



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sulonen Joonas

Elinkaarijohtamisen palvelut ja ohjelmistot datakeskusympäristössä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

1.6.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Joonas Sulonen Elinkaarijohtamisen palvelut ja ohjelmistot datakeskusympäristössä 43 sivua + 2 liitettä 1.6.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Sergio Rossi asiakkuusjohtaja Tommi Söderström
<p>Insinööriyössä selvitettiin, miten datakeskuksien ylläpitopuoli on rakentunut, miten sitä tehdään ja mitkä ovat tähän liittyen perustavanlaatuisia eroja esimerkiksi toimisto- tai liikekiinteistön ylläpitoon nähden. Lisäksi työssä pohdittiin Granlundin tarjoamien elinkaarijohtamisen palveluiden ja ohjelmistojen soveltuvuutta datakeskusympäristöön. Työssä perehdyttiin teoriaosuudessa datakeskus-käsitteeseen ja ylläpidon hallintajärjestelmiin sekä yleisesti kiinteistön ylläpidon prosesseihin ja sen toteutusstrategioihin. Lisäksi teoriaosuudessa esiteltiin Granlundin tarjoamat elinkaarijohtamisen palvelut ja ohjelmistot.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia varten haastateltiin kahta datakeskustoimijaa ja kolmea datakeskusasiantuntijaa. Haastatteluiden kysymykset laadittiin teemoittain Granlundin neljän eri elinkaarijohtamisen palveluiden ja ohjelmistojen palvelukokonaisuuksien mukaan.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena syntyi selvitys, miten datakeskuksien ylläpitoa toteutetaan ja mitä asioita siinä koetaan haasteeksi. Lisäksi kerrotaan Granlundin tarjoamien elinkaarijohtamisen palveluiden ja ohjelmistojen soveltuvuudesta datakeskusympäristöön. Selvityksen tuloksena havaittiin datakeskustoimijoiden ylläpidon toiminnassa olevan eroja. Eri toimijoilla on erilaisia toimintatapoja. Erot riippuvat pitkälti siitä, onko datakeskus omaa käyttöä varten vai vuokrataanko konosalipalveluita yrityksille. Lisäksi eroihin vaikuttaa datakeskustoimijoiden asiakkaat, datakeskuksien koko ja ikä. Työn tulosten perusteella datakeskuksien ylläpitotoimintaa voisi parantaa etenkin kiinteistöhoiton hankintaan ja laadunvalvontaan sekä talotekniikan toimivuuteen, energiatehokkuuteen ja PTS:ään liittyvillä palveluilla ja ohjelmistoilla.</p>	
Avainsanat	datakeskus, kiinteistön ylläpito, hallintajärjestelmä, elinkaarijohtaminen

Author Title Number of Pages Date	Joonas Sulonen Lifecycle management services and software in a data center environment 43 pages + 2 appendices 1 June 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Sergio Rossi, Senior Lecturer Tommi Söderström, Customer Relations
<p>The final year project aimed at finding out how the maintenance side of data centres is structured, how it is done and what the differences are compared to the maintenance of commercial buildings. Furthermore, the thesis discussed the suitability of the commissioning company's lifecycle management services and software for a data centre environment.</p> <p>The thesis studied the data centre concept, maintenance management systems and the processes of maintenance of property and its implementation strategies in general. Furthermore, two data centre operators and three data centre experts were interviewed.</p> <p>The thesis resulted in an overview of how to implement the maintenance of data centres and what challenges are perceived. Differences were found in the way data centre operators manage their data centres. The differences depend on the customers of the data centre operators, and the size and age of the data centre.</p> <p>Based on the results of the final year project, the maintenance of data centres could be improved, especially with services and software related to the procurement and quality control of property management, as well as the functionality of building services, energy efficiency and the long-term maintenance plan.</p>	
Keywords	data centre, property maintenance, management system, life cycle management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Datakeskus	2
2.1	Datakeskus määritelmä	2
2.2	Suomen datakeskukset	3
2.3	Energiatehokkuus	4
2.4	Hukkalämpö	7
2.5	Energiakatselmukset datakeskuksissa	7
2.6	Datakeskus infrastruktuurin hallintajärjestelmät	8
2.6.1	DCIM	9
2.6.2	CMMS	11
3	Kiinteistön ylläpito	11
3.1	Kiinteistön ylläpitostrategia	12
3.1.1	Korjaava ylläpito	13
3.1.2	Ennaltaehkäisevä ylläpito	14
3.1.3	Kuntoperusteinen ylläpitostrategia	14
3.2	Ylläpitostrategian mukainen toteutus käytännössä	15
3.2.1	Tekniset palvelut	16
3.2.2	Kiinteistöhuolto	17
3.3	Kiinteistön ylläpitoon liittyvät prosessit	17
3.3.1	Kuntoarviot ja -tutkimukset	17
3.3.2	Energiakatselmus	18
3.3.3	Auditoinnit	18
3.3.4	Kiinteistöhoiton mitoittaminen	19
3.4	Elinkaarijohtamisen ylläpidon tietojärjestelmät	19
3.4.1	Elinkaarijohtaminen	20
3.4.2	PTS	20
3.4.3	Huoltokirja	21
4	Elinkaarijohtamisen palvelut ja ohjelmistot	22

4.1	Kunnossapidon johtaminen	23
4.2	Palveluverkoston johtaminen	24
4.3	Olosuhteiden ja toiminnan varmistaminen	25
4.4	Ympäristö ja vastuullisuus	26
4.5	Digitaalinen elinkaaren hallinta	26
5	Haastattelut	27
5.1	Haastatteluiden sisältö	27
5.2	Kunnossapidon ja palveluverkoston johtaminen	28
5.3	Ympäristö ja vastuullisuus	30
5.4	Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen	31
5.5	Digitaalinen elinkaaren hallinta	31
6	Palveluiden ja ohjelmistojen soveltuvuus datakeskustoimijoille	33
7	Päätelmät	36
8	Yhteenveto	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset datakeskusasiantuntijoille	
	Liite 2. Haastattelukysymykset datakeskustoimijoille	

Lyhenteet

Capex	Capital Expenditures, investointikustannukset
CMMS	Computerized Maintenance Management System, ylläpidon tietojärjestelmä
DCIM	Data Center Infrastructure Management, ylläpidon tietojärjestelmä
GRESB	Global Real Estate Sustainability Benchmark, mittari kiinteistösijoitusten vastuullisuuteen
IT	Informaatioteknologia, tietotekniikka
Opex	Operating Expenditures, operointikustannus
PTS	Pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma
PUE	Power Usage Effectiveness, energiatehokkuus
UPS	Uninterruptible Power Supply, keskeytymätön virransyöttö

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on selvittää, miten datakeskusten ylläpitöpuoli on rakentunut, miten sitä tehdään ja mitkä ovat tähän liittyen perustavan laatuisia eroja esimerkiksi toimisto tai liikekiinteistön ylläpitoon nähden. Toisena tavoitteena on selvittää Granlundin tarjoamien elinkaarinpalveluiden soveltuvuutta datakeskusympäristöön.

Kiinteistöjen ylläpitoon on nykypäivänä tarjolla paljon palveluita ja ohjelmistoja helpottamaan suunnitelmallista ylläpitoa. Kiinteistön ylläpidolla on suuri vaikutus kiinteistön elinkaareen, olosuhteisiin, turvallisuuteen ja toiminnan varmistamiseen.

Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Granlund Oy:lle. Granlund halusi teettää aiheesta opinnäytetyön, koska Granlund haluaa tehdä paremmin tunnetuksi ylläpidon palvelutarjoamaa datakeskusasiakkaiden keskuudessa. Granlund tarjoaa monia eri palveluita kunnossa- ja ylläpitoon. Granlundilla on myös pilvipohjainen kiinteistöjohtamisen ja energianhallinnan ohjelmisto Granlund Manager, johon kiinteistöjohtamisen prosessit voidaan digitalisoida.

