



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Amanda Laakkonen

## Digitaalinen kiinteistö ja sen data

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

29.4.2020

Tekijä Otsikko	Amanda Laakkonen Digitaalinen kiinteistö ja sen data
Sivumäärä Aika	39 sivua 29.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	tekninen johtaja Pasi Poikonen tutkintovastaava Raisa Kallio
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin digitalisaation sekä datan vaikutusta olemassa oleviin sekä tulevaisuuden kiinteistöihin. Työssä punnittiin tulevaisuuden mahdollisuuksia digitaalisille kiinteistöille, kuinka niitä täytyy käsitellä sekä miten digitalisaatio ja data vaikuttaa tulevaisuuden suunnitteluun. Työssä käsiteltiin dataa, tiedonsiirtoprotokollia sekä digitaalisen kiinteistön määritelmää. Työn tavoitteena oli luoda tutkimusteksti digitaalisista kiinteistöistä sekä niiden datasta.</p> <p>Työssä käsiteltiin esimerkkikiinteistöä, Vaisala Oyj:n pääkonttoria. Kiinteistöä saatua dataa punnittiin. Työssä pohdittiin, kuinka datasta on hyötyä kiinteistölle, henkilöstölle sekä muille käyttäjille, sekä kuinka dataa tällä hetkellä käsitellään ja jalostetaan. Työssä analysoitiin myös datan saatuja kustannushöytyjä sekä haittoja.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi tutkimusteksti, joka tukee tulevaisuuden sähkösuunnittelua digitalisaation sekä datan siirtyessä osaksi kiinteistöjä. Opinnäytetyössä käsiteltiin tulevaisuuden haasteet, joita digitalisaatio sekä suuri datan määrä tuo mukanaan. Esimerkkikiinteistön avulla työhön saatiin realistista vertauskuvaa nykytilanteesta. Esimerkkikiinteistö auttoi työtä myös havainnollistamaan kiinteistöistä saatavan datan määrän sekä sen nykyiset hyödyntämissuodot.</p> <p>Valmis opinnäytetyö toimii apuvälineenä sekä ajatuksenherättäjänä, kuinka huomioida kiinteistön digitaaliset tarpeet laitevalintoja sekä järjestelmiä valitessa. Työ tuo esille myös kiinteistöjen digitaalisen elinkaaren ja kuinka suunnittelun tulisi olla tukena tässä asiassa.</p>	
Avainsanat	Digitalisaatio, data, digitaalinen alusta, sähkösuunnittelu

Author Title	Amanda Laakkonen Digital Real Estate and Data
Number of Pages Date	39 pages 29 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Automation engineering
Instructors	Pasi Poikonen, Technical leader Raisa Kallio, Senior Lecturer
<p>The thesis work investigated the impact of digitalization and data on existing and future properties. The work considered future opportunities for digital real estate, how it should be handled, and how digitalization and data affect future designing. The thesis work dealt with data, communication protocols and the definition of digital real estate. Goal was to create a research text about the current situation of digital real estate and what the future of these real estate's seems to be.</p> <p>The project dealt with an exemplary property, Vaisala Oyj's headquarters. The data obtained from the property was analyzed. The thesis work considered how data can benefit the real estate, staff and other users, as well as how data is currently processed. The work also analyzed the cost benefits and disadvantages of the data.</p> <p>As result of this thesis work, a report was created that supports future building engineering design, as digitalization and data shifts into real estate. The thesis dealt with the challenges of the future that digitalization and large amounts of data bring with it. With the help of example kit, a realistic view for the work was obtained. The exemplary real estate also helped to illustrate the amount of data available from the real estate and its current forms of utilization.</p> <p>The completed thesis serves as an aid and a stimulus for how to take into account the digital needs of the property, when choosing equipment and systems. The thesis also highlights the digital life cycle of real estate and how planning should support this.</p>	
Keywords	Digitalisation, data, digital platform, electrical designing

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	4
2	Digitalisaatio	5
3	Data	7
3.1	Staattinen ja dynaaminen data	7
3.2	Datan käyttö, hyödyt ja haitat	8
3.2.1	Datan hyödyt	9
3.2.2	Datan haitat	10
3.2.3	Datan hyväksikäyttö	11
4	Digitaalinen kiinteistö	12
4.1	Granlund Manager	14
4.2	Digitaalinen kaksonen	15
4.3	Rakennuksen tietomalli	16
5	Tiedonsiirtoprotokollat	18
5.1	Suljettu tiedonsiirtoprotokolla	19
5.2	KNX -järjestelmä	19
5.3	BACnet -protokolla	20
5.4	BACnet/WS	20
5.5	Langattomat tiedonsiirtoprotokollat	21
6	Esimerkkikiinteistö: Vaisala Oyj	22
6.1	Perustietoja	22
6.2	Datan keruu	23
6.3	Datan hyödyntäminen	24
6.4	Datan hallinta	26
6.5	Datan vaikutukset	26
6.6	Datan kustannukset	28

	2
7 Digitaalisen kiinteistön huomiointi	29
8 Kiinteistöjen digitaalinen tulevaisuus	31
9 Yhteenveto	33
Lähteet	34

## Lyhenteet

API	<i>Application Programming Interface</i> . Sovellusrajapinta.
BACnet	<i>Building Automation and Control Network</i> . Rakennusautomaatio ja ohjausverkko.
BIM	<i>Building Information Model</i> . Rakennustietomalli.
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i> . Matalan energian Bluetooth.
IFC	<i>Industrial Foundation Classes</i> . Industrial Foundation -luokka.
IoT	<i>Internet of things</i> . Esineiden Internet.
KNX	Standardisoitu järjestelmä
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> . Ympäristö ja energiatekniikan sertifikaatti.
LVI	Lämpö, Vesi, Ilma.
TATE	Talotekninen.
VR	Virtuaalitodellisuus.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia digitaalista kiinteistöä sekä dataa, sen tämänhetkistä määritelmää sekä digitalisaatiota. Työssä käsitellään digitalisaation ja datan vaikutusta kiinteistöihin. Kuinka data tulisi ottaa huomioon kiinteistöjen suunnittelussa ja kuinka data saadaan osaksi kiinteistöä.

Työssä tutkitaan esimerkki kiinteistön dataa, sen vaikutusta kiinteistöihin sekä kuinka dataa hyödynnetään nykypäivän kiinteistöissä. Lisäksi tutkitaan, kuinka dataa kerätään ja käsitellään sekä kuka dataa hallitsee. Esimerkki kiinteistönä työssä toimii Vaisala Oyj:n pääkonttori Vantaalla.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Granlund Oy. Granlund on suomalainen vuonna 1960 perustettu kiinteistö- ja rakennusalan asiantuntijakonserni. Yrityksen toiminnan kivijalkana toimii talotekninen suunnittelu, muun muassa sähkö-, LVI-, sairaala- ja konesalisuunnittelu. Granlund tarjoaa myös asiantuntemusta ohjelmistokehityksessä. Granlund Manager-ohjelmisto on tietomallien käyttöä ylläpidossa, ylläpidon tehtävien hallinnan automatisointia sekä energiakäytön raportointia ja optimointia edustava kiinteistöjohtamisen ohjelmisto. (1.)

## 2 Digitalisaatio

Digitalisaatiolle ei ole vielä määritelty suoranaista käsitettä, joka kattaisi yksiselitteisesti koko digitalisaation. Digitalisaatioon liittyy paljon tekijöitä. Tiedon tallentaminen, siirtäminen sekä käsittely tietokoneiden ymmärtämässä muodossa ovat esimerkkejä digitalisaation fyysisistä toimenpiteitä. Edellä mainitut tekijät ovat osa digitalisaatiota mutta ei voi sanoa, että kyseiset tekijät muodostaisivat itsessään koko digitalisaation. (2.)

Digitalisaation määritelmä ei ole vielä vakiintunut, sillä lähes poikkeuksetta viitataan myös laajempaan taloudelliseen sekä yhteiskunnalliseen muutosprosessiin, jonka nykyaikainen tieto- ja viestintätekniikka mahdollistaa. Digitalisaatiota ei voi myöskään jakaa suorakätisesti pelkkiin fyysisiin toimenpiteisiin tai mihinkään abstraktiin. Digitalisaatio on sekoitus digitaalitekniikan hyödyntämistä erilaisilla yhteiskunnallisilla osa-alueilla. (2.)

Internetin vaikutukset talouteen kuvaavat digitalisaatiota ehkä parhaiten. Internet on tekijä, joka mahdollistaa tai voisi jopa sanoa, että luo digitalisaation. Tietoverkkoon halutaan sekä voidaan nykypäivänä liittää erilaisia laitteita sekä koneita, jotka tuottavat jatkuvasti dataa. Laitteiden sekä koneiden tuottamaa dataa voidaan analysoida sekä hyödyntää. Datan pohjalta voidaan luoda kuluttajille, yrityksille tai koko yhteiskunnalle uusia palveluja. (2.)

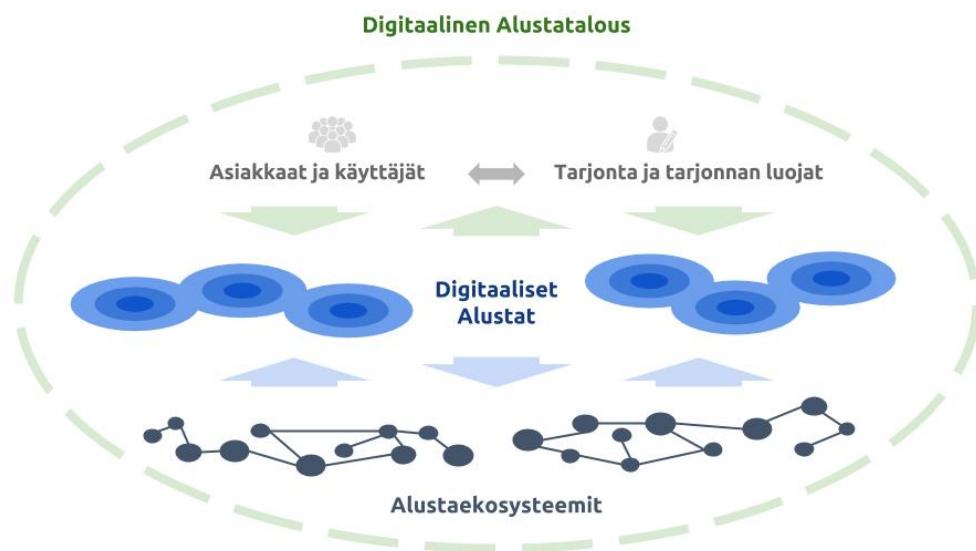
### Digitaaliset alustat

Digitaaliset alustat ovat tietoteknisiä järjestelmiä. Digitaalisessa alustassa eri toimijat, kuten käyttäjät tai tarjoajat, tuovat toiminnallaan lisäarvoa alustalle. Esimerkkinä toimii Google, joka tuo lisäarvoa palvelulleen sekä käyttäjilleen tuomalla lisäominaisuuksia palveluihinsa. Vastapainona käyttäjät hyödyntävät Googlen palveluita, joista Google saa digitaalista tietoa eli dataa, jota Google sopimusehtojensa mukaan välittää eteenpäin kolmansille osapuolille tai hyödyntää itse esimerkiksi palvelukehityksessä. (3, s.35)

Alustan arvo syntyy datan siirtämisessä. Mitä monipuolisempi vuorovaikutus alustalla on, sitä enemmän dataa se tuottaa. Dataa pyritään keräämään mahdollisimman monesta lähteestä, jotta datan määrä saadaan maksimoitua. Kun datan määrä kasvaa, indikoi se suoraan alustan kasvuun sekä tuottoon. Suurta datamäärää, joka alustasta syntyy tai sillä luodaan, voidaan kutsua nimellä big data. (4, s.17.)



