti. Kaikki ovipäätteillä tapahtuva toiminta tallennetaan kuitenkin keskusyksikön muistiin. Ovipäätteiden lokitietoja voidaan käyttää tallennuksen ansiosta myöhemmin ja esimerkiksi tehdä jonkinlainen kriteereihin perustuva raportti. Tallennusaika useimmiten vaihtelee lokitiedoilla muutamasta kuukaudesta pariin vuoteen. Tallennettujen lokitietojen tarkastelukriteerinä voi toimia esimerkiksi, kuinka usein tietty ovi on antanut ”Ei sallittu” -kuluilmoituksen tietyn kellonajan sisällä tai ketkä ovat kulkeneet tietystä ovesta ja mihin kellonaikaan. Tarvittaessa lokitietoja voidaan siirtää toiseen järjestelmään integraation myötä, jolloin lokitietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi valaistuksen ohjauksessa. (Arenius, 2016)

## **Alakeskus**

Isommissa järjestelmissä oviympäristöt liitetään keskusyksikköön alakeskusten kautta kuvan 3 mukaisesti. Yhteen alakeskukseen on mahdollista liittää useita oviympäristöjä. Alakeskuksen ja keskusyksikön välinen yhteys toteutetaan tietoverkon välityksellä. Tämä tarkoittaa sitä, että alakeskus kaapeloidaan lähimpään tietoverkkokyttimeen. Ennen kuitenkin alakeskukset yhdistettiin suoraan keskusyksikköön erillisellä kaapeloinnilla ja sarjaliikennöinnillä. (Arenius, 2016)

Alakeskus itsessään on älykäs laite, joka ohjaa siihen liitetyjä oviympäristöjä itsenäisesti, vaikka tietoliikenneyhteys keskusyksikön ja alakeskuksen välillä katkeaisi. Alakeskus siis sisältää kaikkien siihen liitettyjen oviympäristöjen kulkuoikeustiedot ja kun yhteys keskusyksikköön on kunnossa, alakeskus lähettää kulkutapahtumat keskusyksikölle. (Arenius, 2016)

Pääsääntöisesti yhteen alakeskukseen on mahdollista liittää 8-64 oviympäristöä. Alakeskusten sijoittelu vaihtelee kohdekohtaisesti. Kaikki alakeskukset voidaan sijoittaa yhteen tai useaan laitetilaan riippuen käytettävissä olevista kaapeliteleistä ja käytettävissä olevista laiteiloista. Riippuen järjestelmän koosta, alakeskusten tarvitsema tilantarve voi vaihdella suuresti. (Arenius, 2016)

Sähkökatkoksien varalta myös alakeskukset varustetaan akuilla varustetuilla virtalähteillä. Virtalähde varmistaa alakeskukseen liitettyjen oviympäristöjen eli lukijoiden ja sähkölukkojen tehonsyötön sähkökatkoksen aikana. Tämä meinaa sitä, että ovet ovat toimintakunnossa, vaikka sähköt olisivat katkenneet koko kiinteistöstä. (Arenius, 2016)

## **Ovipäätte**

Ovipäätte toimii oviympäristön ohjaajana. Ovipäätte hallitsee mm. lukijoita, sähkölukkoja ja magneettikoskettimia kuvan 3 mukaisesti. Tyypillisesti ovipäätteen on kytketty yhden tai kahden oven laitteet. Riippuen järjestelmän toteutustavasta ovipäätte keskustelee joko alakeskuksen tai keskusyksikön kanssa. Mikäli ovipäätte on yhteydessä suoraan keskusyksikköön, ovipäätteen täytyy olla niin sanotusti älykäs yksikkö, joka ohjaa siihen kytkettyjen laitteiden toimintoja, vaikka keskusyksikön ja ovipäätteen välinen yhteys katkeaisi. Ovipäätteiden sijoitustapa vaihtelee myös järjestelmästä riippuen. Ovipäätteet voidaan sijoittaa keskitetysti yhteen laitetilaan tai sitten oviympäristöön, johon ovipäätte on yhteydessä. Kommunikaatio ovipäätteiden ja alakeskusten välillä tapahtuu sarjaliiennöinnillä, mikä mahdollistaa kaapeloinnin ketjutuksen ovipäätteeltä toiselle. Oviympäristöissä ovipäätte voidaan korvata myös langattomasti kommunikoivalta keskittimellä eli HUB:lla. Keskitin kommunikoi kulunvalvontajärjestelmän alakeskuksen kanssa. Keskitimeen on mahdollista liittää useita lähellä sijaitsevia

lukko-ohjaimia. Lukko-ohjaimen tehtävä on ohjata joko paristokäyttöistä ja mekaanista lukkorunkoa. Itse lukko-ohjain sisältää lukijan, joten erillistä kulkutunnisteen lukijaa ei tässä tapauksessa tarvita. (Arenius, 2016)

## **Verkkoyhteydet**

WAN (Wide Area Network) on alueverkko tai toiselta nimeltään laaja verkko, joka kattaa maantieteellisesti laajoja alueita. WAN verkon avulla voidaan liittää toisiinsa lähiverkot eli LAN (Local Area Network) verkot. Kuvassa 3 näkyvä WAN -pilvi kuvastaa laajaa verkkoa, jonka sisällä on useita LAN verkkoja. LAN verkko on paikallinen verkko, joka on yleensä pienellä maantieteellisellä alueella. Jokainen LAN -verkossa oleva kone voi olla toisiinsa yhteydessä verkon välityksellä. Laitteiden väliset verkkoyhteydet on havaittavissa kuvassa 3. (2K mediat, 2020) (Comptia, 2020)

### **3.2 Kulunvalvontajärjestelmä LenelS2 OnGuard**

LenelS2 OnGuard on maailman myydyin kulunvalvontajärjestelmä. OnGuard tarjoaa yhden sovelluksen, joka toimii kaikille asiakasyrityksille. OnGuard on maailmalla niin laajasti käytetty, että sen toimintavarmuus on suuren käyttäjäkunnan ja vuosittaisten päivitysten ansiosta erinomainen. OnGuard on sovelluksena täysin avoin. Avoimuudella tarkoitetaan ohjelmoitavia valmiita API-rajapintoja (Application programming interfae), joihin yritykset voivat integroida oman järjestelmänsä. (Lenel, OnGuard Version 7.6, 2020)

Uusin version OnGuardista julkaistiin lokakuussa 2019. OnGuard 7.6 antaa mahdollisuuden luoda enemmän skaalautuvan, helppokäyttöisen ja pilvipalveluihin yhteensopivan turvallisen sovellusalustan. Versio 7.6 parantaa myös tärkeitä toimintoja, kuten IT-vaatimuksia, kyberturvallisuutta, lukija- ja korttitekniikkaa sekä asiakassovellusten käytettävyyttä. (Lenel, OnGuard Version 7.6, 2020)