Opinnäytetyössä käsitellään alkuun teoriaosuudessa datakeskus käsitettä, energiatehokkuutta ja datakeskus infrastruktuurin hallintajärjestelmiä. Teoriaosuudessa käydään läpi kiinteistön ylläpitostrategiaa ja sitä, mitä kiinteistön ylläpidon prosesseja käytetään pidentämään kiinteistön elinkaarta. Lisäksi kerrotaan, mitä kiinteistöpalvelut sisältävät. Tämän jälkeen esitellään Granlundin tarjoamat palvelut ja ohjelmistot elinkaarijohtamiseen. Selvitysosuudessa käydään läpi haastatteluiden vastaukset ja käsitellään Granlundin tarjoamien palveluiden sopivuutta datakeskus ympäristöön haastatteluiden perusteella. Insinööriyössä haastatellaan datakeskusasiantuntijoita ja datakeskusten ylläpidosta vastaavia henkilöitä.

Opinnäytetyön tulosten perusteella Granlund osaa jatkossa tunnistaa aiempaa paremmin datakeskusten ylläpidon haasteet ja tämän avulla kehittää sekä kohdentaa palvelutarjoamaansa paremmin alan toimijoille.

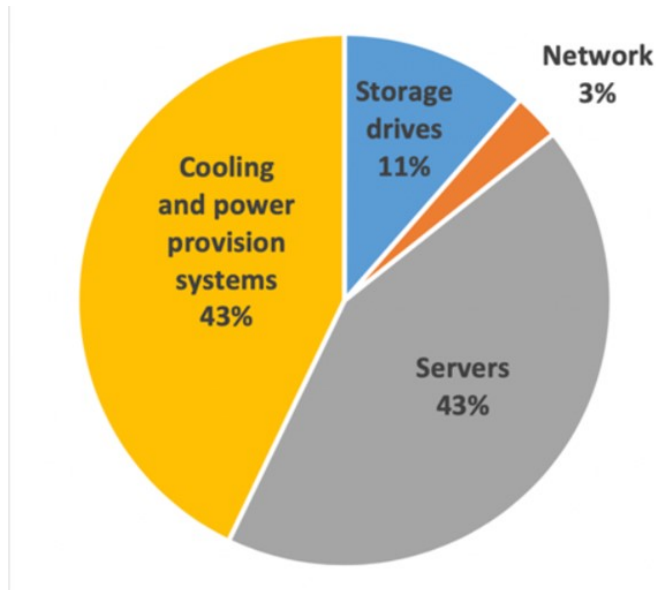
2 Datakeskus

Tässä kirjallisuusosuudessa keskitytään yleisesti datakeskuksen määritelmään ja energiatehokkuuteen sekä datakeskusten ylläpidonhallintajärjestelmiin.

2.1 Datakeskus määritelmä

Datakeskus, josta käytetään myös nimeä konesali tai datacenter, tarkoitetaan teknistä IT-laitetilaa, joita eri organisaatiot käyttävät liiketoimintansa tietojen tallentamiseen ja välittämiseen. Datakeskukset sisältävät suuren määrän palvelimia ja nämä vaativat tietyt olosuhteet ja suojausten toimintansa kannalta. Palvelimien toiminnan varmistamiseksi keskukset varustetaan jäähdytys-, virranjakelu-, UPS-, palontorjunta-, valvonta- ja varavoimajärjestelmillä. Datakeskukset voivat olla organisaatioiden omia, kaupallisia tai yhteiskäytössä olevia. Datakeskus- ja pilvipalveluita on vuokrattavana yrityksille datan hallinnoimiseen. Yritysten ei tarvitse omistaa omaa datakeskusta, vaan nämä voidaan ulkoistaa datakeskuspalvelun tarjoajalle, joka huolehtii myös IT-laitteiden ylläpidosta, toimivuudesta ja turvallisuudesta. (1, s. 4; 2, s. 5; 3.)

Datakeskukset kuluttavat paljon sähköä. Sähkön saanti on kriittinen asia datakeskuksille. Kuvassa 1 on esitetty sähkön käytön jakaantuminen tyypillisessä datakeskuksessa. Tyypillisen datakeskuksen kokonaissähkön kulutuksesta noin 45 % kuluttaa palvelimet ja loput 55 % kuluvat muun muassa jäähdytykseen, tuulettimiin ja katkeamattomaan virranjakeluun. Datakeskusten täytyy palvella ilman käyttökatkoksia vuorokauden ympäri. Tämä edellyttää datakeskuksiin jatkuvaa valvontaa, tarkoin mietittyjä suojausjärjestelmiä ja vakaita olosuhteita. (4, s. 3; 5, s. 5.)



Kuva 1. Tyypillisen datakeskuksen sähköenergian käytön jakautuminen (6).

Datakeskuksien rooli on kasvamassa nopeasti kehittyvässä yhteiskunnassamme tärkeimpinä tietotekniikan infrastruktuureina. Datakeskuksien tulisi sopeutua kehittyvään teollisuuteen nopeasti. Toiminnan kannalta hallintajärjestelmät täytyy valita järkevästi ja huolellisesti perustuen vaadittuihin standardeihin. (7.)

Datakeskuksilta vaaditaan luotettava ja katkeamaton toiminta vuorokauden ympäri. Datakeskuksissa on oltava luotettavat ja laadukkaat komponentit varmistaakseen edellä mainitut vaatimukset. Pelkästään laadukkailla ja luotettavilla komponenteilla ei voida varmistaa jatkuvaa toimintaa. Datakeskukset vaativat myös redundanssia. Redundanssilla tarkoitetaan kahdennusta, eli laitteen rikkoutuessa toinen laite alkaa toimimaan ja näin pystytään pitämään järjestelmä toimintakuntoisena ilman katkoksia. Redundanssilla on tarkoitus lyhentää laitteiden seisonta-aikaa. (8.)

2.2 Suomen datakeskukset

Suomi kiinnostaa monia kansainvälisiä datakeskusyrityksiä. Teknisen osaamisen, tietoturvan ja sähköverkon luotettavuuden nähdään olevan hyvällä tasolla Suomessa. Ilmasto on Suomessa viileää, ja tätä pystytään hyödyntämään datakeskuksien vapaa-

jäähdytyksessä. Vapaajäähdytys tarkoittaa lyhyesti, että viileää ilmaa ja vesistöjä voidaan käyttää jäähdytyksessä hyväksi. Suomi on sijainniltaan ja geologian kannalta vaka alue perustaa datakeskus. Suomi on myös poliittisesti rauhallinen maa. Näiden asioiden takia Suomi on suosittu maa datakeskusbisnekselle. (5, s. 2.)

Datakeskuksien määriin liittyvää tietoa ei ole paljoa julkisesti saatavilla, mutta Afryn vuonna 2020 teettämän raportin mukaan Suomessa on suureksi luokiteltavia yli 5 MW:n datakeskuksia alle kymmenen. Keskikokoisia datakeskuksia 0,5–5 MW:n on noin 50. Suomeen lisätään jatkuvasti lisää investointeja datakeskuksiin. Esimerkiksi maailman suurin datakeskusyhtiö Equinix luottaa Suomen sijaintiin, josta saadaan nopeat yhteydet muualle maailmaan esimerkiksi Eurooppaan, Baltiaan ja Venäjälle. Yhtiö kokee Suomessa olevan osaavaa työvoimaa ja mahdollista tuottaa palveluitaan ilmastotehokkaasti. Yhtiön tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä. Suomessa käytetään yhä enemmän uusiutuvaa energiaa, ja tämä on yksi syy datakeskusyrietyksille rakentaa datakeskuksiaan Suomeen. (9, s. 27; 10.)

Suomeen on rakennettu ja rakennetaan jatkuvasti suuria datakeskuksia. Suomessa sijaitsevat muun muassa Googlen, Equinixin, Yandexin, Hetzenin ja Microsoftin datakeskukset. (3.)

2.3 Energiatehokkuus

Datakeskukset ovat teollisuuskeskuksia, ja niitä rakennetaan koko ajan enemmän suuren kysynnän vuoksi. Datakeskuksissa energiaa kuluu noin 40 kertaa enemmän tavallisiin toimistokiinteistöihin nähden. Tavalliset energianhallinnantyökalut eivät ole helposti sovellettavissa datakeskuksiin, koska näissä energiasimulointi on paljon haastavampaa ja monimutkaisempaa. Datakeskuksien energian kuormituksessa ja rakennusten rakenteessa on eroja liikerakennuksiin nähden. (7.)