Digitaaliset alustat luovat joustoa sekä erilaisia räätälöintimahdollisuuksia yrityksille. Nykypäivänä iso osa esimerkiksi ravintoloista hyödyntää digitaalista alustaa, jonka kautta voidaan tarjota ravintolan palveluita suoraan kotiovelle. Näistä tunnetuin lienee teknologiayritys Wolt. Woltin päätuote on vain digitaalinen alusta, jonka päälle eri toimijat, tässä tapauksessa ravintolat, käyttäjät, sekä kuljettajat muodostavat oman ekosysteeminsä. (3) Kuva 1 havainnollistaa digitaalisen alustatalouden muodostumista.



Kuva 1. Digitaalinen alustatalous. (1)

Digitaalisten alustojen kasvu pohjautuu asioiden vakioimiseen. Alustalle luodaan tietyt vakioehdot ja jokainen ehdot hyväksyvä osapuoli voi liittyä mukaan. Näin alustalle saadaan luotua kasvua, tehokkuutta sekä parempaa asiakaskokemusta. Kun on syntynyt riittävän monta digitaalista alustaa, alkaa muodostumaan digitaalisia alustaekosysteemejä. Nämä ekosysteemit muodostuvat verkostoista, jotka ovat keskinäisesti toisistaan riippuvaisia. (3.)

Digitaaliset alustat pohjautuvat dataan, ohjelmointirajapintaan eli API:n sekä algoritmeihin. API tulee englanninkielisistä sanoista Application Programming Interface, joka tarkoittaa ohjelmointirajapintoja. Kyseisten rajapintojen avulla voidaan määritellä tietoja sekä palveluita, joita tarjotaan muille tietojärjestelmille. API:n avulla eri ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä sekä vaihtaa tietoja keskenään. API on kuin eräänlainen ohjelmien keskustelupalsta. (3.)

### 3 Data

Data on jalostuskelpoinen puolivalmiste eli raaka-aine. Puhdas digitaalinen data voidaan kuvata pelkkinä bitteinä eli ykkösten ja nollien jonona. Data ei ole kuitenkaan niin yksiselitteinen, sillä lähes mikä vain voi olla dataa. On olemassa esimerkiksi biologista dataa, joka on esimerkiksi ihmisten DNA:ta. (5.)

Dataa joudutaan käsittelemään useita kertoja, ennen kuin dataa voi kutsua informaatioksi. Dataa esikäsitellään, mikä pitää sisällään muun muassa datan suodatusta, korjausta, standardisointia sekä muuntamista. Esikäsitelyn jälkeen suoritetaan usein data-analyysi, jossa muun muassa visualisoidaan, luokitella sekä klusteroidaan. Datan analysoinnissa käytetään apuohjelmia, esimerkiksi MATLAB, R, SAS. (5.)

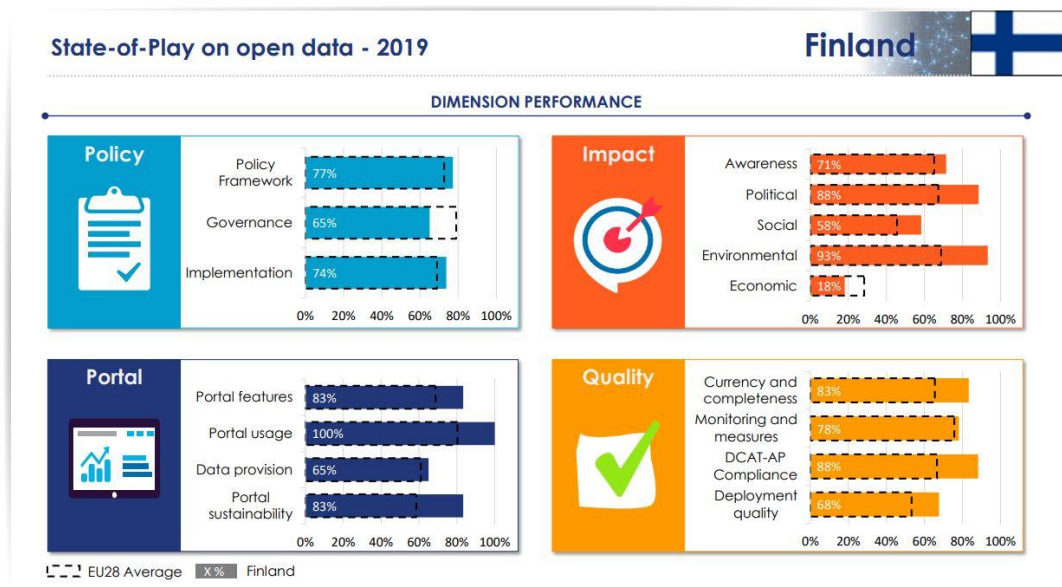
#### 3.1 Staattinen ja dynaaminen data

Staattinen data eli toisin sanoen muuttumaton data, syntyy yhdellä kerralla, tietyllä ajanhetkellä ja saatujen muuttujien arvot eivät muutu ajan edetessä. Esimerkiksi tilastodata on luonteeltaan staattista, sillä tilastoihin vaadittava data kerätään tietyllä ajanhetkellä, joka tekee kyseisestä datasta keräyksen jälkeen muuttumatonta.

Dynaaminen data on muuttuvaa dataa, jolloin muuttujan arvot riippuvat ajanhetkestä. Dynaaminen data kerätään reaaliajassa ja ulosanti on usein esimerkiksi lokidataa tai aikasarjadataa. Nykypäivänä dynaamista dataa tuottaa esimerkiksi useat kiinteistöt sekä kulkuneuvot. Kiinteistöistä saadaan reaaliajassa dynaamista dataa muun muassa energian kulutuksesta, sisäilmastosta, lämmityksestä sekä yleisesti kiinteistön tekniikan toiminnasta. Nykypäivän kulkuneuvot ovat varustettu GPS-paikantamilla, sensoreilla sekä älylaitteilla, jotka tuottavat kulkuneuvon käyttäjälle tai välittäjälle dynaamista dataa kulkuneuvon kunnosta, sijainnista sekä olosuhteista.

### 3.2 Datan käyttö, hyödyt ja haitat

Avoim data on kaikille avoimesti saatavilla olevaa dataa, esimerkiksi internetin välityksellä. Data ei ole kuitenkaan aina kaikille saatavissa olevaa avointa dataa, esimerkiksi luottamuksellisista tai datan omistussyistä data voi olla jonkun kokonaan omistamaa. Tämäntyyppistä dataa voidaan kuitenkin jakaa osapuolien välillä, esimerkiksi valtioiden välillä, jos datan omistaja haluaa sen jakaa. Näin data saadaan realisoitua parhaalla mahdollisella tavalla. Kuva 2 havainnollistaa Suomen avoimen datan määrää verrattuna muihin EU -maihin. Kuvasta selviää kuinka Suomi kerää sekä jakaa avointa dataa muihin EU -maihin verrattuna. Esimerkiksi Quality, eli laatu kohdasta selviää, että suomi on tuottanut ja jakanut avointa dataa kaikilla mittareilla enemmän kuin muut EU -maat yhteensä.

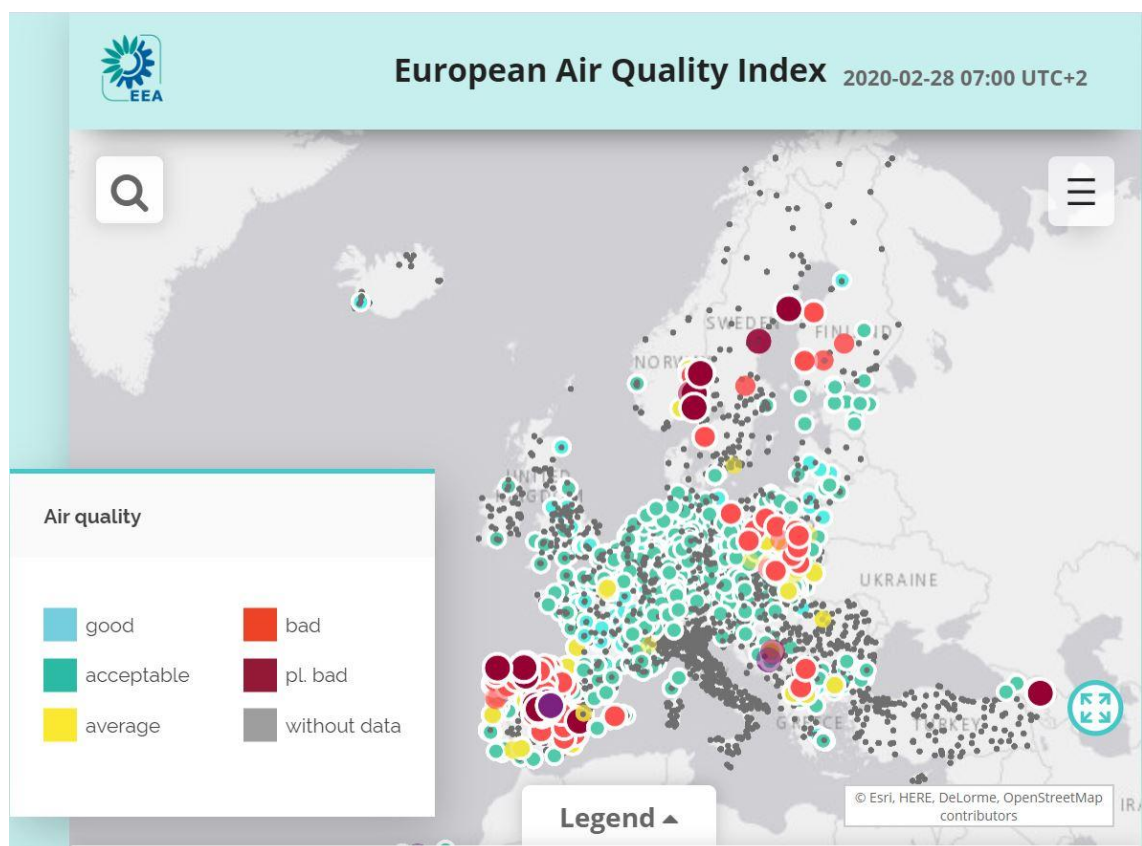


Kuva 2. Suomen avoin data, verrattuna EU -maihin vuonna 2019. (6, s.3)

### 3.2.1 Datan hyödyt

Avoimen datan hyödyntäminen yhteiskunnallisissa sekä taloudellisissa toimeksiantoissa luo suurta markkinarakoa ruohonjuuritasolla sekä globaalisti. Dataa voidaan hyödyntää lähes kaikilla osa-alueilla sekä sektoreilla, joka luo datasta aikamme suurimman kaupankäyntivälineen. Vuosien 2016–2020 välisenä aikana avoimen datan markkinakoon on ennustettu kasvavan 75,7 biljoonaa euroa, arvioituun 325 biljoonaan euroon. Luvut koskevat vain EU:n 28 jäsenmaata sekä luvuissa on huomioitu inflaation vaikutus. (7.)

Avoin data edesauttaa yrityksen, hallituksen, valtion yms. läpinäkyvyyttä, joka seurauksena se lisää luotettavuutta sen toimintaan. Esimerkiksi Euroopan ilmanlaadusta kerätty data on kaikkien saatavilla (kuva 3). Tämä lisää yhteiskunnallista painetta yrityksille sekä valtiolle parantaa ilmanlaatua. Näin ollen avoin data vaikuttaa positiivisesti ympäristöömme.



Kuva 3. Ilmanlaatu Euroopassa 28.2.2020 klo 7:00 UTC+2. (8)

Avoimen datan avulla muun muassa mahdollistetaan innovaatioiden syntyä, vähennetään kustannuksia ja parannetaan tuottavuutta sekä parannetaan yritysmalleja. Avoin data auttaa työntekijöitä sekä kuluttajia viestimään yrityksen sekä käyttäjien kanssa, esimerkiksi joidenkin parkkipaikkojen yllä oleva varattuvalo kommunikoi muille käyttäjille paikan olevan varattu sekä yritykselle parkkihallin käyttäjämääristä. Parkkihallia hallitseva yritys näkee datasta varattujen paikkojen määrän ja dataan voidaan reagoida esimerkiksi lisäämällä tarpeen mukaan parkkipaikkoja. Näin käyttäjät pystyvät tiedostamaan parantamaan yrityksen, hallituksen, valtion yms. toimintaa.