## 4 KIINTEISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄ

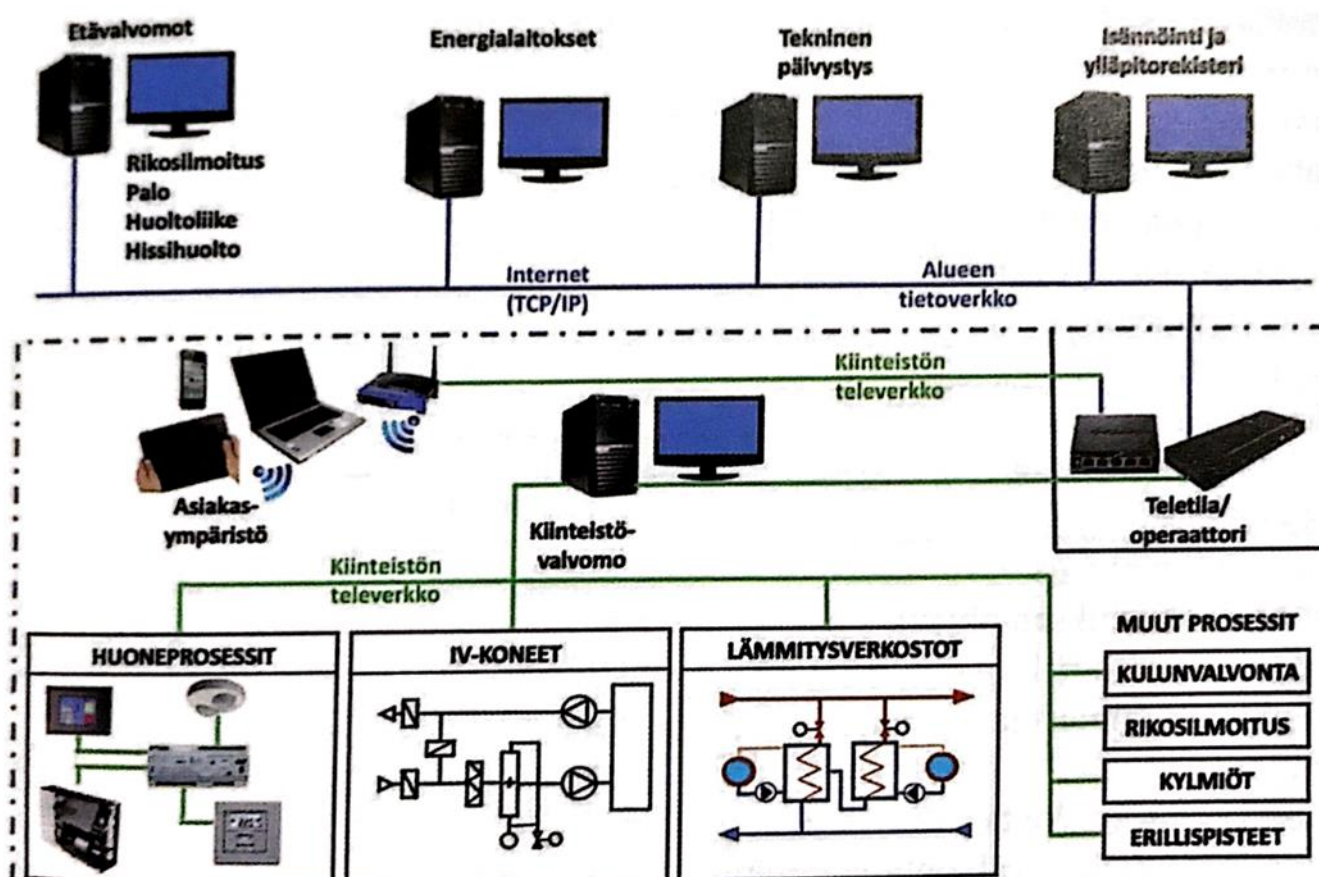
### 4.1 Teoria

Kiinteistönhallintajärjestelmä on järjestelmä, jonka avulla on mahdollista ohjata jokaista kiinteistötekniikan osa-aluetta. Kiinteistönhallintajärjestelmän tehtävä on kerätä ja yhdistää erilaisten datalähteiden tuottamat tiedot yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi. Kerätyllä datalla kiinteistönhallintajärjestelmä kykenee ohjaamaan kiinteistön tekniikoita lukemattomilla eri tavoilla. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä 2019)

Rakennusautomaatio on yksi tärkeimmistä kiinteistöjen järjestelmistä. Rakennusautomaation keskeisimmät tavoitteet ovat toteuttaa prosessien, kuten lämmitys- ja ilmanvaihtoprosessien säädöt ja ohjaukset suunnitelmien mukaisesti, valvoa kiinteistön taloteknisiä toiminnallisuuksia hälytyksiä ja mittauksia käyttäen, tuottaa mittausdataa kiinteistön toiminnallisuuksien ja energiatehokkuuden parantamiseksi, sekä tarjota käyttöliittymä, joka on selkeä ja ymmärrettävä. Rakennusautomaatiolla on suuri merkitys kiinteistöjen elinkaareen ja elinkaaren aikana tuleviin rakennuskustannuksiin. Tästä johtuen rakennusautomaatiota on hyvä hallita kiinteistönhallintajärjestelmällä, jolloin rakennusautomaation tuottamat hyödyt saadaan optimoitua vielä paremmin. (Liedes, 2018)

Kiinteistönhallintajärjestelmä kykenee myös ohjaamaan kaikkia kiinteistön turvratkaisuihin kuuluvia tekniikoita. Nämä tekniikat ovat paloilmoin-, savunpoisto-, kamera-, rikosilmoitus- ja kulunvalvontajärjestelmät. Turvallisuusjärjestelmän integroiminen kiinteistönhallintajärjestelmään mahdollistaa kaikkien järjestelmien hallinnan yhdestä paikasta. Integroiminen mahdollistaa myös yhdellä järjestelmällä toisen järjestelmän hallinnan. Esimerkiksi, kulunvalvontajärjestelmän avulla kiinteistönhallintajärjestelmällä on mahdollista saada tietoa, kuinka monta ihmistä on kiinteistössä ja tällä tiedolla säätää rakennusautomaation alaisuudessa olevia tekniikoita ja esimerkiksi lisätä ilmamäärää rakennuksen sisällä, jos ihmisiä on kiinteistössä paljon. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä 2019)

Kiinteistötekniikoihin kuuluu myös valaistuksen ohjaus, viestintä ja informaatio-tekniologia, kylmätekniset ratkaisut ja energianhallinta. Kiinteistönhallintajärjestelmällä on mahdollista ohjata kaikkia edellä mainittuja järjestelmiä, mutta kiinteistönhallintajärjestelmällä ei siis ole yhtä tiettyä tapaa toimia ja ylläpitää kiinteistön tekniikoita. Kiinteistönhallintajärjestelmän ominaisuudet, toiminnot, eri tekniikkojen laajuus ja energiatehokkuus riippuvat täysin valmistajista. Määränpää on kaikilla kiinteistönhallintajärjestelmillä toimittavilla yrityksillä sama, eli tuottaa kestäviä ratkaisuja ja helpottaa käyttäjien arkea kiinteistötekniikoiden käytössä, mutta järjestelmien tapa toimia vaihtelee. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä 2019)