Energiatehokkuus koetaan suurena kilpailuna datakeskustoiminnassa. Datakeskusmäärien lisääntyminen nostaa energiankulutusta, joka taas myös kuormittaa ilmastoa. Yritykset ottavat käyttöön yhä enemmän pilvipalveluita. Digitaalisuus kasvattaa datan määriä huomattavasti enemmän. Dataa tallennetaan ja välitetään yhä enemmän. Digitaalisuus kasvattaa myös tarpeita datakeskuksissa, mikä näkyy energiankulutuksessa.

Datakeskuksien sähkönkulutus tuplaantui Suomessa vuosina 2005–2010. Nykyhetkenä etätöiden määrät ovat lisääntyneet entuudestaan, ja kasvu on koko ajan nousujohteista. (5, s. 4.)

Energiatehokkuuden parantaminen vähentää päästöjä ja kustannuksia. Nykypäivänä energiatehokkuuden parantamisesta puhutaan paljon ja se tuo myös hyvää imagoa yrityksille. Datakeskuksien suurimmat energiasyöpöt ovat IT-laitteet ja niiden jäähdytyslaitteet. Jäähdytyksen optimoinnilla ja palvelimien virtualisoinnilla saavutetaan jo huomattavia tuloksia energiatehokkuudessa. Välttämättä energiatehokkuuden parantamiseen ei tarvita aina edes investointeja. Laitteiden oikein sijoittelulla voidaan säästää energiaa jo huomattavia summia. Datakeskuksien energiatehokkuuteen ja tämän parantamiseen vaikuttaa lisäksi datakeskuksien ikä, laitteisto ja sijainti. (5, s. 5.)

Datakeskuksien energiatehokkuuden mittaamiseen on monia eri mittareita. Yleisin käytetty mittari on PUE-arvo eli (Power Usage Effectiveness). PUE on kansainvälinen standardi energiatehokkuuden laskemiseen, joka on otettu käyttöön vuonna 2007. PUE-arvon laskennassa verrataan (kaava 1) IT-laitteiden käyttämän energian suhdetta koko datakeskuksen käyttämään energiaan. Energiatehokkuuden laskentaa käytetään energiatehokkuuden parantamiseen. Kaikki datakeskustoimijat pyrkivät datakeskuksen PUE-arvon olevan lähellä 1. Tätä paremmaksi ei laskennassa voida päästä. Tämänhetkisen tietojen mukaan uusimissa datakeskuksissa päästään arvon 1,2–1,4 välille. PUE-arvo ei ota huomioon hukkalämmön hyödyntämistä. (11.)

$$PUE = \frac{\text{Kokonaisenergiankulutus}}{\text{IT-laitteiden energiankulutus}} \quad (1.)$$

Jäähdytys

Datakeskuksissa nähdään jäähdytyksessä yleensä suurimmat energiansäästöpotentiaalit. Noin 30–50 % datakeskuksien kuluttamasta sähköenergiasta käytetään jäähdytykseen. Datakeskukset lämmittävät rakennusta runsaasti. Yleensä datakeskuksiin ei tarvita erillistä lämmitysjärjestelmää. Palvelimet lämmittävät rakennusta ympäri vuorokauden. Tämä tarkoittaa, että jäähdytyksen täytyy toimia rakennuksissa yhtä lailla. Datakeskuksien jäähdytystä kannattaa optimoida, jotta voidaan saavuttaa energiatehokkaampi

datakeskus. Vapaajäähdytys on yleinen muoto varsinkin Suomessa jäähdyttää datakeskuksia. Usein datakeskuksia jäähdytetään liikaa, vaikka tarvetta ei olisi. Motivan oppaan mukaan usein uskotaan, että alhaisemman lämpötilan oletetaan parantavan palvelimien käyttöikä. Näin ei kuitenkaan ole. Palvelimille voidaan puhaltaa 27 °C:n lämpöistä ilmaa. Monesti datakeskuksiin puhalletaan 21–24 °C:n lämpöistä ilmaa. Lämpötilan ei tarvitse olla näin pieni. Turha jäähdyttäminen kuluttaa energiaa. Uusissa datakeskuksissa on käytössä jäähdytyksen älykäs ohjaus. Älykkäällä ohjauksella jäähdytetään vain tarpeellisia paljon lämpöä tuottavia palvelimia. (5, s. 6–7.)

Virranjakelu

Virranjakelun on oltava varmaa datakeskuksissa ja palvelimien on toimittava varmasta kaikissa olosuhteissa. Katkeamaton virranjakelu saavutetaan kahdentamalla virransyöttö ja pitämällä yllä varajärjestelmiä. Kahdennus käyttää energiaa toimiessaan osateholla mahdollista häiriötilannetta varten. Energiankulutusta pystytään vähentämään asentamalla energiatehokkaat virranjakelu ja UPS-laitteet. Toisena vaihtoehtona Motivan oppaan mukaan on muuttaa virranjakelu tasasähköön, joka on energiatehokkaampaa ja hyötysuhteeltaan parempi. Tasasähköön siirryttäessä se edellyttää palvelimien toimivan tasasähköllä. Vanhoissa datakeskuksissa on iso investointi siirtyä tähän ratkaisuun. (5, s. 10.)

UPS-laitteet

Jatkuvan virransyötön varmistamiseksi kaikissa datakeskuksissa käytetään UPS-laitteita. UPS-laitteilla varmistetaan sähkönsaanti vikatilanteissa. UPS-järjestelmillä varmistetaan palvelimien ja jäähdytyksen katkeamaton sähkönsaanti. Normaalisissa käytössä ns. valmiustilassa UPS-laitteet kuluttavat sähköä. Motivan oppaan mukaan myös monissa datakeskuksissa UPS-laitteet ovat kahdennettuja. UPS-laitteiden optimoinnilla saavutetaan energiatehokkuutta. (5, s. 11.)

2.4 Hukkalämpö

Datakeskuksien hukkalämpöä kannattaa käyttää hyväksi. Datakeskukset toimivat sivutuotteena myös lämpövoimalaitoksina, koska lämpöä syntyy paljon käytettävistä laitteista. Uusissa datakeskushankkeissa mietitään hyvissä ajoin hukkalämmön hyödyntämismahdollisuuksia. Hukkalämmöstä ei voida hyötyä, jos se puhalletaan taivaalle. Hukkalämmöstä voidaan tuottaa ilmaisenergiaa esimerkiksi rakennuksien ja käyttöveden lämmitykseen. Lämmön hyödyntämisessä säästetään luonnonvaroja ja rahaa. Vuonna 2015 kirjoitetun artikkelin Suomen tuhannesta datakeskuksesta vain noin kymmenessä hyödynnettiin hukkalämpöä. (12.)

Hukkalämpöä hyödynnetään yhä enemmän varsinkin uusissa datakeskuksissa. Datakeskuksien tehojen kasvaessa hukkalämmön määrä lisääntyy. Nykyään hukkalämpöä osataan myös paremmin hyödyntämään kuin aikaisemmin. Hukkalämmön hyödyntämiseen vaikuttaa datakeskuksen sijainti, tilat ja jäähdytysratkaisu. Datakeskuksen sijainti vaikuttaa olennaisesti hukkalämmön käytön hyödyntämiseen. Hukkalämmön hyödyntäminen edellyttää datakeskuksen olevan sijainnilla, jossa hukkalämpö on mahdollista hyödyntää esimerkiksi lähitöllä olevien asuntojen kaukolämpönä. (5, s. 12; 13.)

2.5 Energiakatselmuksien datakeskuksissa

Energiakatselmuksissa voidaan havainnoida selkeitä energiatehokkuutta parantavia asioita. Lisäksi katselmuksissa voidaan laskea potentiaaliset säästömahdollisuudet ja esittää ne asiakkaalle. Energiankäytön hallintaa ja optimointia on kannattavaa datakeskuksissa suorittaa jatkuvana prosessina. Tämä johtaa toimintaa parempaan energiatehokkuuteen.