Avoimella datalla on myös positiivinen vaikutus työllistymiseen. Avoimen datan on arvioitu luovan yli 100.000 työpaikkaa vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa 32 % kasvua viiden vuoden ajanjakson aikana. (7.)

Datan hyödyt sekä sen arkipäiväistäminen on huomioitu myös teknologiateollisuudessa. Teknologiateollisuus on jättänyt 16.1.2019 klo 11 talousvaliokuntaan lausunnon, mikä käsittelee ympäristöllisten lupamenettelyjen yhteensovittamista. Lausunnossa sanotaan:

Myös hankkeen koko elinkaaren aikaisten hallinnollisten menettelyjen tarvitsemat digitaaliset ratkaisut ja tietovarannot tulisi tunnistaa, määritellä ja hyödyntää nykyistä paremmin. Käyttämällä reaaliaikaista tietoa, tekoälyä ja muuta analytiikkaa sekä automatisoimalla seurantaan ja raportointia voidaan saavuttaa täysin digitalisoitu teollisen ympäristöhankkeen hallinnollinen menettely. (9, s. 4.)

### 3.2.2 Datan haitat

Yritykset, valtiot, kunnat, yksityishenkilöt sekä muut organisaatiot keräävät käyttäjistä jatkuvasti dataa parantaakseen toimintaansa, esimerkiksi evästeiden kautta. Evästeet ovat dataa, jota internet-sivustot tallentavat tietokoneellesi tai mobiililaitteellesi. Evästeet tallentavat esimerkiksi käyttäjätunnuksen, jotta sinun ei tarvitse sivulla uudelleen vieraillessa antaa samoja tietoja uudelleen. Evästeet ovat jokaisen käyttäjän itse valittavissa, joten tallennettava data on itse valittavissa. On kuitenkin olemassa sivustoja, jotka eivät toimi täydellisesti ilman evästeitä, esimerkiksi Verisuren sivustot. (10.)

Evästeet sekä muut henkilötietoja, kirjautumistietoja yms. tallentavat datamuodot on koettu huolestuttavaksi, peläten henkilötietojen leviämistä sekä tahallista hyväksikäyttöä. Evästeiden käyttöön kuitenkin vaikuttaa sähköisen viestinnän tietosuojadirektiivi sekä laki sähköisen viestinnän palveluista.

Evästeiden tai muiden palvelun käyttöä kuvaavien tietojen tallentaminen käyttäjän päätelaitteelle ja näiden tietojen käyttö on sallittua palvelun tarjoajalle, jos käyttäjä on antanut siihen suostumuksensa ja palvelun tarjoaja antaa käyttäjälle ymmärrettävät ja kattavat tiedot tallentamisen tai käytön tarkoituksesta. (11, 205§.)

Yksityisen datan leviäminen on yksi suurimmista haitoista, joita datan kanssa kohtaa. Sähköisen viestinnän tietosuojadirektiivi sekä lakipykälät pitävät kuitenkin huolen yksityisen datan oikeanlaisesta käsittelystä sekä mahdollisesta jakamisesta.

Datan käyttö ja eritoten datan hyödyntäminen tekoälyssä on esittänyt kuitenkin suuria huolenaiheita maailmamme suurissa tiedemiehissä sekä vaikuttajissa. Professori Stephen William Hawking kertoi vuonna 2014 BBC:lle, että täydellisen tekoälyn kehittäminen tulisi olemaan ihmiskunnan loppu. Hän myöntää tekoälyn olevan erittäin hyödyllistä, mutta pelkää että tekoäly ylittää tai jopa ylittää ihmisen tason. (12.)

### 3.2.3 Datan hyväksikäyttö

Vaikka evästeet ovat tietosuojadirektiivin sekä erinäisten lakipykäliden suojassa, useat meistä hyväksyvät evästeet. Hyväksymme myös älypuhelimiemme, tietokoneidemme sekä kanta-asiakaskorttiemme käyttäjäehdot. Pentti O. A. Haikonen kertoo teoksessaan Tietoisuus, tekoäly ja robotit (13. s.276) kuinka uusi äly-informaatioyhteiskunta ohjaa ihmisten käyttäytymistä.

Harvoin tulee ajatelleeksi, kuinka paljon dataa esimerkiksi kanta-asiakaskortti meistä kerää. Näiden korttien käyttöön houkutellaan erilaisilla bonusohjelmilla, alennuksilla sekä statussymbolein. Kaupat naamioivat kanta-asiakaskortit asiakkaiden eduksi, vaikka kaupat hyötyvät kanta-asiakasohjelmilla ja niihin kytketystä tekoälystä valtavasti. (13.)

Keskittäessä ostokset tiettyyn paikkaan, saat etuja, joita muut eivät välttämättä saa. Olet etuoikeutettu alennuksiin. Jatkat kaupan suosimista. Jokainen ostokerta, kun vilautat kanta-asiakaskorttia, välität dataa ostoskäyttäytymisestä sekä elintavoista. Kyseisen datan avulla kaupat voivat hyödyntää tekoälyä ja ennakoida todennäköiset tulevat tarpeesi. Seuraava päivänä sähköpostiisi kilahtaa alennuskuponki, joka oikeuttaa ostamaan enemmän suklaata, entistä halvemmalla lähikaupastasi. Näin lähikauppa saa sinut ostamaan lisää. Kaikesta tästä huolimatta hyväksymme käyttäytymisemme ohjaamisen, toivossa että saisimme entistä yksilöllisempää palvelua. (13.)

#### **4 Digitaalinen kiinteistö**

Digitaaliseksi kiinteistöksi voidaan karkeasti luokitella mikä vain kiinteistö, jossa hyödynnetään nykyajan digitalisaatiota sekä dataa. Digitaalinen kiinteistö pitää sisällään esilaisia antureita sekä mittalaitteita, jotka siirtävät dataa eteenpäin tiedonsiirtoprotokollien avulla. Kiinteistöjen digitaalisuus merkitsee usein vanhemmille kiinteistöille vanhojen kiinteistöjärjestelmien sekä palveluiden päivittämistä tai kokonaan uuden digitaalisen järjestelmän hankkiminen kiinteistöön.

Digitaaliset kiinteistöt tuottavat toimijoille dataa kenttälaitteiden, kuten sensoreiden sekä toimilaitteiden avulla. Data siirretään tiedonsiirtoprotokollien mukaan haluttuun kohteeseen, kuten esimerkiksi käyttöliittymään. Data jalostetaan usein toimijoille haluttuun muotoon, esimerkiksi graafiksi, jonka seurauksena kiinteistön toimijat, kuten kiinteistön asukkaat tai vieraat, voivat hyödyntää kiinteistön tarjoamia erilaisia digitaalisia palveluita.

Nykyajan kiinteistöissä digitaaliset järjestelmät osaavat luoda itse päätelmiä kiinteistön tilasta ja kiinteistöä voidaan näin ollen ohjata haluttuun toimintaan aiempaa paremmin. Kiinteistöjen itse luodut päätelmät sekä näiden päätöksien seurauksena toiminta, esimerkiksi lämpötilan automaattinen säätö ilman ihmisen erinäistä komentoa, luo ympärillemme tekoälyllisiä kiinteistöjä.



Kuva 4. Senaatti-kiinteistöjen käyttöliittymä käytössä Kansallismuseossa. (15)

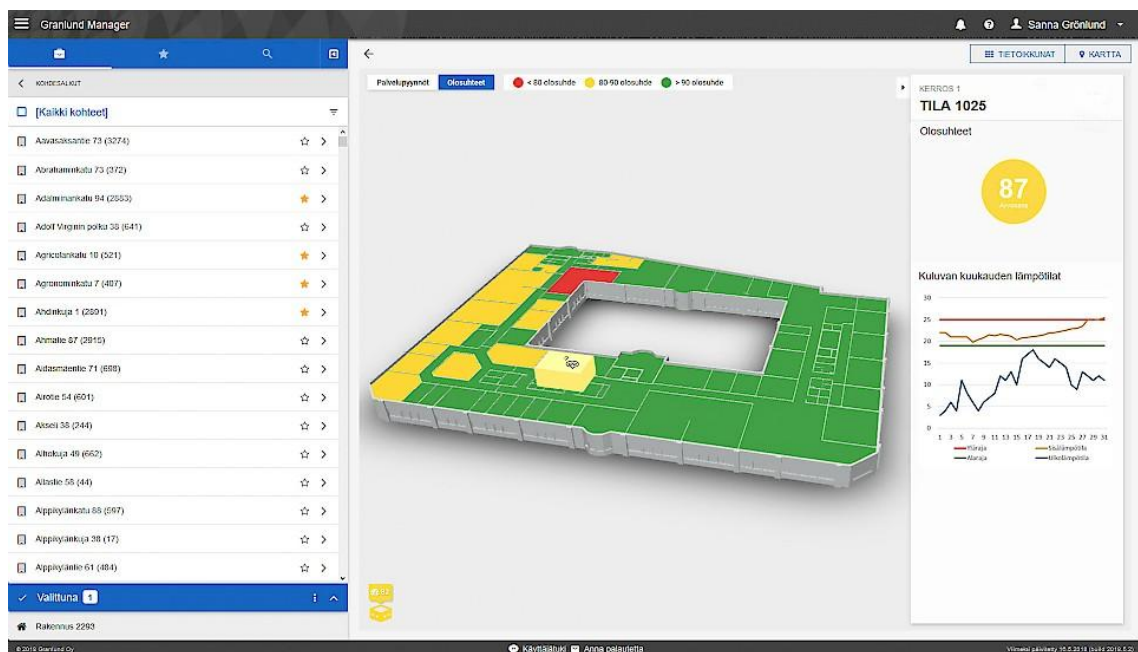
Digitaalisissa kiinteistöissä hyödynnetään erilaisia älykkäitä digitaalisia järjestelmiä sekä tekoälyä datan analysoinnissa, mikä tehostaa kiinteistön toimintaa. Standardoitujen tiedonsiirtoprotokollien ansiosta iso osa kiinteistöjen digitaalisista järjestelmistä on integroitavissa keskenään, minkä jälkeen ne kykenevät toimimaan saman käyttöliittymän kautta.



Yhteinen käyttöliittymä, esimerkiksi kuvassa 5, luo digitaalisille järjestelmille eräänlaisen digitaalisen alustan kiinteistön hallintaan. Älykkäät järjestelmät voivat keskustella eli välittää dataa keskenään tiedonsiirtoväylien avulla, jolloin kiinteistö voi ohjata itsenäisesti itseään esimerkiksi kohti parempaa energiatehokkuutta.

#### 4.1 Granlund Manager

Granlund Manager -ohjelmisto (kuva 4) on kiinteistöjen kunnossapitotietoon eli kunnossapitodataan suunniteltu ohjelmisto. Granlund Manager säilyttää digitaalisessa muodossa kaiken kiinteistötiedon, kuten kunnossapitohistorian, auditoinnit, energiaseurannan, dokumentoinnin ja raportoinnin. Ohjelma mahdollistaa läpinäkyvän tiedonkulun, ja kunnossapitotietoa voidaan mobiilikäytön ansiosta lisätä sekä tarkastella reaaliajassa. (14.)



Kuva 5. Granlund Manager-työkalu. (14)

Granlund managerin yhdistelmätiemalliin kerätään dataa erilaisista IoT- ja automaatiojärjestelmistä sekä käyttäjiltä. Granlund Manager hyödyntää kiinteistöistä kerättyä ja luotua dataa ja luo niistä kiinteistöille huolto- sekä ylläpitotarpeisiin räätälöidyn käytönäkymän. Kiinteistöistä luotu digitaalinen kaksonen mahdollistaa olosuhteiden sekä palvelupyyntöjen seurannan. Ohjelma auttaa kiinteistöjä esimerkiksi

energiatehokkuuden parantamisessa sekä energiankäytön optimoinnissa. Ohjelma luo kiinteistöille huoltokirjan, jonka pohjalta kiinteistön huoltotarpeita sekä esimerkiksi laitekantaa on helppo seurata ja ohjata. (14.)