KUVA 4. Kiinteistönhallintajärjestelmien datayhteydet (Piikkilä, 2017)

Kiinteistöt digitalisoituvat voimakkaasti. Kiinteistöjen digitalisoituminen tarkoittaa teknisestä näkökulmasta sitä, että datalähteitä, hallintajärjestelmiä ja sovelluksia hyödynnetään kiinteistön energiankulutuksen ja tehokkuuden parantamiseen. Kuva 4 on havainnollistava kuva, kuinka kaikki kiinteistötekniikan osat, kuten IV-koneet eli ilmanvaihtokoneet, lämmitysverkostot, huoneistoprosessit

kuten ilmamäärän säätö ja turvatekniikat ovat yhteydessä toisiinsa. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä 2019)

Datalähteenä kiinteistöissä voi käytännössä olla mikä tahansa anturi tai järjestelmä, joka kerää tietoa kiinteistöstä. Anturilla voidaan mitata esimerkiksi käyttöastetta, ilmanvaihtoa tai energiankulutusta. Järjestelmistä esimerkiksi kulunvalvontajärjestelmästä saadun datan avulla voidaan kiinteistönhallintajärjestelmään lähettää tietoa ihmisten määrästä huoneistoissa ja siten säätää ilmanlaatua. (Caverion, Digitalisaatio-opas, 2019)

Digitalisaation myötä datasta on tullut erittäin arvokas työkalu kiinteistöjen ylläpidossa. Kerätyn datan avulla kiinteistönhallintajärjestelmästä saadaan erilaisilla sovelluksilla toteutettua esimerkiksi raportteja, joiden avulla on helppo tulkita kaikenlaisia tapahtumia, joita kiinteistössä tapahtuu. Digitalisaation ansiosta myös big datan eli suuren datamäärän hyödyntäminen on tullut tehokkaaksi. Tekoälyn kehittyessä voi kiinteistöstä kerätyn datan tai big datan antaa tekoälylle analysoitavaksi. Sen sijaan, että ihminen analysoi monimutkaisen datan ja tekee sen avulla päätöksen, voidaan riskejä sekä kustannuksia vähentää kiinteistölle, kun annetaan tekoälyn hoitaa analysoiminen. (Caverion, Digitalisaatio-opas, 2019)

## **4.2 Kommunikaatioprotokolla BACnet**

BACnet (Building Automation and Control Network) on yksi käytetyimmistä rakennusautomaation väylistä. Laitteet, joita BACnet-verkkoon liitetään, mallinnetaan objekteina (object), jotka koostuvat ominaisuuksista (properties). BACnet:lle on määritelty fyysisiksi tiedonsiirtomediaiksi muun muassa IEEE 802.3 sekä RS-232- ja RS-485-liityntärajapintoihin perustuvat ratkaisut. Esimerkkejä objekteista ovat mm. järjestelmäpisteet, asetusarvot, aikaohjelmat ja kalenteriohjelmat. (Piikkilä, 2017)

IEEE eli Institute of Electrical and Electronics Engineers on kansainvälinen tekniikan alan järjestö, jonka tarkoitus on elektronisen alan ja tietojenkäsittelyalan innovaatioiden edistäminen, olemassa olevien standardien ylläpitäminen ja pa-

rantaminen sekä uusien standardien kehittäminen. IEEE 802.3 julkaistiin vuonna 1983. (IEEE, 2020)

BACnet TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) hyödyntää kiinteistöjen yleiskaapelointia, kun siirrettävän datan määrä on suuri. Esimerkiksi reitittimien ja automaation alakeskuksiin kulkeva datan määrä voi olla hyvin suuri. Silloin laitteelle annetaan oma IP-osoite ja sisäverkkoon voi määritellä esimerkiksi oman osoitevaruuden. BACnet IP toimii käytännössä Ethernet-verkossa, jossa dataa siirretään BACnet-protokollan avulla. IP on alin internetin protokolla ja kaikenlainen tietoliikenne kulkee IP-paketteina. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaiselle BACnet-laitteelle annetaan oma BACnet device ID, jonka avulla laitteet kommunikoivat keskenään. (Piikkilä, 2017)

Asiakaspalvelinarkkitehtuuria käyttämällä mahdollistetaan integrointi BACnet:n ja LON:in välillä käyttämällä BACnet- tai LON OPC -palvelinta erottamaan kommunikaatioväylät. LON-verkko on LonWorks-tekniikkaan perustuva verkko, joka lanseerattiin Suomeen 1990-luvun puolivälin jälkeen. Sen perusidea on saada useiden toisistaan riippumattomien laitteiden ohjauksen ja käytön saattaminen väylälle, joka on täysin riippumaton laitevalmistajasta. ASI LinkOPC -palvelin kommunikoi ASI Control laitteiden kanssa ja asiakkaan ohjelmisto voi muuttaa datan erilaisten järjestelmien välillä. ASI Weblink kykenee käsittelemään dataa usealta OPC-palvelimelta. (Piikkilä, 2017)

BACnet vaatii tuoteselosteen BACnet-ominaisuuksista eli PICS:n (Protocol Implementation Conformance Statement) laitevalmistajilta ja tämä on välttämätön dokumentti järjestelmänhallinnassa. BACnet:lla on 7 eri laiteprofiilia standardoituna. Laiteprofiilit ovat lueteltuna ja selitettynä taulukossa 1. (Piikkilä, 2017)

TAULUKKO 1. BACnetin määrittämät standardoidut laiteprofiilit (Piikkilä, 2017)

Standardi laitetyyppi	Toiminto
BACnet Operator Workstation (B-OWS)	B-OWS on operaattorin ikkuna BACnet-järjestelmään eli valvomotyöasema.
BACnet Building Controller (B-BC)	B-BC on yleiskäyttöinen, kentällä ohjelmoitava laite, joka pystyy erottelemaan rakennusautomaation ja kontrolloinnin eli vapaasti ohjelmoitava säädin.
BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)	B-AAC on kontrollointilaite, rajallisesti verrannollinen B-BC laitteille. Ne on tarkoitettu spesifioituihin sovelluksiin ja auttavat osittain ohjelmallisuutta eli ohjelmoitava piensäädin.
BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	B-ASC on kontrolloija, joka on rajallisesti verrannollinen B-AAC-laitteille eli sovelluskohtainen piensäädin.
BACnet Smart Actuator (B-SA)	B-SA on yksinkertainen kontrollointilaite rajallisilla mahdollisuuksilla eli älykäs toimilaite.
BACnet Smart Sensor (B-SS)	B-SS on tunnusteleva laite erittäin rajallisilla mahdollisuuksilla eli älykäs anturi.
BACnet Gateway (B-GW)	B-GW toimii porttina muihin järjestelmiin eli on protokollamuunnin