Datakeskuksiin on kannattavaa tehdä energiakatselmuksia asiantuntijan toimesta. Energiakatselmuksien tuottavat arvokasta tietoa energiatehokkuudesta, ja niillä pystytään ohjaamaan toimintaa parempaan energiatehokkuuteen ja kustannusten säästöön. Katselmuksien tekemiseen yhteistyössä tilaajan ja asiantuntijan kanssa. Yhteistyön perusteella luodaan tavoitteet energiankulutus seurannalle ja energiatehokkuuden jatkuvalla parantamiselle. (5, s. 20.)

Energiakatselmuksen tuloksena saadaan kattava raportti, joka sisältää arvokasta tietoa energiakulutuksesta ja tämän jakautumisesta. Raportti sisältää myös kaiken tarvittavan tiedon kustannuksista takaisinmaksuaikaan. Monesti energiakatselmuksissa huomataan, että säästöjä voidaan saada ilman investointeja. Muuttamalla toimintatapoja ja optimoinnilla voidaan säästää suuri määrä energiaa ja täten myös kustannuksia. Datakeskusten energiakatselmuksien eroavat suuresti esimerkiksi normaaliin toimitilakiinteistöön nähden, koska sähkön käyttö on huomattavasti suurempi. Suurimmat säästöpotentiaalit saadaan usein katselmusten perusteella jäähdytyksestä ja sähkönjakelujärjestelmistä. (5, s. 20–21.)

2.6 Datakeskus infrastruktuurin hallintajärjestelmät

Yritykset hoitavat yleensä kiinteistöjään sisäisen hallinnointiosaston kautta tai ulkoistamalla ne alan ammattilaisille. Usein sisäinen hallinnointi tarjoaisi paremman hallinnan datakeskustoimijoille. Haasteena tässä tulee usein budjetin rajallisuus. Toimintamenot ja resurssien käyttö koetaan haasteena sisäisessä hallinnoimisessa. (14.)

Datakeskusten kriittisiä laitteita täytyy valvoa ympärivuorokauden datakeskuksen toiminnan varmistamiseksi. Datakeskukset käyttävät erilaisia valvontatyökaluja etähallinnasta integroituihin ohjelmistokokonaisuuksiin. Tehokkaaseen hallintaan päästään resurssien sisäisellä kehittämisellä ja kouluttamisella. Yhteistyö datakeskuksen IT-henkilöstön ja teknisen henkilöstön välillä on tärkeää. Yhteistyön avulla helpotetaan selkeyttämään operatiivisia vastuita ja näin ollen pystytään tarjoamaan analyyseja laitteiden toiminnasta. (14.)

Palveluiden ja infrastruktuurin toimiminen datakeskuksissa pitää huolen, että kaikki suunniteltu toiminta suoritetaan järjestelmällisesti. Tavoitteena on parantaa datakeskuksen energiatehokkuutta ja löytää energiansäästömenetelmiä. Hyödyt eivät pelkästään näy kustannuksien säästöinä, vaan datakeskuksen kokonaisvaltaisen hallinnan perusteena on pidentää myös laitteiden käyttöikää ja optimoida niiden käyttöä. (14.)

Datakeskusten hallintaprosessi voidaan luokitella kahteen vaiheeseen. Ensiksi määritetään lähestymistapa ja toiseksi mietitään strategian toteuttaminen järjestelmässä. Da-

takeskustoimijan tulee tarjota asiakkaalleen tarvittavat palvelut ja toiminta. Datakeskuk-
sen mahdolliset viat ja keskeytykset täytyy pystyä estämään, koska mahdollisilla vioilla
on kalliit seuraamukset datakeskustoimijalle. (7.)

Datakeskuksissa kaikkien järjestelmien huollot ovat todella tärkeitä ja vaativat suurta
huomiota. Kriittisiä laitteita on monia ja toiminnassa jatkuvasti. Datakeskuksissa täytyy
olla hyvä ylläpidonhallintajärjestelmä, jonka avulla voidaan seurata huoltoja, kuitata huol-
totyöt ja dokumentoida raportit. Ylläpidon toimivuus on todella merkityksellistä infrastruk-
tuurissa. (7.)

2.6.1 DCIM

DCIM (Data Center Infrastructure Management) -järjestelmää käytetään resurssien ja
kapasiteetin hallintaan, muutosprosessiin, virrankulutuksen mittaamiseen ja ohjaami-
seen, energiaan ja ympäristön hallintaan. Ohjelmistolla voidaan parantaa infrastruktuurin
suunnittelua. DCIM mittaa reaaliaikaisesti energiankulutusta. Reaaliaikainen monito-
rointi mahdollistaa energianseurannan ja korjaavien toimenpiteiden toteuttamisen. Tär-
keää on jo datakeskuksen suunnitteluvaiheessa miettiä ylläpidon valvontajärjestelmiä ja
sitä, mitä ominaisuuksia käyttäjä tarvitsee, koska jälkikäteen datan mittaustilasto tulee
kalliiksi asentaa. (4, s. 9–10.)

DCIM-järjestelmällä voidaan hallita datakeskuksessa tapahtuvien töiden kulkua. Palveli-
mien asennuksessa voi olla useita eri työntekijöitä ja vaiheita. Järjestelmään voidaan
raportoida näiden tehtävien eri vaiheet ja suoritukset. Tämä tehostaa olennaisesti työ-
prosessia. (15.)

Analyysit ja raportointi ovat DCIM-järjestelmän yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Data-
keskus voi sisältää monia tuhansia laitteita, jotka keräävät dataa. DCIM-järjestelmällä
voidaan lajitella kaikista eri laitteista kerätty data ja yhdistää nämä järkeviksi raporteiksi
ja analykseiksi. Järjestelmässä voi itse vaikuttaa, millaisia raportteja ja analyseja halu-
taan. Hallintajärjestelmän käyttäjä voi itse valita, mitä parametrejä haluaa tarkastella.
DCIM-järjestelmät sisältävät yleensä valmiita raporttipohjia, mutta käyttäjän on tärkeä
tiedostaa omat raportointi tarpeensa. (15.)

Virtualisoinnin avulla voidaan tarkastella fyysistä- ja virtuaalista infrastruktuuria. Järjestelmä tarjoaa ohjelmistossa 3D-mallinnusta konesalista. 3D-näkymästä voidaan tarkastella muun muassa eri parametreja, kuten lämpötilaa, telineiden käyttöastetta ja tehoa. Visuaalisessa näkymässä voidaan päästä myös räkkitasolle asti näkemään tarkempia tietoja. (15.)

Järjestelmä kerää tietoa jatkuvalla syötöllä ja täten auttaa infrastruktuurin suunnittelussa. Datakeskukset toimivat tehokkaasti, kun niissä maksimoidaan tärkeimpien resurssien, kuten virran ja jäähdytyksen käyttö. Eri räkkitasojen virta-, jäähdytys- ja verkkotiedot ovat arvokasta dataa datakeskustoimijalle. Kerätyn datan ja analysoinnin ansiosta kapasiteetin suunnittelu onnistuu mutkattomasti, kun tiedetään, milloin resurssit loppuvat ja minne on optimaalisin paikka sijoittaa uusi palvelin. Kapasiteetin suunnittelu voidaan perustaa mitattuun tietoon, eikä arvauksiin. Suunnitteluvaiheessa DCIM-järjestelmä pystyy tekemään ”mitä jos” analyysin. Eri skenaarioiden avulla suunnittelu helpottuu. Tämä kaikki perustuu tarkasti kerättyyn dataan eri järjestelmistä. (16.)

Datakeskuksen ylläpitovaiheessa DCIM-järjestelmällä pystytään seuraamaan reaaliajassa erilaisia toimintatietoja, kuten olosuhde-, teho- ja jäähdytystietoja. Järjestelmään voidaan tehdä myös hälytysrajat eri mitattaviin laitteisiin. Kun hälytysraja ylittää kynnyksirajan, tästä lähtee hälytys ylläpitotiimille. Hälytyksien ansiosta laitteille saatava korjausaika lyhenee ja laitteiden toimivuus paranee. (16.)

Ennakoivassa analyysissä DCIM-järjestelmä pystyy suoritusindikaattorien ansiosta ennakoimaan ja analysoimaan, mikäli datakeskukseen tarvitaan enemmän tehoa tai jäähdytyslaitteita. (16.)