Granlund Manager on esimerkki, kuinka kiinteistöistä saatua sekä luotua dataa jalostetaan käyttötarkoitukseen. Granlund Managerin avulla kiinteistöjen kunnossapito sekä kiinteistöhuollon tuottama data on saatu hyötykäyttöön ja datalle on luotu arvo.

## 4.2 Digitaalinen kaksonen

Digitaalinen kaksonen (digital twin) tarkoittaa tarkkaa virtuaalista mallia tai kopiota fyysisestä prosessista, ihmisestä, järjestelmästä, laitteesta tai paikasta. (16) Teollisuudessa digitaalinen kaksonen on jo arkipäivää. Kiinteistö- sekä rakennuspuolella digitaalinen kaksonen on vielä kuitenkin suhteellisen vieras asia, vaikkakin terminä se voi olla tuttu. Nykypäivän kiinteistöjen sensorit tuottavat suuren määrän dataa, ja tämän datamäärän ymmärtäminen sekä hallitseminen on luonut digitaaliselle kaksoselle paikan myös kiinteistö- sekä rakennuspuolella.

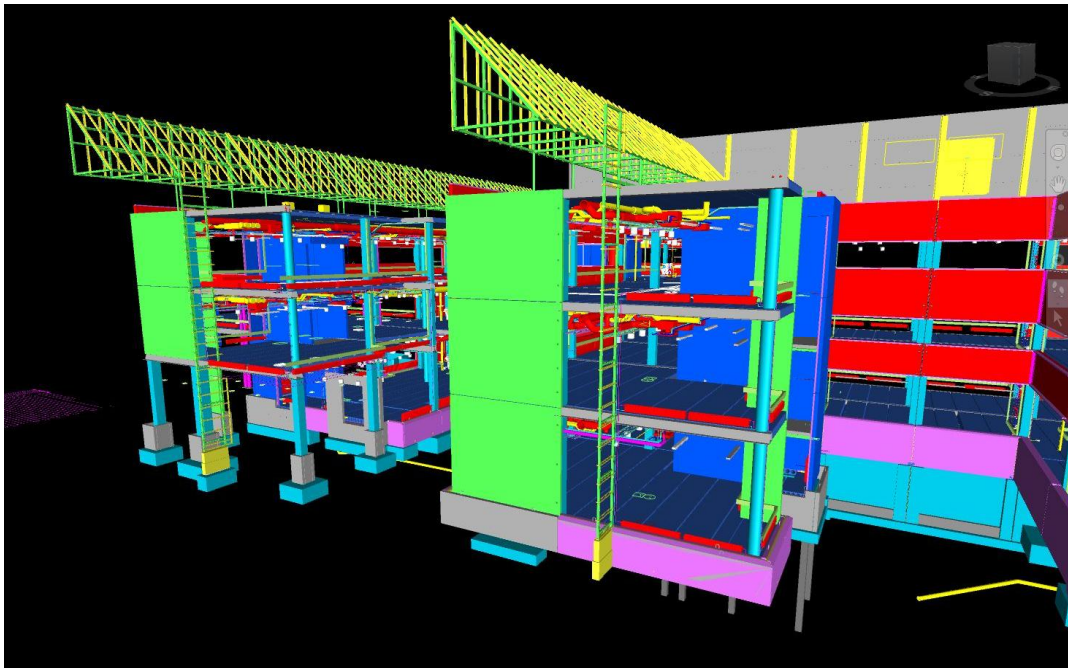
Digitaalisen kaksosen avulla kiinteistöä voidaan monitoroida sekä hallita IoT -sensoreiden avulla. IoT -sensorit lähettävät digitaaliseen kaksoseen dataa, jonka avulla käyttäjä kykenee seuraamaan kiinteistön tilaa. IoT-sensoreiden sekä digitaalisen kaksosen integraation avulla, kiinteistön käyttäjällä on täydelliset eväät kiinteistön seurantaan ja näin ollen kiinteistön hallinta on selkeämpää ja yksinkertaisempaa.

Digitaalisia kaksosia kiinteistöistä voi luoda monella eri tavalla sekä eri palveluiden kautta. Esimerkiksi Microsoft Azure Digital Twins, on Microsoftin luoma Digital Twin palvelu, jossa on suoraan integroituna ihmisten, laitteiden sekä paikkojen kommunikaatio. Azure Digital Twinissä luodaan virtuaalinen esitys fyysisestä kiinteistöistä ja virtuaaliseen esitykseen pystytään liittämään langattomasti fyysisen kiinteistön IoT- laitteita. Azure Digital Twinissä digitaalinen kaksonen voidaan luoda jo olemassa olevasta kiinteistöistä, mikä mahdollistaa järjestelmän liittämisen jälkikäteen. (17.)

Kun digitaalinen kaksonen on luotu, voi siihen liittää kiinteistössä olevia antureita. IoT-laitteiden avulla digitaalinen malli kykenee vastaanottamaan laitedataa ja Digital Twinillä kyetään ohjaamaan kiinteistössä olevia IoT-laitteita. Näin virtuaalista kiinteistöä voi seurata sekä ohjata etänä. (17.)

#### 4.3 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomalli (Building Information Model, BIM) on rakennuksen tietotekninen malli (kuva 6). Tietotekninen malli sisältää attribuuttitietoja sekä mahdollistaa muutoksien automaattisen siirtymisen näkymien välillä. (18) Näin ollen voidaan todeta, että kaikki digitaaliset kaksoset eivät ole rakennuksen tietomalleja malleja, mutta kaikki rakennuksen tietomallit ovat digitaalisia kaksosia.



Kuva 6. Vaisala Oyj:n pääkonttorin BIM vuonna 2011.

BIM on suuri työkalu nykypäivän sekä tulevaisuuden taloteknisessä suunnittelussa. BIM mahdollistaa paremman analytiikan sekä suunnitelmien 3D -tarkastelun ennen rakentamisen aloitusta. (18) Mallia tarkastelemalla on helppo havaita mahdolliset suunnitteluvirheet sekä epäkohdat suunnitelmissa, näin ollen suunnitelmia on vielä helppoa sekä edullista muuttaa. BIM-mallin avulla rakennuksen toteutuskelpoisuus on helposti nähtävissä, ja vältytään suurimmilta yllätyksiltä urakan edetessä.

BIM-malli kiinteistöstä on hyödyllistä näyttää tilaajalle, jolloin tilaaja saa kokonaisvaltaisemman sekä havainnollistavamman kuvan projektista ja tulevasta kiinteistöstä. Tämän myötä tilaajan on helpompi osallistua suunnitteluprojektiin, sekä ilmaista mielipidettään suunnittelijan tekemistä ratkaisuksista. Tämä minimoi mahdollista tyytymättömyyttä tilaajalta suunnittelutyöhön kohteen valmistuttua.

Building Information Model luodaan Granlundilla Autodeskin Revit-ohjelmalla. Revit-ohjelmalla voidaan suunnitella kohde alusta loppuun, jolloin alusta asti suunnitellut tiedot tulee suoraan 3D -muotoon. Revit-ohjelmalla luotuun projektiin voidaan tuoda myös haluttu Industry Foundation Classes (IFC) tiedosto lähes mistä tahansa ohjelmasta, jonka jälkeen Revit:illä voidaan luoda Building Information Model (BIM). IFC -tiedoston täytyy sisältää tarkat attribuuttitiedot rakennuksen mitoista, jotta BIM-malli voidaan luoda onnistuneesti. Mitä enemmän IFC tiedostossa on attribuuttitietoa, sitä tarkempi BIM-malli kiinteistöstä saadaan luotua.

Revit-ohjelmaan on olemassa suoraan integroitu Enscape 3d-ohjelmisto, jossa on mahdollista reaaliaikainen virtualisointi. Enscape-ohjelmisto tuottaa virtuaalisen (virtual reality, VR) ympäristön, jota on mahdollista hyödyntää esimerkiksi virtuaalilaseilla (VR-laseilla). (19.)



Kuva 7. Vaasan Keskussairaala F-talo BIM vuonna 2019. (20)

Revit-ohjelma on tällä hetkellä suunnitteluvaiheen työkalu mutta Vaasan keskussairaalan Bothnia High 5 -projektiallianssissa (kuva 7) Revit-ohjelmaa on myös tarkoitus käyttää työmaalla suunnitelmien tarkasteluun sekä hyödyntää rakennuksen ylläpidossa rakennuksen valmistuttua. (21.)

## 5 Tiedonsiirtoprotokollat

Tiedonsiirtoprotokollat ovat yhteiskäytäntöä tai standardia, jonka mukaan laitteiden väliset digitaaliset yhteydet muodostetaan. Yleisimmät tiedonsiirtoprotokollat mahdollistavat tiedon kulun yhtä kaapelia hyödyntämällä. Tiedonsiirrolla tarkoitetaan datan siirtoa. (22.)

Tiedonsiirtoprotokollat voidaan jakaa talotekniikan alalla kolmeen osaan. Kenttätason protokolla pitää sisällään toimilaitteet sekä anturit ja muut tietoa keräävät laitteet ja järjestelmät. Järjestelmätaso sisältää ohjainlaitteet ja hallintataso kattaa valvomot sekä hallintaohjelmistot, kuten käyttöliittymät. Alaluvuissa 5.2 & 5.3 & 5.4 esittelen yhden jokaisen osan protokollan. (22 s.4.)

IoT-pohjaisilla protokollilla voidaan anturitietoa siirtää myös langattomasti. Langaton tiedonsiirto tulee näillä näkymin yleistymään kiinteistöalalla valtavasti. Alaluvuissa 5.5 esittelen muutaman langattoman tiedonsiirtoprotokollan. (23.)

### 5.1 Suljettu tiedonsiirtoprotokolla

Suljettu tiedonsiirtoprotokolla tarkoittaa suljettua yhteiskäytäntöä, joka määrittelee laitteiden väliset yhteydet. Kun tiedonsiirtoprotokolla on suljettu, laitteiden väliset yhteydet ovat olleet myös suljettuja, joten iso osa esimerkiksi taloteknisistä järjestelmistä on perustunut toimittajien omiin ratkaisuihin ja protokolliin.

Suljettu protokolla on ollut laajalti käytössä taloteknisissä järjestelmissä, joka on luonut tiukan siteen toimittajan ja laitteiston välille. Tämän vuoksi suljetut protokollat ovat olleet pitkään suosiossa toimittajien keskuudessa. (24.)

### 5.2 KNX -järjestelmä

KNX on 1999 julkaistu erityisesti rakennusautomaatioon kehitetty protokolla, jonka avulla voidaan ohjata rakennuksia kohti taloudellisempaa kulutusta sekä mukavampaa käyttäjäkokemusta. KNX toimii kenttäväylänä, joka on kaksisuuntainen sekä digitaalinen tiedonsiirtoratkaisu. KNX-väylä yhdistää automaatio, KNX-mittaus- sekä ohjauslaitteet, näytön sekä käyttöliittymät yhteen. KNX-väylä voidaan myös yhdistää muihin järjestelmiin sekä KNX-protokolla tukee erilaisia medioita, kuten sähköverkkoa (KNX/PL), radioaajuutta (KNX/RF) sekä kierrettyä parikaapelia (KNX/TP). (25.)

KNX toimii kenttätason protokollana, mutta sitä voi myös käyttää järjestelmätasolla. Muita yleisiä kenttätason protokollia ovat esimerkiksi LonWorks ja DALI.

KNX-järjestelmään voidaan liittää vain keskenään yhteensopivia laitteita, eri laitteiden yhteensopivuuden takaamiseksi KNX on standardisoitu järjestelmä (ISO/IEC 1443-3). KNX Finland Oy:lla on lukuisia jäsenyrityksiä, muun muassa ABB Oy Asennustuotteet, Theben Oy, Oy DJS Automation Ab, jotka valmistavat ja/tai maahantuovat KNX-hyväksytyjä tuotteita. (25.)