BACnet:iä tukevat myös KNX ja LonWorks. KNX on kiinteistötekniikkaan tarkoitettu tiedonsiirtoväylä, jossa on mahdollista yhdistää energian- ja käytönhallinnan toiminnot. Jos esimerkiksi BACnet-, KNX-laitteet ja LonWorksin toiminnalliset profiilit ovat informatiivisessa muodossa ja käytössä on XML-kieli, voidaan tarjota XML-muodossa korkeatasoinen tiedonsiirto ja tämän avulla tehdä toiminnallisista profiileista web-palvelinarkkitehtuurin kanssa yhteensopivat. Koska XML käyttää web-palvelinarkkitehtuuria ja on joustava, voidaan tämä laajentaa käsittämään muunkin tyyppistä tiedonsiirtoa luotettavasti. (Piikkilä, 2017)

BACnet:n perusrunko jakautuu neljään toimintakerroksen arkkitehtuuriin, jotka ovat sovellus-, verkko-, siirtoyhteys- ja fyysinen kerros OSI-mallin mukaan. BACnet-standardissa on määritelty sovellutuskerros ja yksinkertainen verkko-kerros. OSI-mallin siirtoyhteys- ja fyysisistä kerroksista vastaavat asiat ovat BACnet:ssä korvattu viidellä optiolla. Kerrosten ja rajapintojen jakautuminen on todennettu kuvassa 5. (Piikkilä, 2017)

BACnet kerrokset				Vastaavat OSI kerrokset	
BACnet sovellutuskerros				Sovellutus	
BACnet verkkokerros				Verkko	
ISO 8802-2 (IEEE 8802.3) Tyyppi 1		MS/TP	PTP	LonTALK	Siirtoyhteys
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485	EIA-232		Fyysinen

KUVA 5. BACnet-kerrokset ja -rajapinnat (Piikkilä, 2017)

Optio 1 on logiikkayhteyden (LLC eli Logical Link Control) ohjauksen protokolla, joka on määritelty standardissa ISO 8802-2 tyypissä 1, yhdistettynä standardiin ISO 8802-3 pääsynohjaukseen sekä fyysisen kerroksen protokollaan. ISO 8802-3 on standardiversio, joka tunnetaan kansainvälisesti Ethernet-protokollana. Nopeudet tässä protokollassa on 10 tai 100 Mbit. (Piikkilä, 2017) (The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, International Standard ISO/IEC 8802-2:1998) (The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, International Standard ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017)

Optio 2 on ISO 8802-2 tyypin 1 protokolla, joka on yhdistetty ARCNET:iin. Tarkemmin sanottuna ATA/ANSI 878.1 eli vertaisverkon vuoro- ja siirtooperaatioon. Siirtonopeudet vaihtelevat 150 kbps ja 7,5 Mbps välillä. (Piikkilä, 2017) (ARCNET, 2020)

Optio 3 on MS/TP (Master-Slave/Token-Passing) protokolla eli isäntä-renki/vuoro- ja siirtooperaatioon protokolla. Tämä optio on erikseen suunniteltu rakennusautomaatioon ja ohjauslaitteille. MS-/TP-protokollalla saadaan aikaan käyttöliittymä verkkokerrokseen, joka näyttää ISO 8802-2 tyypin 1 protokollalta. MS-TP-protokolla ohjaa myös pääsyä EIA-485 fyysiseen kerrokseen, tunnetummin RS-485 kerrokseen. Esimerkiksi RS-485-liittimellä voidaan käyttää siirtonopeuksia 9,6 kbps, 19,2 kbps, 38,4 kbps ja 76,8 kbps. (Piikkilä, 2017) (Su Xunwen, 2020) (The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, International Standard ISO/IEC 8802-2:1998)

Optio 4 pitää sisällään PPP eli Point-To-Point-protokollaliittymän. Tätä protokollaa käytetään useimmiten muodostamaan suora yhteys verkkolaitteiden välille.

Alkuperäinen PPP:n käyttökohde on ollut puhelinverkkojen ja modeemien yhteydet, mutta se on myös käytössä laajakaistayhteyksissä. Useita verkkoyhteyksiä tarjoavat käyttävät PPP-protokollaa modeemiyhteyksissä. Optioon 4 käytetään liitintä RS-232. (Piikkilä, 2017)

Optio 5 sisältää liittynän Control Network -protokollaan, joka on levinnyt pääosin kiinteistöautomaatioon. Control Network -protokolla on standardoitu ANSI:n ja CEN:n toimesta. Siirtonopeus tässä standardissa on 78 tai 1,25 Mbps. (Piikkilä, 2017)

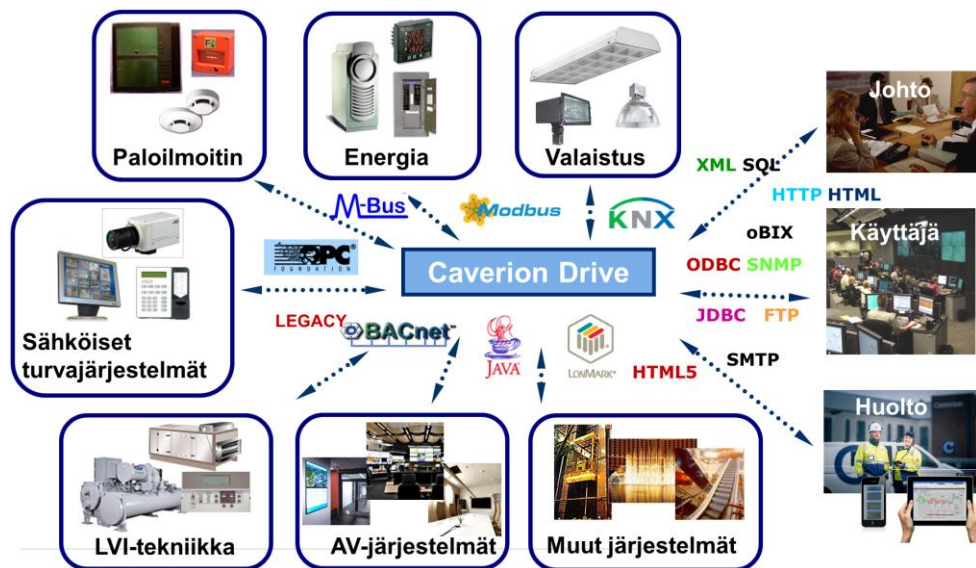
BACnet-verkon fyysinen osuus sisältää keinon liittyä laitteisiin ja antaa mahdollisuuden siirtää sähköiset signaalit, jotka siirtävät dataa. Siirtoyhteyserroksen tehtävä on järjestää data eri kehyksiin tai paketteihin ohjaten pääsyn mediaan. Tällöin siellä saadaan aikaan osoitteisuuksia, hoidettua joitakin virhetilanteita ja saadaan aikaan vuon ohjaus. Kaikki edellä mainitut toiminnot ovat tarpeellisia BACnet-protokollassa. Palvelinlaitteiden eli Master yksiköiden tulee olla taaksepäin yhteensopivia, jolloin voidaan vanhoja laitteita hyödyntää hyvinkin pitkään. BACnet-laitteiden yhteistoiminnallisuuden tarkistuksen ja oikeellisuuden tarkastamisesta vastaa BTL eli BACnet Testing Laboratories. (Piikkilä, 2017)