DCIM-järjestelmää hankittaessa on tärkeää tietää oman datakeskuksensa tarpeet ja tavoitteet hallinnan kannalta. Nämä asiat voivat olla muun muassa käytettävyyden parantaminen, palvelutasosopimusten täytyminen, datakeskuksen tehokkuuden parantaminen ja ylemmän johdon raporttien tuottaminen datakeskuksen nyky- ja tulevaisuuden tilasta. Pelkällä DCIM-hallintajärjestelmällä datakeskuksen toimintaa voidaan harvoin hallita. (17.)

2.6.2 CMMS

CMMS (Computerized Maintenance Management System) -järjestelmää käytetään datakeskuksien laitteistojen hallinnassa, dokumentoinnissa, ylläpidossa, varaston hallinnassa, huolto-osien ostamisessa ja huoltotehtävien aikatauluttamiseen. Järjestelmä pitää sisällään ennaltaehkäisevän ja ennakoivan huollon. Ennaltaehkäisevällä huollolla tarkoitetaan huoltotoimenpiteitä, jotka perustuvat historiatietoihin ja ennalta määritettyihin huoltoajankohtiin ja tätä tehdään ennen kuin tiedetään laitteessa olevan vikaa. Ennakoiva huolto ajoitetaan tarvittaessa, jos laitteessa huomataan olevan vikaa. (4, s. 11.) CMMS on yleisnimitys järjestelmälle. Monilla eri yrityksillä on omia CMMS-järjestelmiä, joiden sisällöt vaihtelevat.

CMMS on enemmän talotekniikan järjestelmien ylläpitojärjestelmä. Tällä voidaan helpottaa järjestelmällistä ylläpitoa. Ajoitettu huoltokalenteri auttaa tekemään huollot ja dokumenttien hallintaan voidaan tallettaa asiakirjat. Ohjelmalla voidaan myös seurata, että huollot tulevat tehtyä huoltoyrityksen toimesta. Lisäksi laitteiden huoltohistoriaa voidaan seurata. (4, s. 619.)

3 Kiinteistön ylläpito

Kiinteistöä on tärkeää hoitaa ja ylläpitää sen elinkaaren aikana säännöllisesti. Tällöin voidaan varmistaa kiinteistön arvo ja käyttötarkoitus. Kiinteistön ylläpitoa hoidetaan kiinteistöhoidolla ja kunnossapidolla. Kiinteistöhoidolla tarkoitetaan säännöllistä toimintaa, jolla ylläpidetään kiinteistön olosuhteita halutulla tasolla ja estetään vikojen ilmaantumista. Kiinteistöhoito sisältää kiinteistöhuollon, teknisten järjestelmien hoidon, viallisten kohteiden korjaamisen, siivouksen, jätehuollon ja ulkoalueiden hoidon. (18.)

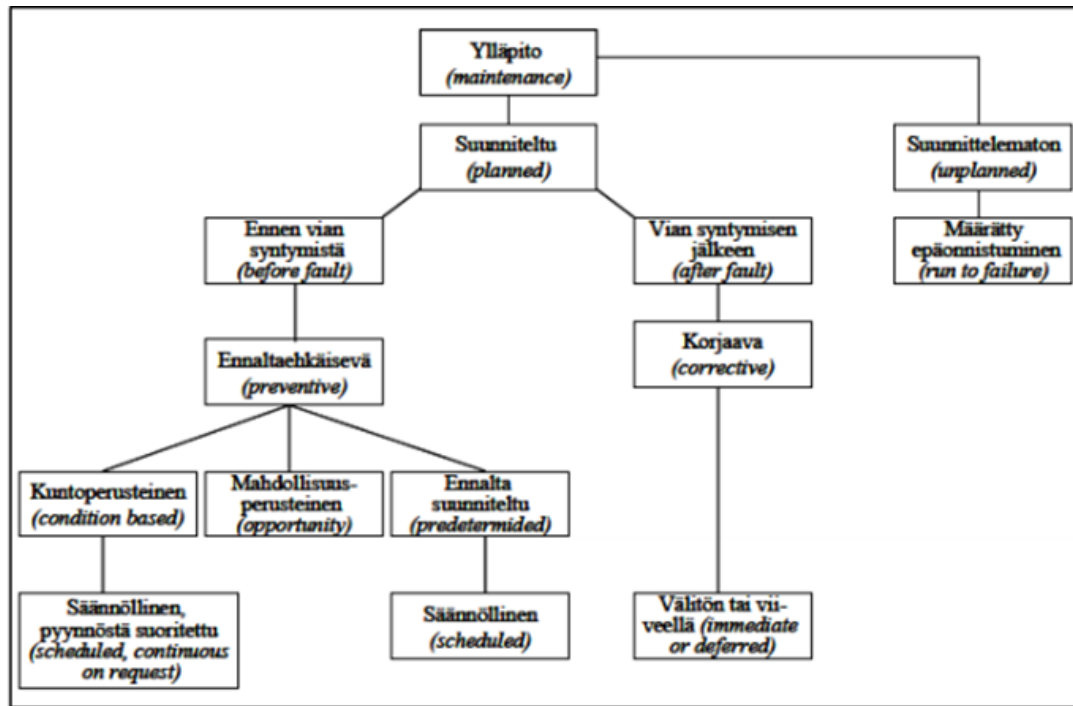
Kunnossapito on toimintaa, jossa pyritään uusimalla tai korjaamalla pitämään kohde samanlaatuiseksi, kun se oli valmistuessaan. Laatutaso ei saisi kärsiä kunnossapidossa. Tähän tavoitteeseen on hankala aina päästä, koska tekniset järjestelmät ja käyttäjien tarpeet ovat muuttuneet rakennuksen elinkaaren aikana. Kunnossapitoa voidaan suorittaa hankemuotoisesti esimerkiksi peruskorjauksena tai säännöllisten vuosikorjauksien avulla (19.)

3.1 Kiinteistön ylläpitostrategia

Kiinteistön omistaja määrittelee tavoitteet kiinteistöllensä ja nämä kuvataan kiinteistö-, kiinteistö- ja ylläpitostrategioissa. Kiinteistöstrategian päämääränä on samastaa omistajan vaatimukset ja näin löytää toimintamallit, joiden avulla asetetut tavoitteet saavutetaan ja käytävissä olevat kyvyt ja resurssit saadaan parhaiten hyödynnetyksi. Strategian tavoitteena on saavuttaa selkeät periaatteet ja tavoitteet kiinteistöjen ylläpidolle. Tämän avulla pidetään ylläpito selkeänä yhtenä kokonaisuutena, jonka toimintaa ja toiminnan tuloksia on mahdollista arvioida ja parantaa. Ylläpitostrategian määrittelyssä huomioidaan töiden jakautumisen periaatteet kiinteistönhoidon, kunnossapidon ja korjausrakentamisen välillä. (20, s. 24–25.)

Ylläpitostrategiaa on kannattavaa miettiä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Ylläpidon strategian valinnalla on suuri merkitys toiminnan vaiheessa tuleviin kustannuksiin. Strategia kannattaa valita huolellisesti, jotta se kattaa kaikki kiinteistön elinkaaren vaiheet. Taktisella tasolla kiinteistön ylläpitostrategia parantaa tuottavuutta lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Huolimattomalla, huonosti suoritetulla tai alimitoitetulla ylläpidolla voi olla kalliit seuraamukset, ja pahimmassa tapauksessa tämä lyhentää kiinteistön elinkaarta. Ylimitoitettu ylläpidon tarve nähdään taas resurssien hukkana. Tärkeää ylläpidossa on löytää ns. kultainen keskitie, joka ei vie liikaa resursseja eikä myöskään ole alimitoitettu. Ylläpidon tuottamat kustannukset ovat arvokasta tietoa kiinteistönomistajalle. Kiinteistön ylläpitostrategiaa tulee noudattaa, jotta kiinteistö pysyy arvossaan. Hyvällä suunnitelmallisella ylläpidolla pystytään ehkäisemään monia vikoja. Ylläpitostrategian tavoitteena on operatiivisella tasolla tehostaa päivittäistä kiinteistön ylläpitoa. (20, s. 24–25.)