### 5.3 BACnet -protokolla

BACnet, Building Automation and Control Network, on vuonna 1987 kehitetty erityisesti kiinteistön automaation kommunikaatioprotokolla. BACnet määrittelee tavat tiedonsiirrolle, mutta ei itse siirrä sitä. Näin ollen BACnet toimii puhtaasti protokollana, eikä se ole kenttäväylä. BACnetin viestejä on mahdollista lähettää missä tahansa verkossa. BACnetille on standardioistu muutamia tiedonsiirtotapoja luotettavuuden takaamiseksi, esimerkiksi Ethernet sekä Master-Slave/Token-Passing(MS/TP). (22 s.19.)

BACnet toimii järjestelmätason protokollana, mutta sitä voidaan hyödyntää myös kenttätasolla. Muita yleisiä järjestelmätason protokollia ovat esimerkiksi Modbus, KNX.

### 5.4 BACnet/WS

BACnet/WS on asiakas-palvelin -kommunikaatiostandardi, joka perustuu www-sovelluspalvelua käyttävään kommunikointiin. BACnet/WS voidaan asentaa mille tahansa laitteelle, jolta on pääsy internettiin. BACnet/WS on ylätasoa osa BACnetia. Vaikka BACnet/WS on osa BACnetia, voidaan sitä käyttää eri tiedonsiirtoprotokollien kanssa, kuten esimerkiksi KNX:n kanssa. (22 s.26.)

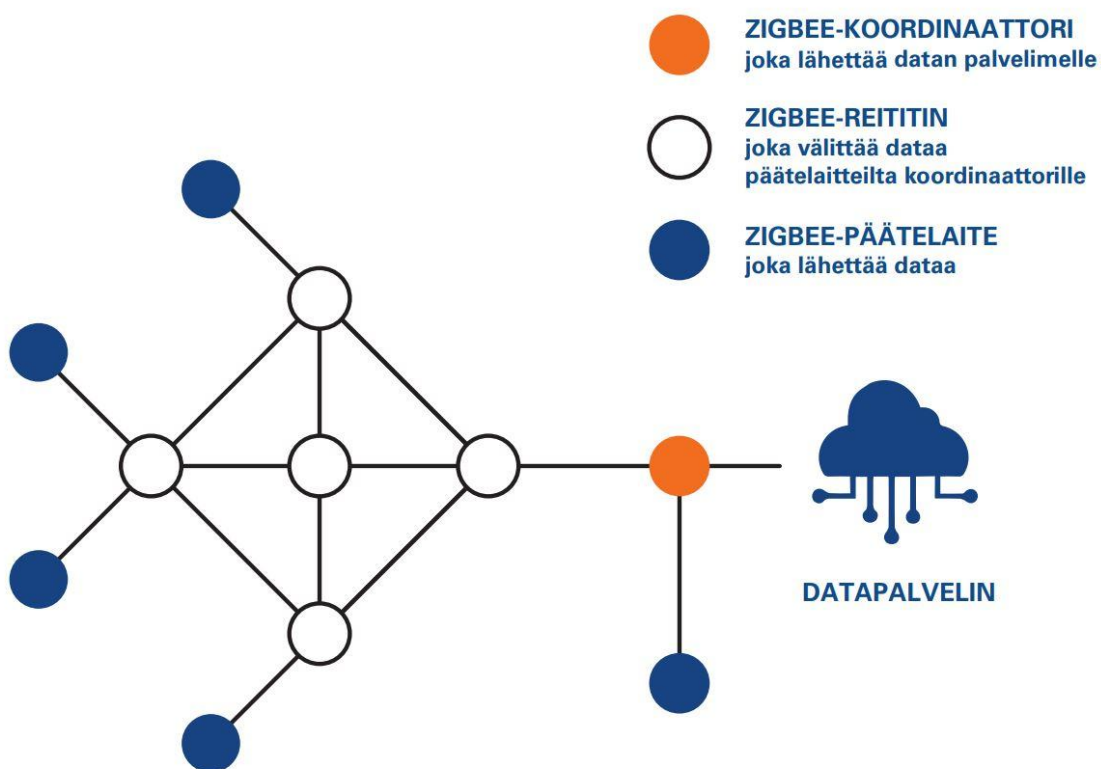
BACnet/WS toimii hallintatason protokollana. Muita hallintatason protokollia ovat esimerkiksi KNX/WS, OPC UA.

## 5.5 Langattomat tiedonsiirtoprotokollat

Bluetooth Low Energy, BLE, on langattomien laitteiden, kuten murtohälyttimien ja erilaisien kauko-ohjainten käyttämä lähiverkkotekniikka. BLE perustuu radiotekniikkaan. (23 s.34.)

LoRaWAN-tiedonsiirtoverkko muodostuu LoRa-päätelaitteista, reitittimistä ja taustalla toimivasta sovelluksista sekä palveluista. LoRaWAN on tarkoitettu vähätehoiseen tiedonsiirtoon, esimerkiksi sensoridatan tiedonsiirtoon. Verkon tärkeimpiä ominaispiirteitä ovat helppo käyttöönotto, kaksisuuntainen tiedonsiirto sekä liikuteltavuus. (23 s.37.)

ZigBee on IEEE 802.15.4-standardipohjainen mesh-topologiaa hyödyntävä vähävirtainen tiedonsiirtoprotokolla. Mesh-topologian avulla ZigBee protokollassa päätelaitteet kykenevät keskustelemaan eli lähettämään dataa keskenään kuvassa 8 esitellyllä tavalla. (23 s.39.)



Kuva 8. ZigBee-verkon visualisointi Miika Martikaisen (2019) mallin mukaan. (23 s.39)



## 6 Esimerkkikiinteistö: Vaisala Oyj

### 6.1 Perustietoja

Valitsin työhöni esimerkkikiinteistöksi Vaisala Oyj:n pääkonttorin Vantaalla. Vaisala Oyj on vuonna 1936 perustettu Mittaus-, testaus- ja navigointivälineiden ja laitteita valmistava yritys. Vaisalan tuotannosta 98 % viedään ulkomaille. Vaisala työllistää noin 1800 työntekijää. (26.)

Kiinteistön suunnittelu aloitettiin vuonna 2007, kiinteistö valmistui vuonna 2011. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, nykyinen Granlund Oy, toimi kiinteistön sähkösuunnittelijana. Työssä ei käsitellä Vaisala Oyj:n pääkonttorin tuotantotiloja. Työ käsittelee pääkonttorin aula-, toimisto- sekä sosiaalityötiloja, kuvassa 9 esiteltyä aurinkopaneelijärjestelmää ja eri konehuoneita.



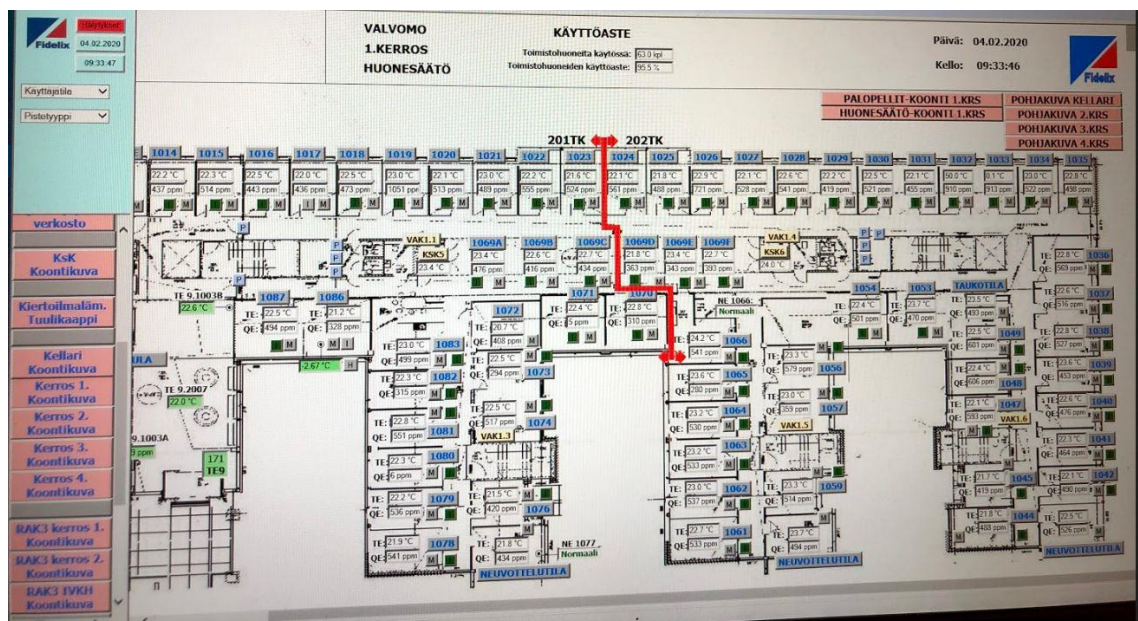
Kuva 9. Osa Vaisala Oyj:n pääkonttorin aurinkopaneelijärjestelmää.

Vaisala Oyj:n pääkonttorille on suunniteltu korkea energiaomavaraisuusaste, jonka seurauksena kiinteistö tuottaa lähes 20 prosenttia kiinteistön energiantarpeestaan itse. Näin ollen rakennukselle on myönnetty kultatason LEED-sertifikaatti. Sertifikaatti asettaa erittäin tiukat vaatimukset muun muassa kiinteistön energiatehokkuudelle, veden kulutukselle sekä sisäilman laadulle. Vaisala Oyj:n pääkonttorin suunnittelu aloitettiin ilman

tavoitetta LEED-sertifikaatin saamisesta, mutta projektin edetessä ympäristöasiat tuli yhä useammin ilmi, ja kiinteistöstä haluttiin alun perin suunnitella mahdollisimman energiatehokas sekä ympäristöystävällinen. Näin ollen LEED-sertifikaatti tuli kiinteistölle kuin vahingossa.

## 6.2 Datat keruu

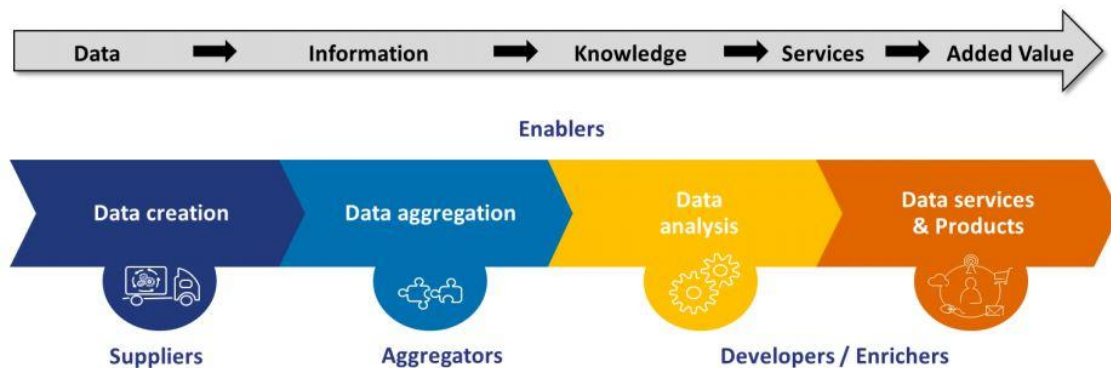
Vaisalan pääkonttorissa on käytössä Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmä (kuva 10). Fidelix-automaatiojärjestelmä pohjautuu avoimiin standardeihin, joten automaatiojärjestelmään pystyy liittämään kaikki laitteet, jotka noudattavat myös avoimia standardeja. Avoin standardi eli vakiointi tarkoittaa yhteistä sopimusta, se on kaikkien saatavilla oleva tehokas tapa yhdistää erilaisia järjestelmiä sekä laitteita yhdeksi kokonaisuudeksi. Avoin standardin vastakohtana toimii standardi. Standardi määrittelee tavat, kuinka asioita tulisi tehdä.