### **4.3 Kiinteistönhallintajärjestelmä Caverion Drive**

Caverion Drive on kiinteistönhallintajärjestelmä, joka mahdollistaa kiinteistön kokonaisvaltaisen hallinnan. Caverion Driven kiinteistönhallintajärjestelmään on mahdollista integroida kaikki kiinteistön hallintaan liittyvät järjestelmät muodostaen niistä yhden helposti hallittavan kokonaisuuden. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä, 2019)

Caverion Drivella hallittavia toimintoja ovat tilat, olosuhteet, turvallisuus, ympäristö, energiatehokkuus, ylläpito ja kustannukset. Avoimet rajapinnat mahdollistavat uusien järjestelmien integroimisen kiinteistönhallintajärjestelmään. Tietoturvallisuus on keskeinen osatekijä Caverion Drivessä. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä, 2019)

Caverion Drive toimii integrointialustana, joka mahdollistaa standardirajapintoilla eri teknisten järjestelmien integroinnin yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi. Järjestelmäratkaisut on mahdollista valita merkki riippumattomasti, joka mahdollistaa laajan kehityspotentiaalın huomioimisen ja tulevaisuuden tekniikan hyödyntämisen. Kuvassa 6 nähdään mahdolliset protokollatuet, joita integraatioihin on käytetty sekä yhteydet, joilla mahdollistetaan järjestelmien liitettävyyden osaksi muita teknisiä sekä hallinnollisia järjestelmiä. (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä, 2019)



KUVA 6. Caverion Drive protokollatuet (Caverion, Kiinteistönhallintajärjestelmä, 2019)



## 5 KULUNVALVONNAN HYÖDYNTÄMINEN

Kulunvalvontajärjestelmiä ja kiinteistönhallintajärjestelmiä on useita erilaisia, mutta tässä opinnäytetyössä käytettiin Caverion Drive -kiinteistönhallintajärjestelmää ja LenelS2 OnGuard -järjestelmää. Koska Caverion Suomi Oy haluaa pitää kiinteistönhallintajärjestelmän tekniset tiedot ja ohjelmistoon tehtävät muutokset salassa, opinnäytetyössä jätettiin Caverion Driveen tehtävät ohjelmalliset määrittelyt BACnettiin liittyen kokonaan pois.

### 5.1 Tarvittavat määritelmät kulunvalvonnassa

Tämän työn kulunvalvontajärjestelmän koko määritettiin alakeskuksen omaavaan järjestelmään, koska muuten työn laajuus olisi kasvanut liian suureksi. Jotta Lenel:n kulunvalvontajärjestelmä ja Caverionin kiinteistönhallintajärjestelmä saadaan kommunikoimaan keskenään BACnettiä käyttäen, etsittiin Leneliltä kontrolleri, joka tukee BACnettiä. Caverion Suomi Oy:n työntekijä, joka on vuosia tehnyt kulunvalvonnan kanssa töitä, antoi varmuuden, että LenelS2:n valmistama kontrolleri LNL-X4420 on ainoa kontrolleri, jossa on BACnet -tuki.

LenelS2 LNL-X4420 kontrolleri toimii 32-bittisellä prosessorilla ja multiple-application -käyttöjärjestelmällä. Kontrolleri kommunikoi keskusyksikölle käyttäen Ethernet-verkkoa. Kontrolleri käyttää BACnet IP -protokollaa verkossa, kun tutkitaan yhteyttä keskusyksikön ja kontrollerin välillä. LNL-X4420 -kontrollerin flash-muistiin mahtuu jopa yli 1 000 000 korttitietoa riippuen valittavista olevasta muistimäärästä. Kontrolleri LNL-X4420 ja oviympäristöjen välinen yhteys toteutetaan RS-485 -protokollaa käyttäen. Tässä työssä käytetty kontrolleri tukee 63 BACnet pistettä ja yhteen kontrolleriin voi liittää 64 ovea. Jos kulunvalvontajärjestelmässä on yli 64 ovea, on järjestelmässä oltava useampi kontrolleri.

Lenel:n LNL-X4420 kontrolleria tutkittaessa kävi ilmi, että lähtökohtaisesti LNL-X4420 kontrolleri ei toimi BACnet-protokollalla, mutta kontrolleri saadaan konfiguroitua BACnet-protokollaa tukevaksi. Koska opinnäytetyötä tehtäessä ei ollut urakkaa, jossa olisi päässyt kulunvalvontajärjestelmän konfigurointia toteuttamaan, täytyi Lenel:n jälleenmyyjille tarkoitettua portaalista etsiä konfiguroinnin

toteutukseen tarvittavat ohjeet. Lenelin ohjeistus konfigurointiin löytyi Caverion Suomen työntekijän avustuksella, jolla oli tunnukset portaaliin.

Lenel:n ohjeistuksesta selvisi, että LNL-X4420 kontrolleri saadaan konfiguroitua OnGuard-järjestelmän avulla. Konfigurointiohjeista selvisi, että LNL-X4420 kontrolleria käytettäessä OnGuard -järjestelmässä, tulee järjestelmässä olla käytössä versio 7.5 tai uudempi, sekä ohjelmistoversio täytyy olla 1.256 tai uudempi. BACnet-pisteitä voivat olla fyysiset sisäänmenot ja virtuaaliset ulostulot. Fyysisiä sisäänmenoja ovat lukijan sisääntulot ja niin sanotut väyläpisteet, esimerkiksi ovipäätteen tila tai hälytys. Virtuaaliset ulostulot ovat konfiguroitavia tilarekistereitä, jotka on mahdollista asettaa OnGuard -järjestelmässä.

Konfigurointeja Lenelin mukaan on kolme erilaista. Ensimmäinen konfigurointi on BACnet-serverin konfigurointi. palvelimen konfiguroimiseen OnGuardilla on kaksi vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa Access Control -menusta tulee valita Access Panels ja sieltä haluttu kontrolleri eli LNL-X4420. Toisessa vaiheessa muutetaan laitteen asetuksia seuraavin askelin:

1. Valitse "Enable BACnet server" välilehti
2. Klikkaa "BACnet service port"
3. Klikkaa "BACnet device instance"

Edellä mainittujen askelien jälkeen aukeaa kuvan 7 mukainen näkymä.