Kiinteistön ylläpitoon on monia eri strategisia vaihtoehtoja. Yleisellä tasolla strategiat voidaan jakaa suunniteltuihin ja suunnittelemattomiin strategioihin. Strategiaa harkittaessa tulisi jo hyvissä ajoin miettiä, miten laitteiden tai järjestelmien ylläpito toteutetaan. Kiinteistön ylläpitostrategioille (kuva 2) on olemassa myös monia eri ylläpitostrategian alalajeja. (20, s. 25.)



Kuva 2. Ylläpitostrategian eri toteutus muotoja (20, s.27).

3.1.1 Korjaava ylläpito

Korjaava ylläpito perustuu korjaamiseen vasta silloin, kun jotain vikaantuu. Tätä toimintaa verrataan myös suunnittelemattomaan ylläpitoon, jolloin viat korjataan vian tullessa vikakohtaisesti. Tämä strategia ei ole yleisesti suositeltavaa, koska ylläpito-organisaation resurssointi ja suunnitteleminen korjaavaan ylläpitoon on hankalaa. Vikaantuneen rakennuksen- tai laitteen osa voi aiheuttaa välillistä vahinkoa rakennuksen muihin osiin tai laitteisiin ja täten muodostua kalliiksi ylläpidolle. Korjaavaa ylläpitoa kuitenkin kannattaa käyttää tilanteissa, jolloin se on kytköksissä vähemmän merkityksellisiin rakenteisiin, laitteisiin ja järjestelmiin. Toisena vaihtoehtona käyttää korjaavaa ylläpitoa on silloin, kun rakenteiden, laitteiden ja järjestelmien kuntoa ei voida mitata ja joiden ennaltaehkaisevän ylläpidon kustannukset muodostuvat suuremmiksi kuin korjaamisen kustannukset. (20, s. 25.)

3.1.2 Ennaltaehkäisevä ylläpito

Ennaltaehkäisevällä ylläpidolla vähennetään mahdollisia vikoja ennalta määritettyjen huoltoajankohtien takia. Tämä on yleisin käytetty ylläpitostrategia. Tästä käytetään myös nimeä suunniteltu ylläpito. Etuina ennaltaehkäisevässä ylläpidossa on korjaavaan ylläpitoon verrattuna organisoitu ja suunniteltu toimintatapa, joka vähentää vikoja rakennuksessa ja näin ollen ylläpidon kustannukset voivat laskea. Lisäksi ennakoivan ylläpidon ansiosta kiinteistöjen käyttäjien turvallisuus parantuu. Huonoiksi puoleksi ennaltaehkäisevässä ylläpidossa nähdään niiden suorittaminen rakennuksen järjestelmien kunnosta riippumatta, mikä tuo tarpeettomia tarkastus- ja huoltotöitä. Lisäksi ylläpidon hoito- tai huoltovirheiden takia rakennuksen osan tai laitteen elinkaari voi lyhentyä. (20, s. 26.)

3.1.3 Kunterusteinen ylläpitostrategia

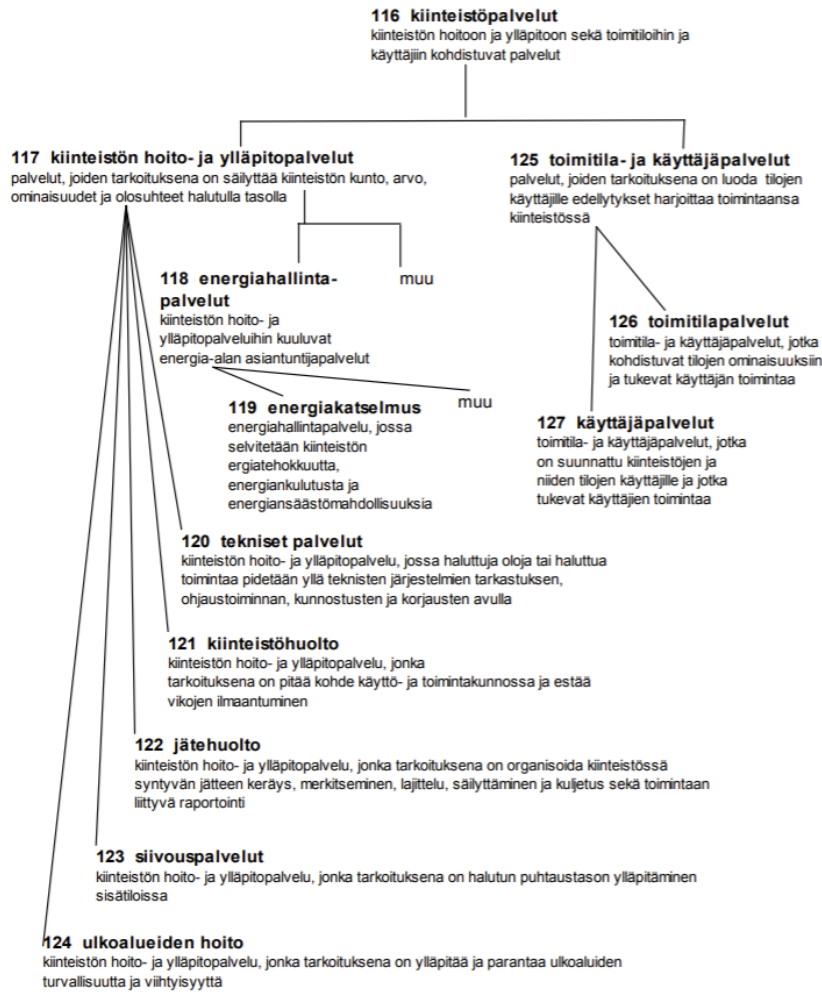
Kunterusteisessa ylläpitostrategiassa muutokset rakenteiden, laitteiden ja järjestelmien kunnossa määrittelevät niiden ylläpidon tarpeellisuutta. Korjaustyöt suoritetaan strategiassa kuntoarvioiden perusteella. Kaikki korjaustoimenpiteet perustuvat kuntoarvioihin ja mittauksiin. Kunterusteista mittausta voidaan suorittaa erilaisilla mittaustekniikoilla rakenteille, laitteille ja järjestelmille. Suurin hyöty kunterusteisesta ylläpidosta saadaan, kun puututaan pienempiinkin vikaantumisen merkkeihin. Näin päästään välttämään suuremmat mahdolliset vahingot. Kunterusteista ylläpitoa on järkevää hyödyntää, kun tarkastellaan hyödyllisyydeltä, ympäristöltä ja turvallisuudeltaan tärkeä elementtiä, johon on jo valmiiksi kehitetty kustannustehokkaita mittaustekniikoita. Toisena vaihtoehtona on käyttää kunterusteista ylläpitoa, kun hyödyllisyydeltään merkittävä elementti on kustannuksiltaan taloudellisempi tapa toteuttaa kuin korjaavalla ylläpidolla. (20, s. 26–27.)

Kaikki rakennuksen osat eivät aina ole merkittäviä, joten on tarkkaan mietittävä jokainen laite, rakenne ja järjestelmä yksilöllisesti ja miettiä omalla organisaatiolleen sopia strategiovaihtoehto (20, s. 26–27).

3.2 Ylläpitostrategian mukainen toteutus käytännössä

Kiinteistöpalvelut määritellään kiinteistön ylläpitoon kohdistuviksi palveluiksi. Kiinteistöpalveluiden suunnittelu kannattaa toteuttaa järkevästi, siten että käyttäjien ja kiinteistön elinkaari otetaan huomioon. Kiinteistöpalveluiden suunnitteluun kuuluu muun muassa kiinteistöhoidon mitoittaminen, huolto-ohjelmien ja siivousohjelmien suunnittelu, kiinteistöpalveluiden kilpailutus, huoltokalenterin laadinta ja päivittäminen. Kiinteistöpalvelun suunnittelua tehdään yhteistyössä eri yritysten kanssa, joilla on asiantuntemusta kiinteistöpalveluista. (21.)

KH-kortissa (X9-00526) Kiinteistöliiketoiminnan sanastossa kiinteistöpalvelut jakautuvat kiinteistön hoito- ja ylläpitopalveluihin sekä toimitila- ja käyttäjäpalveluihin. Kiinteistön hoito- ja ylläpitopalveluilla pidetään kiinteistön arvo, kunto ja ominaisuudet halutulla tasolla. Hoito- ja ylläpitopalvelut on kiinteistöliiketoiminnan sanastossa jaoteltu vielä alaluokkiin (kuva 3), joita ovat energianhallintapalvelut, tekniset palvelut, kiinteistöhuolto, jätehuolto, siivouspalvelut ja ulkoalueiden hoito. (19.)