Kuva 10. Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmä, selainpohjainen käyttöliittymä.

Vaisalan pääkonttorissa on lukuisia antureita sekä mittalaitteita, jotka keräävät jatkuvasti dataa kiinteistön tilasta. Kiinteistössä olevat anturit sekä käyttäjät toimivat kuten toimitajat (kuva 11), eli ne luovat dataa, jota toimittavat eteenpäin datan yhtenäistämistä varten. Datat yhtenäistämistä, analyysistä sekä esityksestä vastaa Fidelixin

rakennusautomaatiojärjestelmä. Antureiden ja mittalaitteiden tuottama data tuodaan rakennusautomaatiojärjestelmään liitännämallien avulla. Dataa voidaan tämän jälkeen tarkastella, raportoida sekä etähallita Fidelixin rakennusautomaatiojärjestelmän selainpohjaisella käyttöliittymällä.



Kuva 11. Datan arvoketju. (27)

Kiinteistössä kerätään dataa muun muassa lämpötilasta, ilmanvaihdosta sekä valaistuksesta. Huone- sekä kerrostasolla dataa kerätään lämpötilasta, käyttöasteesta sekä ilmanvaihdosta. Laitetasolla kerätään dataa ilmavaihtokojeistoista sekä maalämpöverkosta, niiden ilmanpaineista, lämpötilasta sekä käyttöasteista. Maalämpöverkon tuottama data pitää sisällään myös yksittäisten maalämpöpumppujen datan. Yksittäisiä pumppuja voi tarkastella käyttöliittymässä myös omilla ikkunoillaan, jolloin nähdään paremmin yksittäisen pumpun lämmönvaihteluhistorian sekä käyttöasteet.

Kiinteistössä on jatkuva sähköenergianmittaus ryhmäkeskustasolla. Ryhmäkeskuksista mitataan päivittäin pistorasiasähköä, valaistussähköä ja lämmitys- sekä jäädytys sähköä. Ryhmäkeskustasoisella sähköenergianmittauksella saavutetaan tarkka tieto kyseisen hetken sähkönkulutuksesta. Kyseisen tiedon avulla kiinteistön käyttäjien on helppo säädellä omaa sähkönkulutustaan esimerkiksi vähentämällä valaistusta tai lämmitystä.

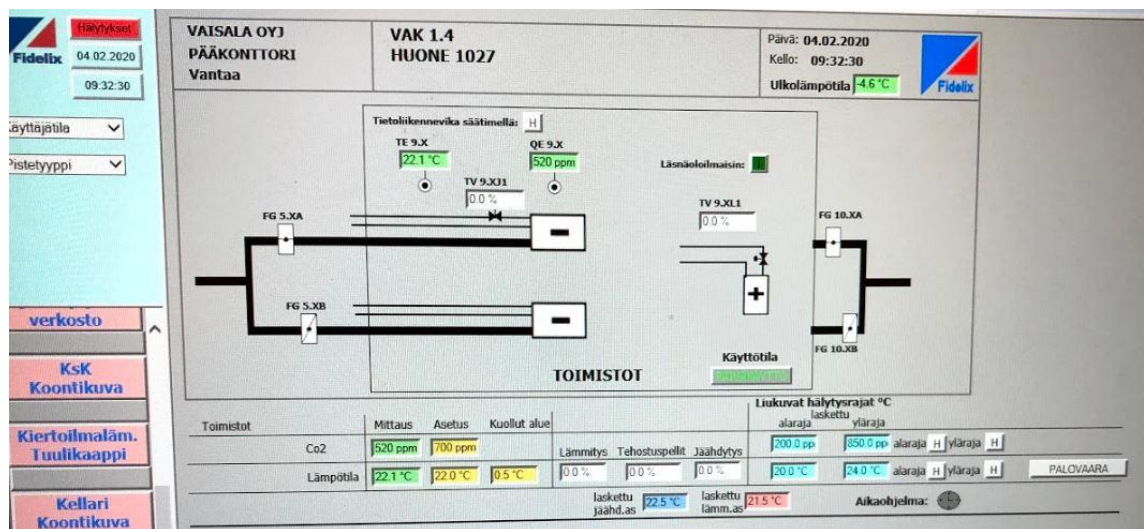
### 6.3 Datan hyödyntäminen

Anturit sekä mittalaitteet lähettävät keräämänsä datan selainpohjaiseen käyttöliittymään, josta käyttäjä saa käsiinsä dataa kiinteistön tilasta. Selainpohjaisen käyttöliittymän

avulla kiinteistöstä saatua dataa on mahdollista tarkastella sekä erilaisia olosuhteita voidaan etähallita, miltä tahansa laiteelta, jolla on pääsy verkkoselaimeen. Jatkuvalle mittarinnilla saadaan seurattua historia sekä nykytietoa esimerkiksi huonekohtaisesta lämmityksestä. Tätä dataa voidaan hyödyntää tilojen optimaaliseen lämpötilan säätöön.

Käyttöliittymän avulla kiinteistölle on asetettu erilaisia toimintatiloja sekä raja-arvoja. Näiden raja-arvojen ylittäminen tai alittaminen voi halutessaan tuottaa järjestelmään hälytyksen. Usein hälytyksenä toimii valomerkki käyttöliittymässä. Hälytykseen reagoidaan joko käyttöliittymän kautta tai se lähettää erillistä hälytysdataa. Hälytysdata on sen luontoista, että siihen reagoidaan joko automaattisesti tai manuaalisesti. Hälytysdata voi lähettää automaattisesti esimerkiksi palokunnalle tai vahtimestarille, riippuen tilanteesta sekä hälytyksestä.

Kuvasta 12 selviää huoneen 1027 valitut asetukset, jotka ovat määritelty ohjattavan valvonta-alakeskus 1.4:sta. Kuvasta selviää huoneen hetkellinen lämpötila 22,1°C, Co2 -pitoisuus 520 ppm sekä niille asetetut asetusarvot, joita kohti pyritään.



Kuva 12. Huoneen 1027 huonekohtainen data.

Kuvan 12 oikeasta alareunasta selviävät liukuvat hälytysrajat lämpötilalle sekä hiilidioksidipitoisuudelle, jotka huoneelle on asetettu. Esimerkiksi huoneella on lämpötila alaraja 20°C, sekä yläraja 24°C. Jos lämpötila saavuttaa jommankumman näistä arvoista, syntyy hälytys. Huoneelle on määritelty myös palovaara hälytys, joka aktivoituu, kun huoneen lämpötila saavuttaa riittävän korkean lämpötilan.

Samanlaiset toimenpiteet voidaan suorittaa jokaiselle mittauspisteelle. Esimerkiksi valaistussähkön seuranta auttaa arvioimaan valaistuksen energiankulutusta ja datan avulla voidaan vaikuttaa tuleviin valaistussähkön energiankulutuksiin vähentämällä valaistuksen määrää tietyissä tilanteissa, missä valaistusvoimakkuudella ei ole niin suuri merkitys. Näin voidaan saavuttaa suurissa kiinteistöissä valtavia energiasäästöjä pelkän datan hyödyntämisen avulla.

#### 6.4 Datan hallinta

Selainpohjainen käyttöliittymä mahdollistaa datan laajan tarkastelun, raportoinnin sekä etähallinnan. Yritys voi määritellä henkilöt, jotka voivat tarkastella automaatiojärjestelmän tuottamaa dataa. Käyttöliittymään kirjaudutaan henkilökohtaisilla käyttäjätunnuksilla, joiden hallinta on automaatiojärjestelmää käyttävän yrityksen vastuulla.

Henkilökohtaisten käyttäjätunnusten avulla on yksinkertaista seurata sekä hallita ketkä käyttävät kerättyä dataa. Henkilökohtaisella tunnistautumisella varmistetaan, että dataan pääsevät käsiksi vain valitut henkilöt ja dataa käsitellään oikeaoppisesti.

#### 6.5 Datan vaikutukset

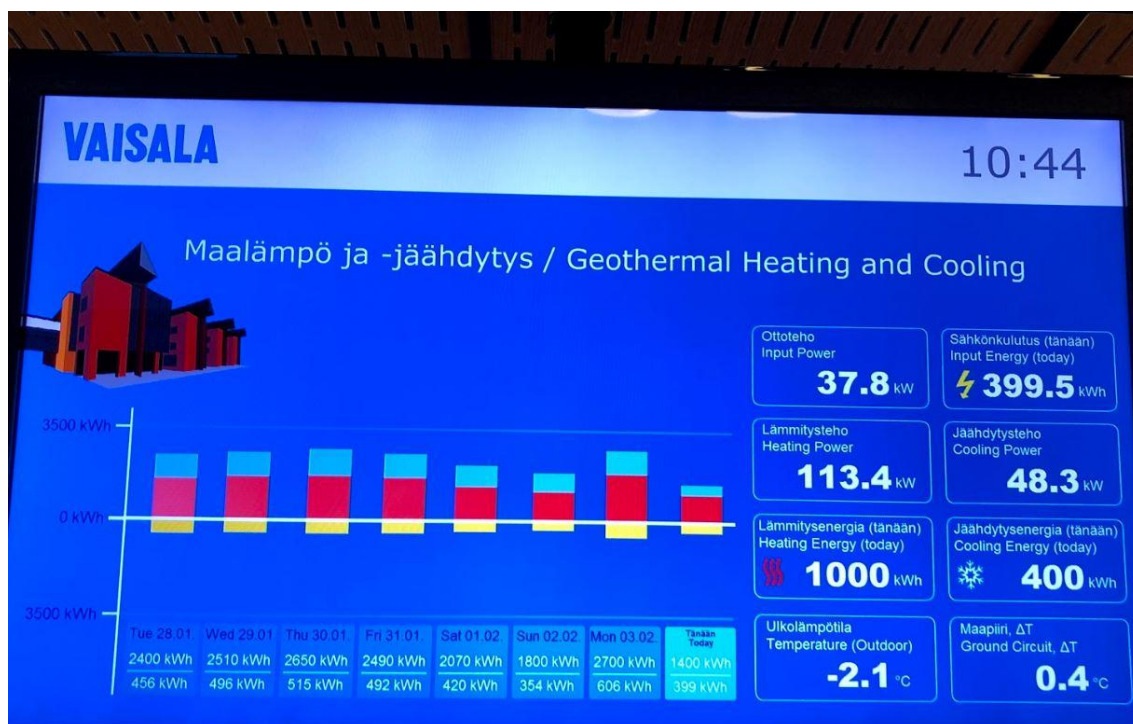
Data itsessään raaka-aineena vaikuttaa kiinteistöön hyvin minimaalisesti. Datan vaikutukset kuitenkin kiinteistön suunnitteluun sekä käyttöön ovat merkittävämpiä.

Kiinteistöä suunnitellessa on täytynyt miettiä yhteensopivia järjestelmiä sekä pohtia kokonaiskuvaa siitä mistä kaikesta halutaan ylipäätään dataa. Onko olemassa liikaa dataa? Mitä tällä datalla tehdään? Miten tämä vaikuttaa kiinteistön elinkaareen? Mitä suuri datamäärä maksaa? Ovat olleet oleellisia kysymyksiä, kun kiinteistöä on lähdetty suunnittelemaan.

Data vaikuttaa kiinteistön käyttöön sekä ylläpitoon merkittävämmiin. Kiinteistössä sijaitsevista sensoreista sekä mittalaitteista saatu data kertoo tarkasti, kuinka usein ja kuinka vaativaa huoltoa kiinteistö ja sen laitteisto tarvitsee. Tämä helpottaa kiinteistön huolto- toimenpiteitä, kun vältetään yllättäviä huoltotarpeita aiempaa helpommin. Kiinteistön aktiivinen huolto sekä kommunikointi huoltotarpeista pidentää oikein käytettynä kiinteistön käyttöikää merkittävästi, joka mahdollistaa pidemmän elinkaaren kiinteistölle

Data vaikuttaa väistämättä myös henkilöstöön. Tarkempi data huonetilojen lämpötilasta, käyttöasteesta sekä ilmanvaihdosta antaa mahdollisuuden säätää työskentelyolosuhteet optimaalisemmaksi henkilöstölle ja näin ollen voi jopa parantaa työskentelytehokkuutta.