Name: LNL-X4420  Online

Location Primary Connection Secondary Connection **Options** Diagnostics Notes Encryption

Ports: (2) 2-Wire Ports

Feature capacity level: 3 (Normal)

Memory: 16 MB

PIN type: None

OSDP biometrics: None

Auxiliary module type: None

Cardholders: 500

Assets: 0

Event capacity: 50000

Device count: Reader modules: 32 Alarm panels: 32

Store expiration date: Not enforced

Store activation date: Not enforced

Timed anti-passback

Store area anti-passback location

Precision access (reader inclusion)

Elevator support

First card unlock

HandKey biometrics

Biocrypt biometrics

Special area rules

Double card unlock/toggle

TLS encryption

Enable BACnet server

BACnet server port: 47808

BACnet device instance: 1

KUVA 7. LNL-X4420 BACnet-palvelimen konfigurointi (LenelS2, BACnet Setup in OnGuard, 2020)

Jotta BACnet saadaan konfiguroitua, "TLS" (Transport Layer Security) eli salausprotokolla täytyy olla aktivoituna. Järjestelmän hallinnasta tulee vielä suorittaa seuraavat kaksi askelta, jotta serverin konfigurointi on suoritettu:

1. LNL-X4420 laitteen paikallisessa välilehtiosiossa klikkaa "konfiguroi web sivu"
2. Host Communication sivulla data turvallisuus välilehdellä tulee valita "TLS if Available"

**LENEL** LNL-4420 Intelligent Dual Reader Controller

Home Network **Host Comm** Device Info Users Auto-Save Restore/Default Apply Settings Load Certificate Log Out Diagnostic

**Host Communication**

Communication Address: 0  Use IPv6 Only

**Primary Host Port**

Connection Type: IP Server Data Security: TLS if Available

Port Number: 3001

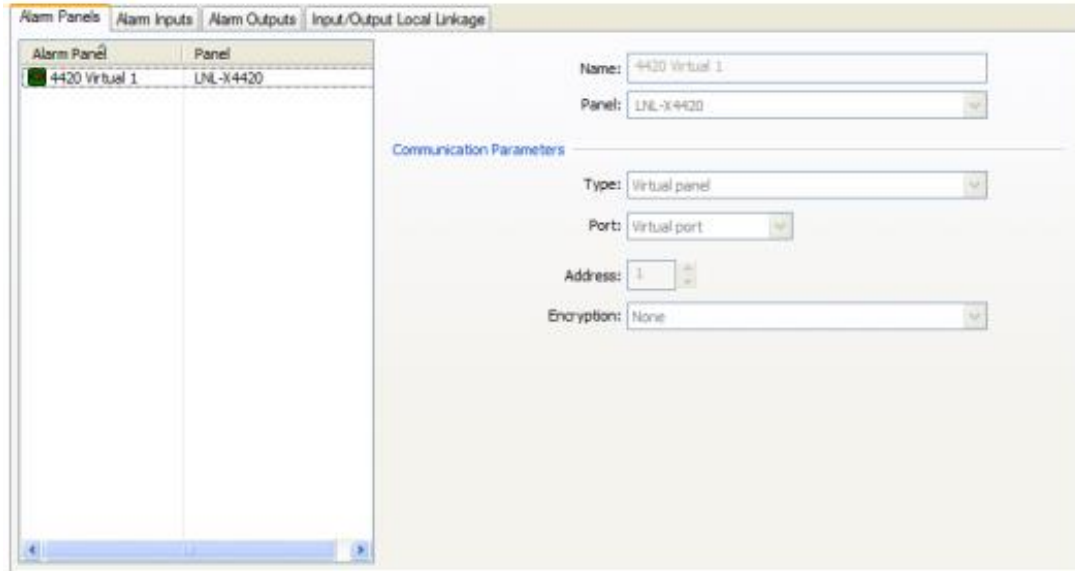
Allow All  Authorized IP Address Required

Authorized IP Address:

Enable Peer Certificate

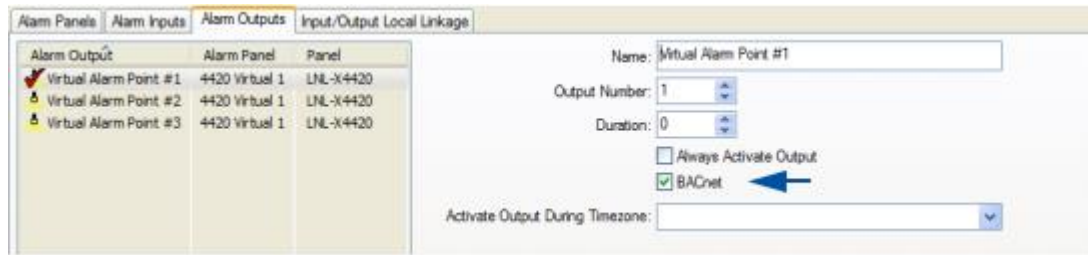
KUVA 8. LNL-X4420 BACnet-palvelimen konfigurointi (LenelS2, BACnet Setup in OnGuard, 2020)

Toinen tehtävä konfigurointi on Virtual BACnet -paneelin konfigurointi. Kyseinen konfigurointi tapahtuu Access control -valikosta valittavasta Alarm-paneelissa. Alarm-paneelissa tarvitsee valita Type -osioon "Virtual panel", Port -kohtaan tulee valita "Virtual port" ja osoitekohtaan tulee valita numero 0-3 väliltä. Kuvassa 9 on nähtävissä virtuaalipaneelin asetusikkuna.



KUVA 9. Virtuaalipaneelin asetusikkuna BACnet konfiguroinnissa (LenelS2, BACnet Setup in OnGuard, 2020)

Kolmas konfiguroitava toiminto on virtuaaliset BACnet-pisteet. Virtuaalisten BACnet-pisteiden konfigurointi tapahtuu järjestelmän hallinnassa. Järjestelmän hallintaan pääsee Access Control -valikosta Alarm-paneeliin, josta löytyy välilehti Alarm Output. BACnetin virtuaalisten pisteiden tiloja voidaan muuttaa OnGuardissa tarpeen mukaan. Virtuaalisia ulostuloja voidaan ajatella kontrollipisteinä (muistirekisterinä tai set/reset -tilamuutoksena). Kyseistä ulostuloa voidaan käyttää missä tahansa OnGuardin funktiossa, jossa ulostulon tilaa voidaan monitoroida ilman tiettyä fyysistä I/O-pistettä. Tämä kattaa paikalliset ja globaaliset I/O:t, sekä kartat, ikonit ja toimintaryhmät. Kuvassa 10 on BACnet-virtuaalipisteen lisäyksestä esimerkki.



KUVA 10. BACnet-virtuaalipisteen lisäys hälytyspaneeliin (LenelS2, BACnet Setup in OnGuard, 2020)

## 5.2 Hyödyntämiskeinoja

Kulunvalvontajärjestelmästä saadaan ovien tilatiedot. Tilatiedoista selviää, onko ovi auki vai kiinni, kuka kulki ovesta ja koska. Kulunvalvontajärjestelmästä saadaan myös tiedoksi, että kuinka monta ihmistä on tietyssä tilassa. Näitä kyseisiä tietoja soveltaen mahdollistetaan kiinteistöille esimerkiksi useita eri keinoja tuoda käyttäjämukavuutta ja samalla tehdä huomattavia säästöjä energiankulutuksessa, koska huoneistojen ilmaa ei säädetä turhaan. Energiakulutuksen pienentäminen pienentää myös taloudellisia kustannuksia. Kulunvalvontajärjestelmästä saatuja tietoja ei ole ennen käytetty kiinteistönhallintajärjestelmän ohjauksessa. Tässä opinnäytetyössä on mietitty erilaisia sovellettavia käyttötarkoituksia kulunvalvonnasta saadulle datalle. Datalla tarkoitetaan suurta määrää kulunvalvonnan rekisteröimiä tilatietoja. Koska sekä Caverion Driven käyttämä tekniikka, että myös Lenelin tekniikka tukevat BACnet-protokollaa, niin informaatio kulunvalvontajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän välillä tapahtuu BACnet-protokollaa käyttäen. Seuraavat seitsemän käyttömahdollisuutta on kehitetty näkökulmasta, jossa ei ole huomioitu muita kiinteistöjen tekniikoita.