Kuva 3. Kiinteistöpalveluiden kokonaisuudet (19).

3.2.1 Tekniset palvelut

Tekniset palvelut määritellään kiinteistön liiketoiminnan sanastossa palveluiksi, joissa halutut olot tai haluttu toiminta ylläpidetään teknisten järjestelmien tarkastuksen, ohjaustoiminnan, kunnostusten tai korjausten avulla (19, s. 21).

Kiinteistön kuntoa on tärkeää seurata jatkuvasti. Erialaisten tarkastusten, valvonnan ja seurannan avulla kiinteistöä saadaan pidettyä halutulla tasolla. KiinteistöRYL:n mukaan rakennusten ja teknisten järjestelmien hoitoon sisältyy toiminnan varmistaminen, havaittujen virheiden raportointi ja kiinteistöhoitosuunnitelman mukaiset hoitotehtävät. Kunnossapitoon liittyvät työt merkitään huoltokirjaan. (22.)

3.2.2 Kiinteistöhuolto

Kiinteistöhuollon tavoitteena on pitää kohde käyttö- ja toimintakunnossa ja estää vikojen ilmaantuminen. Kiinteistöhuolto kohdistuu kiinteistön rakenteisiin, rakennusosiin ja teknisiin laitteisiin (19). Korjaavassa ylläpitostrategiassa kiinteistöhuollon merkitys on pieni, koska tavoitteena korjaavassa ylläpidossa ei ole pitää kohdetta käyttö- ja toimintakunnossa ja estää vikojen ilmaantumisia.

Kiinteistöhuollon tavoitteet riippuvat, kenen näkökulmasta ne määritellään. Omistajalle kiinteistö toimii sijoituskohteena. Omistajan tavoite on pitää kiinteistöhuollolla kiinteistön arvon säilyminen ja mahdollisimman korkea tuotto. Kiinteistön käyttäjien näkökulma perustuu kiinteistön käyttökelpoisuuteen ja toimivuuteen. Kiinteistöhuolto-organisaation tavoitteena on tehokas kiinteistön hoitaminen, jotta se tyydyttää asiakkaan tavoitteet ja pitää huolta yrityksen kilpailukyvästä. (23, s. 18.)

3.3 Kiinteistön ylläpitoon liittyvät prosessit

Kiinteistön ylläpito vaatii suunnittelua ja asiantuntijuutta, jotta kiinteistö pystyy palvelemaan mahdollisimman hyvin koko elinkaaren ajan. Suunnitelmalliseen kiinteistöpitoon liittyy prosesseja ja toimintamalleja, joita suoritetaan tyypillisesti asiantuntijoiden toimesta tarpeen mukaan. Parhaaseen taloudelliseen suoritukseen päästään asiantuntevalla elinkaaren seurannalla. (24.)

3.3.1 Kuntoarviot ja -tutkimukset

Kuntoarviot toimivat perustana PTS-suunnitelmalle. Arvioissa selvitetään kiinteistön kunnan ja korjaustarpeiden kannalta kaikki keskeiset osa-alueet sekä arvioidaan eri rakennusosissa tapahtuvia vaurioiden etenemistä. Kuntoarviot toteutetaan asiantuntijoiden toimesta rakenteille, LVIA- ja sähköjärjestelmille. (25, s. 4.) Kerran tehty kuntoarvio ei ole sitova koko rakennuksen elinkaaren ajalle, vaan kuntoarviota tulisi päivittää tietyin vuosiväleillä, jotta arvio pysyy luotettavana ja ylläpito järjestelmällisenä. Kun kuntoarvio tehdään kerralla kunnolla, sitä on jatkossa helpompi ylläpitää. (26, s. 95.)

Kuntoarviot perustuvat aistinvaraiseen ja kokemusperäiseen arvioon ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Kuntoarvion tekijällä tulisi olla hyvä osaaminen eri vuosikymmenten rakennustekniikoista. Kuntoarvioita suoritetaan eri mittaustyökaluja apuna käyttäen. (26, s. 94.)

Kuntotutkimuksella selvitetään tarkemmin rakennuksen tai sen osan kuntoa, joka ei sisälly kuntoarvioon. Kuntotutkimus perustuu tarkempaan selvitykseen. Kuntotutkimuksessa voidaan tehdä myös arvio ainetta rikkomalla menetelmällä, jotta saadaan selkeämpi tieto kunnosta. Kuntotutkimuksia voidaan tehdä rakennuksen eri rakenteille ja laitteille. Saatuja tuloksia voidaan käyttää lähtötietoina peruskorjauksissa. (26, s. 95.)

3.3.2 Energiakatselmus

Energiakatselmuksien tavoitteena on tehostaa energiankäyttöä ja myös kustannussäästöjä. Katselmus toimii yhtenä osana kiinteistön ylläpidon kulutusseurannassa, sekä energia- ja ympäristöasioiden hallinnassa. (27.) Energiakatselmuksessa selvitetään rakennuksen energiansäästömahdollisuuksiin ja energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä (26, s. 94). Katselmus esittää energiansäästötoimenpiteet, kannattavuuslaskennan ja vaikutuksen hiilidioksidipäästöihin. Katselmuksessa otetaan myös selvää uusiutuvien energialähteiden käytöstä. (28.)

3.3.3 Auditoinnit

Auditoinneilla mitataan organisaation laadittujen tavoitteiden onnistumista. Auditointi toimii hyvänä suorituskyvyn mittarina. Auditoinnit antavat organisaatioille kehittämisenäkökuksia. Auditointeja on monenlaisia ja niitä suoritetaan monilla eri tavoitteilla ja tyyleillä. Tärkeää on aina suunnitella tavoitteet ja mitä halutaan auditoida ennen auditoinnin alkamista. Auditointeja voidaan tehdä sisäisesti tai ulkoisen organisaation toteutuksena. Tärkein vaihe auditoinneissa on auditointiraportti, jonka avulla voidaan ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin huomattujen epäkohtien parantamiseksi. (29.)

Suomen standardisoimisliiton SFS-EN ISO 19011:2018 mukaan auditointeja voidaan toteuttaa erillään tai yhdistettynä suhteessa eri auditointikriteereihin, joita ovat muun muassa

- yhdessä tai useammassa hallintajärjestelmästandardissa määritellyt vaatimukset
- olennaisten sidosryhmien määrittelemät toimintaperiaatteet ja vaatimukset
- lakien ja viranomaisten vaatimukset
- organisaation tai muun osapuolen määrittelemä yksi tai useampi hallintajärjestelmän prosessi
- johtamisjärjestelmän määrättyjen tuotosten tuottamiseen liittyvä yksi tai useampi hallintajärjestelmän suunnitelma (esim. laatusuunnitelma, projektisuunnitelma). (30.)

3.3.4 Kiinteistöhoiton mitoittaminen

Kiinteistöhoiton mitoittamisella pyritään löytämään kiinteistöön tehokkaat ja mahdollisimman taloudelliset menetelmät. Mitoituksen avulla kiinteistöhoiton laatu- ja tarvevaatimukset saadaan oikealla tasolle. Tarkoituksena on löytää mahdollisimman realistinen henkilömäärä töiden suorittamiseen. Hyvin suunnitellulla ja oikein mitoitetulla kiinteistöhoitolla voidaan säästää kiinteistön hoitokuluissa, pidentää kiinteistön elinkaarta ja tehostaa kiinteistöhoiton ajankäyttöä. Huonosti suunniteltu mitoittaminen voi johtaa yli- tai alimitoitukseen, mikä kostautuu palvelutason heikkenemisenä tai tarpeettoman korkeina kustannuksina. (31, s. 41.)