Kuvassa 13 on esitelty datan visualisointi, joka on tehokas tapa kommunikoida koko henkilöstöä esimerkiksi aurinkopaneeleiden tuottamasta energiasta. Visuaalinen data- muoto koetaan usein motivoivampana sekä helpommin ymmärrettävänä tietomuotona, kuin esimerkiksi merkkijonot, jonka vuoksi visuaalinen data on helpompi muoto jakaa informaatiota henkilöstölle.



Kuva 13. Vaisalan maalämpö- ja jäähdytys data visualisoituna

Vaikka laitteet ja anturit lähettää suuret määrät mittausdataa rakennusautomaatiojärjestelmään, järjestelmästä puuttuu itsenäinen älykkyys. Vaikka kiinteistössä olisi käytössä rakennusautomaatiojärjestelmä, ei se tee kiinteistöstä automaattisesti digitaalista kiinteistöä. Esimerkkikiinteistön laitteet ovat kyvyttömiä tekemään toimintapäätöksiä itsenäisesti ja vaihtamaan tietoa keskenään. Näin ollen laitteiden omat ohjauspäätökset puuttuvat.

Laitteiden välinen kommunikaatio loisi järjestelmästä ja koko kiinteistöstä itsenäisemmän ja todennäköisesti tehokkaamman, kun ihmisen luoma viive käskyjen annossa poistuisi. Kiinteistön laitteet osaisivat itse ohjata itseään.

Kiinteistössä voitaisiin myös hyödyntää dataa muussakin kuin ylläpitotarpeessa. Esimerkiksi kiinteistön tuottama datan perusteella voisi lähettää henkilöstölle muistutuksia/ilmoituksia ilmanlaadusta tai oman työpisteensä tilasta, esimerkiksi lämpötilasta, automaattisesti ja näin ollen edistää henkilöstön tietoisuutta omista työolosuhteistaan.

Kiinteistön itsenäinen älykkyys ja laitteiden välinen kommunikaatio luo digitaalisen kiinteistön. Kun data liikkuu laitteiden välillä, ilman ihmisen erillistä komentoa, voidaan puhua digitaalisesta kiinteistöstä, sen parhaimmassa muodossa. Pelkkä dataa tuottava kiinteistö ei ole digitaalinen. Dataa täytyy kyetä hyödyntämään, niin kiinteistön kuin ihmisenkin toimesta.

## 6.6 Datan kustannukset

Data vaikuttaa myös kustannuksiin. Suurin osa datan kustannuksista on syntynyt suunnittelu sekä toteutusvaiheessa, kun on pohdittu minkälaisia järjestelmiä ja laitevalintoja kiinteistöön, halutaan toteuttaa. Mitä enemmän dataa tuottavia sensoreita kiinteistö sisältää, sitä enemmän järjestelmä maksaa. Jokainen dataa tuottava komponentti maksaa usein erikseen, sekä niiden tuottaman datan hallinta maksaa. Joissain tilanteissa ostetaan pelkkä palvelu, johon data kerätään, mutta käyttäjille tarjotaan usein maksullinen käyttöliittymä, jonka avulla dataa voidaan hallita ja siitä saadaan haluttu hyöty irti.

Toistaiseksi datan kustannukset syntyvät dataa tuottavien laitteiden määrästä sekä dataa jalostavista palveluista, kuten rakennusautomaatiojärjestelmästä ja sen käyttöliittymästä. Tulevaisuudessa datan kustannukset voivat muuttua radikaalisti, jos datan määrästä aletaan veloittamaan erikseen.

Suurta datamäärää tai toimilaitteiden määrää, jotka tuottavat dataa ei voi ajatella pelkänä kustannuksena. Data tuo mukanaan myös paljon arvokasta tietoa kiinteistön tilasta, henkilöstön käyttäytymisestä sekä energiankulutuksesta ja tarpeesta. Kyseiset tiedot voivat pienentää kiinteistön kuluja. Esimerkiksi hyödyntämällä tyhjiä toimistotiloja työaikojen ulkopuolella leasing-periaatteella. Tilatieto vapaista neuvottelu- tai kokoustiloista menee automaattisesti kiinteistön hallitsijalle sekä käyttöliittymään, jonka avulla potentiaaliset käyttäjät voi varata tiloja omaan käyttöön. Tämä lisää kiinteistön käyttöastetta ja parhaassa tapauksessa luo uusia kokoustiloja muille yrityksille, joilla ei ole varaa omiin kokoustiloihin.

## 7 Digitaalisen kiinteistön huomiointi

Teollisuudessa arkipäivää oleva digitalisaatio on tehnyt vaikutuksen myös kiinteistöpuolella. Parempi energiatehokkuus, kiinteistön hallinta sekä tarkka tieto kiinteistön kunnosta ovat olleet suuria syitä nostaa digitalisaatio myös osaksi kiinteistöpuolta. Kiinteistöjen sekä rakennusten päästöt Suomessa ovat yli 30 % koko maan päästöistä. (13) Tämä on luonut valtavan paineen yhteiskunnalle yrittää saada kiinteistöt kohti energiatehokkaampaa toimintaa. Digitalisaation lisääminen kiinteistöihin ei poistata ongelmaa, mutta hillitsee sitä ja on osa ratkaisua kohti hiilineutraalimpaa maailmaa. Hiilineutraalius on ollut yksi merkittävimmistä syistä kiinteistöjen digitalisaatioon.

Toinen merkittävä seikka, joka on vaikuttanut kiinteistöjen digitalisaatioon, on nykypäivän toiveet käyttäjiltä. Kiinteistöiltä toivotaan itseohjautuvaa toimintaa, etähallittavuutta sekä aiempaa parempaa modulaarisuutta. Digitalisaatio sekä tekoäly ovat tehneet mahdolliseksi kiinteistöjen aiempaa laajemmat käyttömahdollisuudet, varmemman toiminnan sekä mukavammat käyttökokemukset.



Tällä hetkellä kiinteistöjen digitalisaatiota jarruttaa tilaajien sekä TATE-alan suunnittelijoiden osittainen tietämättömyys digitalisaatiosta ja kuinka siihen pitäisi varautua taloteknisessä suunnittelussa. Tämä tietämättömyys luo kiinteistöjä, jotka eivät ole varautuneet digitalisaation, mikä puolestaan luo kiilan digitaalisten kiinteistöjen ja suunnittelun välille. Tähän kiilaan tulisi tarttua suunnittelun alkuvaiheessa ja ottaa esimerkiksi mukaan TATE-alan ulkopuolisia asiantuntijoita, kuten tietotekniikan asiantuntijoita. Kun suuri osa digitaalisista kiinteistöistä kattaa erilaisten antureiden, mittalaitteiden sekä kodinkoneiden kommunikaatiota, tarvitaan tähän kommunikaation suunnitteluun kyseisen alan ammattilaiset.

Uusia kiinteistöjä suunnitellessa täytyy osata ottaa huomioon tulevaisuus, digitalisaatio sekä kiinteistön muuntojoustavuus. Kuinka edellä mainittujen asioiden huomioiminen käytännössä onnistuu, vaatii tarkastelua menneisiin projekteihin sekä jatkuvaa tuotetietoutta nykypäivän tuotteita.

Oikeanlaisten laitevalintojen tekoa tulisi korostaa entistä enemmän ja niiden huolellinen valinta luo kiinteistölle paremmat mahdollisuudet kohti digitaalista kiinteistöä. Oikeanlaiset laitevalinnat ovat avain kiinteistöjen digitalisaatiolle. Tämä luo painetta onnistua laitevalintoja tehdessä. Parhaassa tapauksessa oikeanlaiset laitevalinnat ovat osa kiinteistöä vuosikymmenestä toiseen ja auttaa kiinteistöä olemaan osa digitalisaatiota. Samalla palvellen itse kiinteistön sekä käyttäjän tarpeita. Jos laitevalinnat eivät onnistuneet, joutuu kiinteistö todennäköisesti vaihtamaan laitteistonsa kalliilla hinnalla tai tyytymään kiinteistön laitteiston puutteisiin, kuten esimerkiksi laitteisiin, jotka eivät kykene kommunikoimaan keskenään.

Laitevalintoja tehdessä onkin syytä pohtia kiinteistön tarvetta erilaisille digitaalisille laitteille, niiden keskinäistä integraatiota sekä mahdollisia tulevia laitevalintoja. Laitteiden digitaaliset vaatimukset sekä ominaisuudet, kuten valaistuksen valovoimakkuuden säätö, tilavarausjärjestelmän muuntojoustavuus sekä lämpötila-antureiden langattomuus ovat esimerkkejä mitä pitää punnita tarkasti laitevalintoja tehdessä. On tärkeää pohtia, kuinka laitteiden halutaan kommunikoivan, minkälaista tiedonsiirtoprotokollaa laitteet käyttävät, kuka laitteita voi ohjata sekä kuinka laitteita voi päivittää helposti.

Tulevaisuuden laitteille on syytä pohtia jo nyt laitevarauksia ja ajaa näin kiinteistöä kohti digitaalisuutta. Vastuu oikeanlaisten järjestelmien sekä laitteiden valinnasta, olisi syytä olla jokaisen suunnittelualan harteilla varmistaaksemme digitaalisten kiinteistöjen mahdollisimman pitkän sekä muokattavan elinkaaren.

## 8 Kiinteistöjen digitaalinen tulevaisuus

Kiinteistöjen digitalisaatio, alustatalous sekä tiedolla johtaminen ovat jo nykypäivää, mutta vielä voimakkaammin tulevaisuutta. Tulevaisuudessa keskitytään sekä panostetaan voimakkain investoinnein kiinteistöjen digitalisaatioon sekä integroitavuuteen, niiden saavuttamien merkittävien energiansäästöjen sekä modulaarisuuden vuoksi.

Tulevaisuudessa tullaan pohtimaan suunnitteluvaiheessa datan säilömistä, sen mahdollista jakelua sekä myyntiä kolmansille osapuolille ja mahdollisimman monipuolista hyödyntämistä kiinteistöstä itsestään. Kiinteistöistä ei haluta vain paikkoja työskennellä, asua tai elää, niiltä halutaan itsenäistä toimintaa, oppimista sekä kommunikointia muiden kiinteistöjen kanssa. Kiinteistöistä halutaan työväline käyttäjille sekä paremman tuoton väline kiinteistön omistajalle.

Tulevaisuudessa kiinteistöjen järjestelmien keskinäinen kommunikaatio tulee lisääntymään. Nykypäivänä on olemassa joitain kiinteistöjä sekä tiloja, joissa esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmä kommunikoi tilavarausjärjestelmän kanssa. Kun tiettyyn neuvottelutilaan on tehty tilavaraus esimerkiksi 15 henkilölle, ilmanvaihtokoneet kasvattavat ilmanvaihtoa neuvottelutilassa hieman ennen kokousta, jotta saadaan tilaan optimaaliset ilmanvaihdolliset olosuhteet kokoukselle. Tämänkaltainen järjestelmien keskinäinen kommunikaatio tulee olemaan avainasemassa tulevaisuuden digitaalisissa kiinteistöissä ja niiden toiminnassa.

Näen tulevaisuudessa kiinteistöjen digitaaliset alustat osana arkipäivää. Kiinteistön digitaalisena alustana palvelisi esimerkiksi BIM-malli, jonka avulla kiinteistön käyttäjät mahdollistaisivat kiinteistöpalveluja sekä niiden käyttöä. BIM-mallissa olisi erilaisia näkymiä, riippuen käyttäjästä. Esimerkiksi suunnittelunäkymä, joka mahdollistaa suunnittelijoille tarpeelliset sekä vaadittavat käyttöominaisuudet. Rakennuksen valmistuttua BIM-malli toimisi digitaalisena alustana käyttäjälle, jonka avulla käyttäjä voisi ohjata sekä seurata

kiinteistöä. Näin kiinteistöstä luotua BIM-mallia voitaisiin hyödyntää suunnittelunkin jälkeen, sekä suunnittelijat voisivat tarkastella jälkikäteen kiinteistön käyttöä sekä suunnittelun onnistumista.