### Avokonttorin ilmanlaatu ja lämpötila

Kulunvalvontajärjestelmästä saatavalla datalla on mahdollista vaikuttaa avokonttorin ilmamäärän suuruuteen tai lämmitykseen. Kulunvalvonnasta saatavalla henkilömäärän tiedolla voitaisiin huoneiden ilmamäärän tuloa lisätä tai vähentää riippuen kiinteistönhallintajärjestelmän säätötavasta. Avokonttoreita on yrityksillä nykyään todella paljon. Tämän lisäksi avokonttoreissa työskentelevillä saattaa olla myös vaihtelevat työajat, jolloin konttorissa ei ole koskaan saman verran ihmisiä. Tästä johtuen ilmamäärän tai lämpötilan säätöjä saatetaan to-

teuttaa turhaan. Kun tuodaan tekoäly mukaan, saadaan kulunvalvontajärjestelmän tietoja käytettyä entistä paremmin hyödyksi. Tallentamalla henkilömäärän dataa avokonttorissa, tekoälyn avulla voidaan ennustaa suuntaa antava luke-ma, kuinka monta ihmistä on minäkin päivänä ja kellonaikana avokonttorissa. Tällä tiedolla pystytään esimerkiksi juuri ilmamääriä tai lämmitystehoja sääätä-mään energiatehokkaasti, käyttäjäystävällisesti ja kustannustehokkaasti.

### **Useiden työhuoneiden toimistotila**

Toimistotiloissa, joissa usealla ihmisellä on oma työhuone, energiaa saa entistä helpommin hukattua. Kulunvalvontajärjestelmästä saadaan yksilöidyllä kirjaus-tiedolla kohdennettua myös tiettyyn tilaan lämmityksen ja ilmamäärän säädöt. Energiaa on mahdollista säästää huomattavia määriä, kun toimistotilaa, jossa kyseinen henkilö ei ole, ei lämmitetä turhaan. Kun toimistotilan ovista kulkee paljon ihmisiä, saattaa jokin ovi jäädä helposti myös auki. Kiinteistöjen ulko-ovia pyritään pitämään kiinni mahdollisimman paljon, koska sisällä vallitseva paineis-tus menee sekaisin, jos ulko-ovi on auki. Tästä aiheutuu myös riskejä siihen, että ulkoa tulee paljon kylmää tai lämmintä ilmaa, jolloin huoneistoa aletaan lämmittää tai jäähdyttää turhaan. Tällaisessa tilanteessa kulunvalvontajärjes-telmästä saadaan aikaiseksi hälytys ja hälytys johdetaan halutulle taholle. Tällä toiminnolla voidaan estää ulkoilman pääsyn sisälle. Tästä voi syntyä suuriakin energiakustannuksia, jos esimerkiksi sisä- ja ulkolämpötilan erot ovat suuret. Samaa toimintoa voisi käyttää myös esimerkiksi kauppojen kylmähuoneisiin.

### **Valaistuksen ohjaus**

Kulunvalvontajärjestelmällä olisi myös mahdollista ohjata valaistusta. Valaistuk-sen ohjausta voidaan soveltaa monella eri tavalla, kun toteutetaan ohjaus yksi-löidyllä sisään leimauksella. Aamulla ensimmäiseksi töihin tulevalle voidaan valaista hänen kävelyreitinsä työpaikalle, mutta kun tarpeeksi laajalle alueelle on saapunut töihin työntekijöitä, kaikki valot voi asettaa päälle. Kun toimisto-olosuhteissa ei ole enää henkilöitä, voidaan kaikki vielä päällä olevat valot sammuttaa.

## **Turvallisuuden parantaminen**

Kameravalvontajärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän avulla on mahdollista toteuttaa turvallisuutta parantava toteutus. Kulkuoikeudet ovat henkilökohtaisia käytännössä aina. Kun integraatio on toteutettu sekä kamerajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän että kulunvalvontajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän välillä, saadaan toteutettua kasvojentunnistus kiinteistön tiloihin tultaessa. Kasvojentunnistus olisi monivaiheinen. Ensimmäiseksi kamera, joka on liitetty kameravalvontajärjestelmään, ottaa kuvan henkilöstä, joka kulkukortilla yrittää ovesta kulkea. Seuraavaksi kameravalvontajärjestelmässä olevalla analytiikalla, voitaisiin kamerasiirtokuvasta ja kulunvalvonnassa sijaitsevasta henkilökuvasta analysoida, onko kulkukorttia käyttävä henkilö sama kuin analytiikan kuva. Mikäli analytiikan kuva ja kulkukorttia käyttävän henkilön kamerakuva täsmää, henkilö voidaan päästää kulkemaan ovesta. Oven ohjauksen toteuttaa kulunvalvonta.

## **Yksilöity käyttökohde sairaalaan**

Kulunvalvontajärjestelmää on mahdollista käyttää myös paljon yksilöidyimmissä järjestelmissä. Toinen yksilöidympi käyttötarkoitus voisi olla sairaaloiden puhdistilat. Kulkukäytävän ja sairaalan puhdistilan välissä on huone, jossa toteutetaan alipaineistus ennen puhdistilaan siirtymistä. Kun ihminen, jolla on kulkuoikeus puhdistilaan, leimaa itsensä välitilaan, voidaan kulunvalvonnan avulla sulkea ovet niin puhdistilan puolelta kuin käytävän puolelta, ettei kukaan pääse ovia avaamaan ja sekoittamaan paineistusprosessia. Samalla kulkuoikeudella voitaisiin myös käynnistää alipaineistuskoneet tai estää niiden käynnistys, jos jokin ovi on auki.

## **Tulipalosta aiheutuva tilanne**

Kun järjestelmiä on integroituna kiinteistönhallintajärjestelmään useampia, se antaa mahdollisuuksia entistä enemmän myös kulunvalvonnan hyödyntämiseen. Kun sekä kulunvalvonta ja paloilmoinjärjestelmä ovat integroituna kiinteistönhallintajärjestelmään, on mahdollista tulipalon sattuessa ohjata halutut ovet auki, joista ihmiset voivat kulkea. Esimerkiksi, kiinteistöjen paloilmoinnimen

sijainnit tunnetaan aina. Kun jokin paloilmaisin havaitsee tulipalon, se ilmoittaa asiasta viranomaisten lisäksi kiinteistönhallintajärjestelmään. Kiinteistönhallintajärjestelmä puolestaan lähettää tarvittavat käskyt kulunvalvontaan, jotta ovet saadaan auki ilman kulkutunnisteita.