Kiinteistöjen tekoälyyn on vielä matkaa, mutta tällä hetkellä ollaan jo mukavassa vauhdissa kohti itseohjautuvia kiinteistöjä, jotka ovat osa ratkaisua eikä osa ongelmaa. Tulevaisuudessa johdetaan tiedolla, sekä datalla ja kiinteistöt voivat oppia johtamaan itse itsensä. Tämä vaatii huolellisen digitaalisten järjestelmien suunnittelutyön onnistuakseen, joka herättääkin kysymyksiä, kuka hoitaa tulevaisuuden suunnittelutyön.

Digitaalisten kiinteistöjen vaikutukset suunnittelussa ovat merkittävät. Tällä hetkellä esimerkiksi sähkösuunnittelussa tulevaisuuden digitaaliset kiinteistöt varustellaan aiempaa suurimmilla ryhmäkeskuksilla. Ryhmäkeskuksiin varataan sähkölaitteiden vaativia lähtöjä varalle, jotta laitteita voidaan lisätä tulevaisuudessa lisää. Myös kaapelinvalinnassa voidaan varautua kiinteistön harppaukseen kohti digitaalista kiinteistöä. Kiinteistön sähkölaitteisiin voidaan valita kierretty parikaapeli, jolloin samasta kaapelista tulee sähkösyöttö sekä Ethernet-lähiverkko.

Tulevaisuuden TATE-suunnittelussa tullaan entistä enemmän tarvitsemaan järjestelmien integrointia sekä koko elinkaaren suunnittelua. Tämä tuo mukanaan myös suunnittelualojen integroinnin. Nykyiseen toimintamalliin, missä erillisinä tiiminä työskentelee sähkösuunnittelijat, rakennusautomaatiosuunnittelijat sekä LVI suunnittelijat, on tulossa suuri harppaus kohti tiimien integroitua yhteistyötä läpi koko projektin.

Tulevaisuuden digitaalisten kiinteistöjen järjestelmät tullaan suunnittelemaan kommunikativiksi kokonaisuutena ja kaikki järjestelmät pystyvät kommunikoimana kaikkien järjestelmien kanssa. Näin voidaan mahdollistaa erilaisten muuttujien, joita ei osata ennakoita vaikutus koko järjestelmään. Esimerkiksi mahdollinen vika neuvottelutilassa, lähettää automaattisesti vikatiedon käyttäjälle. Vika välittyy myös tilavarausjärjestelmään, jolloin tila on automaattisesti pois käytöstä. Tieto välittyy ilmanvaihdolle ja lämmitykselle, mitä vähennetään sekä tulevaisuuden järjestelmiä täytyy alkaa suunnittelemaan kokonaisuutena, eikä automaattisesti tilan käyttämättömyyden takia. Näin saadaan optimoitua tiedonkulku ja kiinteistön käyttö. Mutta kuka varsinaiset talotekniset järjestelmät suunnittelevat?

Uskon tulevaisuudessa kokonaan uuteen suunnittelualaan, joka yhdistää automaatiotekniikan, sähkötekniikan, tietotekniikan sekä LVI-tekniikan. Uusi suunnitteluala olisi vastuussa kiinteistöjen tietoteknisistä järjestelmistä, niiden integraatiosta rakennusautomaatioon, kiinteistön sähköön sekä LVI:hin. Kiinteistön digitaaliset palvelut, digitaalinen hallinta sekä ohjaus olisi kyseisen suunnitteluryhmän tulosta ja suunnittelu olisi osa taloteknisen suunnittelun kokonaisuutta.

## 9 Yhteenveto

Työn tuloksena syntyi tutkimus Vaisala:n pääkonttorin kiinteistön käyttämästä datasta ja sen hyödyntämisestä. Työssä käsiteltiin esimerkikiinteistön lisäksi nykyhetken kiinteistöjen digitalisaatiota, dataa, tiedonsiirtoa sekä näiden tulevaisuutta.

Tutkimuksen lopputuloksena todettiin esimerkikiinteistön datan vähäinen hyödyntäminen dataa tuottavien antureiden määrään nähden. Vaikka kiinteistö tuottaa valtavasti dataa, sen hyödyntämiskapasiteetti on suhteellisen pieni. Esmerkikiinteistölle ei ole keksitty vielä keinoa hyödyntää ”tavallista” dataa eli dataa, joka ei aiheuta minkäänlaisia toimenpiteitä. Tällä hetkellä esimerkikiinteistössä hyödynnettävää dataa on raja-arvoista poikkeava data, jota hyödynnetään kiinteistön huolto sekä ylläpitotarpeeseen.

Työ auttaa kriittisesti tarkastelemaan digitalisaation sekä datan positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia kiinteistöihin. Työn lopussa otettiin kantaa tulevaisuuden digitaalisiin kiinteistöihin. Työtä kyetään hyödyntämään ajatuksenherättäjänä tulevaisuuden taloteknisessä suunnittelussa ja kuinka data vaikuttaa suunnitteluun ja suunnittelijoihin.

Kiitän työni osalta Vaisala Oyj:n Jouni Parhakangasta kiinteistön sekä laitteiston esittelystä, Granlund Oy:n Heikki Kaartista Vaisalan projektin läpikäynnistä, Pasi Poikosta työni teknisestä ohjauksesta sekä Metropolia AMK:n Raisa Kalliota työni ohjauksesta.

## Lähteet

- 1 Meistä. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/granlund/meista/>> Luettu 17.2.2020. Verkkoaineisto.
- 2 Mitä digitalisoida ja miksi? DigiSyke. <<https://research.uta.fi/digisyke/miksi-digitalisoida/>> Luettu 17.2.2020. Verkkoaineisto.
- 3 Viitanen Jukka, Paajanen Reijo, Loikkanen Valto, Koivistoinen Ari. Digitaalisen alustatalouden tiekartasto. Verkkoaineisto. Innovaatorahoituskeskus Business Finland. <[https://www.businessfinland.fi/globalassets/julkaisut/alustatalouden\\_tiekartasto\\_web\\_x.pdf](https://www.businessfinland.fi/globalassets/julkaisut/alustatalouden_tiekartasto_web_x.pdf)> Luettu 17.2.2020.
- 4 Alustatalous. <<https://www.alustatalous.fi/alustatalous.html>> Luettu 17.2.2020. Verkkoaineisto.
- 5 Runkler T.A.: Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis. Springer Vieweg, 2012
- 6 Euroopan Dataportaali. <[https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/country-factsheet\\_finland\\_2019.pdf](https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/country-factsheet_finland_2019.pdf)> Päivitetty 29.11.2019. Luettu 17.2.2020. Verkkoaineisto.
- 7 Euroopan Dataportaali. <<https://www.europeandataportal.eu/fi/highlights/creating-value-through-open-data>> Päivitetty 5.3.2020. Luettu 10.3.2020. Verkkoaineisto.
- 8 Air Sofia. <<https://air.sofia.bg/>> Luettu 28.2.2020. Verkkoaineisto.
- 9 Soimakallio, Helena. 2019. Teknolohiateollisuus ry. Teknolohiateollisuuden lausunto. Ympäristöllisten lupamenettelyjen yhteensovittaminen. Verkkoaineisto. Eduskunta. <<https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2019-AK-237960.pdf>> Luettu 2.3.2020.
- 10 Verisure. <<https://www.verisure.fi/tietoa-meista/evasteet.html>> Luettu 2.3.2020. Verkkoaineisto.
- 11 Laki sähköisen viestinnän palveluista. 2014. 7.11.2014/917. 205§.
- 12 Cellan-Jones, Rory. 2014. Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind. Verkkoaineisto. BBC. <<https://www.bbc.com/news/technology-30290540>> Luettu 9.3.2020.
- 13 Haikonen, Pentti O. A. 2017. Tietoisuus, Tekoäly ja Robotit. Luku 8. s. 276.

- 14 Virtuaalisen kiinteistön ensimmäinen vaihe on julkaistu. 2018. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/uutiset/virtuaalisen-kiinteiston-ensimmainen-vaihe-on-julkaistu/>> Luettu 9.3.2020.
- 15 Digitaalinen käyttöliittymä auttaa suojelemaan Kansallismuseon aarteita. 2017. Verkkoaineisto. Senaatti. <<https://www.senaatti.fi/tyoymparisto/inspiraatio/artikkeli/digitaalinen-kayttoliittyma-auttaa-suojelemaan-kansallismuseon-aarteita/>> Luettu 9.3.2020.
- 16 Digital twin todellisuuden tulkitsijana ja liiketoiminnan vauhdittajana. 2019. Verkkoaineisto. Turku Business Region. <<https://turkubusinessregion.com/tapah-tuma/digital-twin-digitaalinen-kaksonen-todellisuuden-tulkitsijana-ja-liiketoiminnan-vauhdittajana/>> Luettu 9.3.2020.
- 17 Azure Digital Twins. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://azure.microsoft.com/en-us/services/digital-twins/>> Luettu 13.3.2020.
- 18 Mikä on BIM? Verkkoaineisto. Tekla. <<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>> Luettu 13.3.2020.
- 19 Tuomainen, Juha. 2018. Virtual ja Augmented Reality törmäyskurssilla Reality Realityn kanssa. Verkkoaineisto. Energistä rakentamista. <<https://energistarakentamista.com/2018/03/05/virtual-ja-augmented-reality-tormayskurssilla-reality-realityn-kanssa/>> Luettu 13.3.2020.
- 20 Arkkitehtisuunnittelu Sweco Architects Oy, Rakennesuunnittelu Contria Oy, Talotekniikan suunnittelu Granlund Oy, Kuva Granlund Oy / Juha Tuomainen
- 21 Vaasan keskussairaalaan uudisrakennuksen talotekniikka mallinnetaan Revit-ohjelmalla. 2019. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/uutiset/vaasan-keskussairaalan-uudisrakennuksen-talotekniikka-mallinnetaan-revit-ohjelmalla/>> Luettu 16.3.2020.
- 22 Salo, Eemi. 2017. Talotekniikan avoimet tiedonsiitorajapinnat. Diplomityö. Verkkoaineisto. <[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/27955/master\\_Salo\\_Eemi\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/27955/master_Salo_Eemi_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Luettu 17.3.2020.
- 23 Ranta-Meyer, Tuire. 2019. Korkeakoulukiinteistöstä älykampukseksi. Verkkoaineisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/227538/2019-TAITO-30-korkeakoulukiinteistosta-alykampukseksi-ranta-meyer-toim.pdf?sequence=5&isAllowed=y>> Luettu 16.3.2020.
- 24 Liedes, Riikka. 2018. Talotekniikassa on pyrittävä aktiivisesti avoimiin rajapintoihin. Verkkoaineisto. Sähköala. <[https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/taloautomaatio/fi\\_FI/Talotekniikan\\_avoimet\\_rajapinnat/](https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/taloautomaatio/fi_FI/Talotekniikan_avoimet_rajapinnat/)> Luettu 17.3.2020.

- 25 KNX – ratkaisusi nykyaikaiseen rakentamiseen ja ohjauksiin. Verkkoaineisto. KNX Finland Ry. <<http://www.knx.fi/>> Luettu 17.3.2020.
- 26 Vaisalan tarina. Verkkoaineisto. Vaisala Oyj. <<https://www.vaisala.com/fi/about-vaisala/vaisala-brief/our-story>> Luettu 11.2.2020.
- 27 Berends Jorn, Carrera Wendy, Engbers Wander, Vollers Helen. 2017. Re-using Open Data. Verkkoaineisto. European Data Portal. <[https://www.europeandata-portal.eu/sites/default/files/re-using\\_open\\_data.pdf](https://www.europeandata-portal.eu/sites/default/files/re-using_open_data.pdf)> Luettu 10.3.202