### **Ihmismäärä tilassa, jossa ei ole kulunvalvontaa**

Kulunvalvontajärjestelmän kautta voitaisiin tuoda esimerkiksi luokkahuoneiden ja neuvottelutilojen ihmismääriä kiinteistönhallintajärjestelmään. Tämä onnistuu, jos kamerajärjestelmä ja kiinteistönhallintajärjestelmä ovat integroituna kiinteistönhallintajärjestelmään. Kameravalvontajärjestelmän analysaatiotekniikalla, voitaisiin tunnistaa ihmismäärä, joka kyseisellä hetkellä tilassa on. Kameravalvontajärjestelmän ja kiinteistönhallintajärjestelmän välillä ei tällöin siirretä henkilödataa vaan ainoastaan henkilömääriä. Henkilömäärien tuonti kiinteistönhallintajärjestelmään kameravalvontajärjestelmästä toteutettaisiin siksi kulunhallintajärjestelmän kautta, koska LenelS2 OnGuard-kulunvalvontajärjestelmään on tehty useiden kameravalvontajärjestelmien integraatioita eri valmistajien toimesta. Tästä syystä ei tarvitse toteuttaa erikseen kameravalvontajärjestelmän integraatiota kulunvalvontaan tältä osin.



## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää erilaisia käyttömahdollisuuksia kulunvalvonnasta saadulle datalle kiinteistönhallintajärjestelmässä. Mahdollisia tapoja hyödyntää kulunvalvontajärjestelmää kiinteistönhallintajärjestelmässä ei ennestään ole, koska näiden kahden järjestelmän toimiminen yhdessä on kiinteistötekniikassa vielä uutta. Työn tavoitteena oli saada useampi potentiaalinen testiin pääsevä idea kulunvalvonnasta saadun datan hyödyntämiseen, jotta Caverion Suomi Oy:n henkilöstö pääsee heti aloittamaan konkreettisten ideoiden testauksen.

Koska ei ollut ennestään minkäänlaisia esimerkkejä kulunvalvonnan hyödyntämiseen kiinteistön hallinnassa, alkuun pääseminen oli hankalaa. Työssä pohdittiin, missä kulunvalvontajärjestelmiä käytetään ja kuinka sitä hyödynnetään. Ideoita syntyi kulkiessa erilaisissa julkisissa paikoissa yksin ja jutellessa työkaavereiden kanssa konttorilla. Kuitenkin jokainen idea käytiin läpi kulunvalvontaa käsittelevien henkilöiden kanssa Caverion Suomi Oy:n sisällä ja tähän työhön kirjattiin ne ideat, jotka sopivat testikäyttöön. Kun muutama mahdollinen käyttötarkoitus löytyi, alkoi ideoita kehittyä enemmän. Kulunvalvontaa koskee myös yksityisyyteen liittyvät lait ja asetukset, joten se toi monimutkaisuutta työhön.

Opinnäytetyötä aloitettaessa työn kuvaus oli kulunvalvontajärjestelmän integroiminen kiinteistönhallintajärjestelmään, mutta jo alkuvaiheessa ilmeni, että itse integraatio oli toteutettu pienemmän ryhmän toimesta. Tällöin työnkuvaus muuttui integroimisen toteuttamisesta integroinnin hyödyntämiseen. Alussa oli myös hankaluuksia löytää minkäänlaista materiaalia kulunvalvontaan ja kiinteistönhallintaan liittyen, koska kulunvalvonta on melko tuntematonta tekniikkaa ja kiinteistönhallinta on puolestaan täysin uutta kehitettävää tekniikkaa. Sattumalta löytyi kuitenkin ST-kortiston kirja kulunvalvonnasta, minkä ansiosta koko työ pääsi vauhtiin.

Työssä luotiin seitsemän mahdollista käyttötarkoitusta kulunvalvonnan hyödyntämiseen kiinteistönhallinnassa, minkä ansiosta voidaan aloittaa testit ja lähteä testaamaan, toimivatko kyseiset ideat. Tämä työ antoi myös alkusysäyksen ke-

hitykselle ja ideoita kulunvalvonnan hyödyntämiseen tulee lisää ajan kanssa, kun käyttötarkoituksia tulee lisää ja kysyntä erilaisille ideoille kasvaa niin asiakkaiden pyynnöstä kuin yrityksen sisällä kehitetyistä ideoista. Tässä työssä aloitettu kehitystyö jatkuu digitalisaation kehittyessä. Sitä on hankala sanoa vielä tässä vaiheessa, kuinka pitkälle kulunvalvontaa on mahdollista hyödyntää kiinteistönhallinnassa, koska kehitystyö on vasta aluillaan.

## LÄHTEET

2K mediat, tietoverkot. Luettu 19.2.2020.

<http://www.2kmediat.com/tietoverkot/lan.asp>

ARCNET, Local Area Network: Token Bus, ATA 878.1-1999. Luettu 24.2.2020

<https://www.arcnet.cc/resources/ata8781.pdf>

Arenius, Espoo 2016, ST-käsikirja 11, Kulunvalvonta- ja murtoilmaisujärjestelmät, Sähköinfo Oy, sivut 33-37

Carrier. Brands. Luettu 7.1.2020

<https://www.ccs.utc.com/brands>

Caverion. Kiinteistönhallintajärjestelmä. Luettu 1.12.2019

Caverion. Digitalisaatio-opas. Luettu 1.12.2019

Caverion. Liiketoiminta ja palvelut. Luettu 7.1.2020

<https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/liiketoiminta-ja-palvelut>

Caverion. Liiketoimintayksiköt. Luettu 7.1.2020

<https://www.caverion.fi/sijoittajat/caverion-sijoituskohteena/liiketoimintayksik%C3%B6t>

Caverion. Uusi yhtiö, pitkä historia. Luettu 7.1.2020

<https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/historia>

Caverion Suomi Oy, Markkinointi. Luettu 7.1.2020

Comptia. What is WAN?. Luettu 19.2.2020

<https://www.comptia.org/content/guides/what-is-a-wide-area-network>

IEEE. Luettu 20.2.2020. <https://www.ieee.org/>

Lenel, BACnet Setup in OnGuard. Luettu 25.2.2020

Lenel. OnGuard Version 7.6. Luettu 13.1.2020

<https://www.lenel.com/products/onguard/onguard-version-76>

Lenel, Overview. Luettu. 7.1.2020

<https://www.rochesterbiz.com/data/filemanager/lenel.pdf>

Lenel, Presentation year 2018. Luettu 10.1.2020

Liedes, Espoo 2018, ST-käsikirja 17, Rakennusautomaatiojärjestelmät, Sähköinfo Oy s.21

Piikkilä, Espoo 2017, ST-käsikirja 21, Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät, Sähköinfo Oy, sivut 125-129

Su Xunwen, RS-485 Serial Port Pseudo-full-duplex Communication Research and Application. Luettu 24.2.2020

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, International Standard ISO/IEC 8802-2:1998 ANSI/IEEE Std 802.2, 1998 edition  
Luettu 24.2.2020

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, International Standard ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, IEEE Std 802.3. Luettu 4.2.2020