3.4 Elinkaarijohtamisen ylläpidon tietojärjestelmät

Nykyaikaisessa elinkaarijohtamisessa keskeisessä roolissa ovat ylläpidon tietojärjestelmät. Tietojärjestelmiä tarvitaan kiinteistön käyttövarmuuden suunnittelussa, ohjaamisessa ja seuraamisessa koko elinkaaren ajan. Eri ylläpidon osa-alueista vastaavat henkilöt ovat vastuussa tekemisistään ja myös tiedon tuottamisesta eri tietojärjestelmiin. Tietosisällön hallintaan voidaan käyttää yhtä järjestelmää tai vaihtoehtoisesti eri järjestelmiä ja niiden yhdistelmiä. (32, s. 3; 33, s. 5.)

Tietojärjestelmät ovat väline suunnitelmalliseen kiinteistöpitoon, kiinteistöjohtamiseen, kiinteistön kehittämiseen ja kiinteistön koko elinkaaren hallintaan. Ylläpitojärjestelmien avulla voidaan seurata kiinteistöpidon tavoitteiden toteutumista siinä, miten kiinteistöä halutaan ylläpitää, korjata ja kehittää. (34.)

3.4.1 Elinkaarijohtaminen

Rakennuksen pitkän elinkaaren saavuttamiseen tarvitaan johtamista. Ristimäen mukaan elinkaarihankkeissa on osaoptimointia rakennuttamisen, suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon välillä. Kun rakennus valmistuu, kukaan ei vahdi lopputulosta. Elinkaarijohtamisella pyritään saavuttamaan yhteisesti asetetut elinkaaritavoitteet. Tämä vaatii rakennetun ympäristön johtamista. (35, s. 8.)

Elinkaarijohtaminen aloitetaan vastuun näkökulmasta. Usein rakennushankkeille on mietitty tarkkaan investoinnit ja budjetit, mutta elinkaaren liittyvät vaikutukset pysyvät piilossa. Elinkaarta tulisi miettiä yhdessä eri rakennushankkeen osapuolien kanssa. Pitkän ajan strategia puuttuu valitettavan usein päätöksenteosta. Elinkaarijohtamisella voidaan varmistaa rakennuksen käytettävyys ja arvo. (35, s. 8.)

3.4.2 PTS

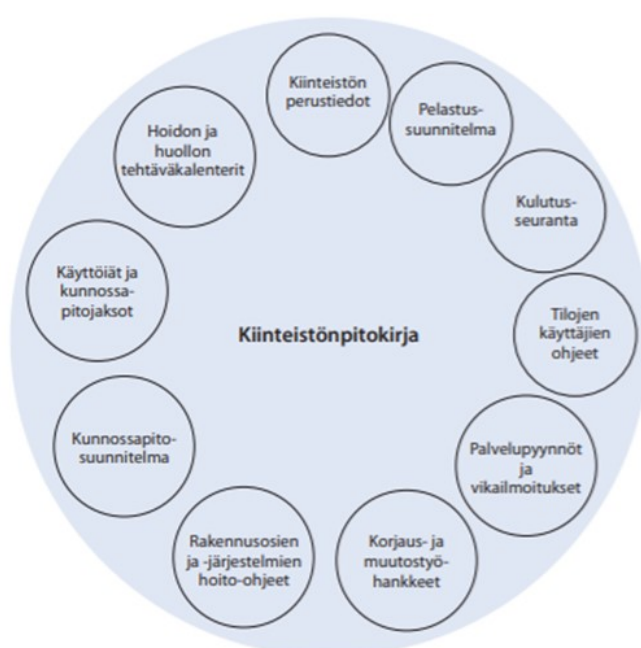
PTS tarkoittaa pitkän aikavälin suunnitelmaa, joka sisältää yhteenvedon koko kiinteistön kunnossapitotoimenpiteistä ja kuntotutkimustarpeista järjestelmittain ja rakenteittain. PTS-suunnitelman voi laatia itse kiinteistön omistaja tai ulkopuolinen asiantuntija. PTS kannattaa rakentaa eri työvaiheiden kautta, jotta saadaan onnistunut lopputulos. Jokaiselle työvaiheelle täytyy asettaa selkeä lopputulema. PTS-suunnitelma ohjaa koko rakennuksen suunnitelmallista ja taloudellista korjaustoimintaa sen elinkaaren aikana. (25; 26, s. 78; 37.)

Kiinteistöhoitaja pystyy PTS-suunnitelman ja kuntoarvion perusteella muodostamaan itselleen kokonaiskuvan kiinteistön laitteiden ja rakennusosien kunnosta, niiden korjaustarpeesta, aikataulusta ja tulevista kustannuksista. Kiinteistöhoitajan kannattaa tutustua ja olla tietoinen kiinteistön PTS-toimenpiteistä ja tarkkailla kiinteistössä liikkuaan kiinteistön kuntoa. Korjaustarpeita huomatessa kiinteistöhoitajan kannattaa ryhtyä jatkotoimenpiteisiin ja tehdä korjausehdotuksia havainnoista. PTS:ään viedään tyypilliset kuntoarvioiden ja energiakatselmusten toimenpide-ehdotukset. (37, s. 18.)

3.4.3 Huoltokirja

Huoltokirja on asiakirja, joka pitää sisällään arvokasta tietoa kiinteistön hoitoon ja ylläpitoon liittyen. Huoltokirjasta voidaan käyttää myös nimeä kiinteistönpitokirja. Huoltokirja toimii kiinteistön hoidon ja ylläpidon työkaluna, jonka avulla ylläpidetään rakennuksen elinkaarta. (19.)

Huoltokirja koostuu monista (kuva 4) eri moduuleista. Huoltokirja sisältää mm. kiinteistö- ja laitetiedot, huoltosuunnitelman ja ylläpidon dokumentteja. Lisäksi sinne tallennetaan huoltotoiminnan yhteydessä tehtyjä havaintoja sekä huoltoraportteja.



Kuva 4. Huoltokirjan sisältämiä moduuleita (19).

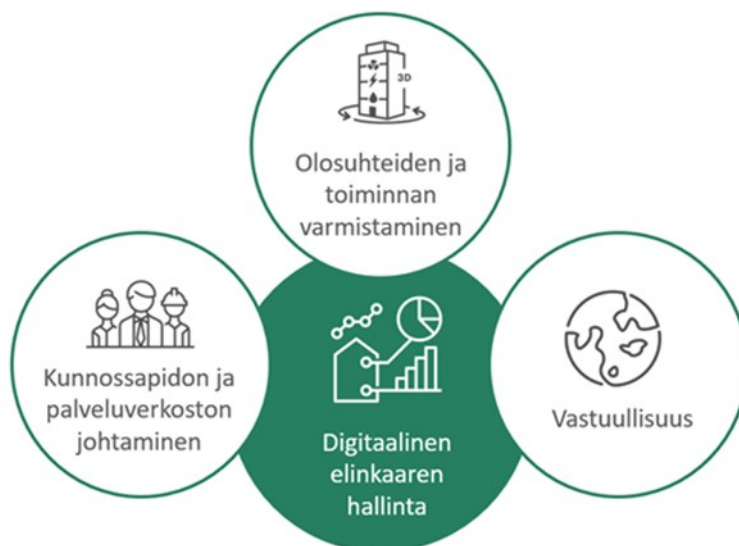
Huoltokirjan laatiminen on tullut pakolliseksi vuoden 2000 alusta lähtien maankäyttö- ja rakennuslaissa. Huoltokirja tulee tehdä jokaiseen uudisrakennukseen, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Huoltokirjan suunnitelmallinen huoltosuunnitelma ohjaa ja opastaa huollon tekijöitä. Huoltokirjaan liitetään usein myös PTS-suunnitelma. Nykypäivän sähköiset huoltokirjat ovat hyvin edistyneitä, ja näihin voidaan sisältää monia eri kiinteistöpitöön liittyviä toimintoja. Näitä ovat muun muassa sopimukset, dokumentit, energianhallinta, huoltosuunnitelma, raportit ym. Huoltokirjaa voidaan käyttää

myös huollon kilpailutuksessa apuna, koska palvelukuvaus on liitetty huoltokirjaan. Huoltokirjoista saadaan tuotettua kiinteistöjohdolle tärkeitä raportteja. (38, s. 554–559.)

Sähköisessä huoltokirjassa tiedot eivät katoa henkilöstön vaihtuessa. Energiatohokkuus pysyy hyvällä tasolla ja olosuhteiden pitäminen halutulla tasolla helpottuu. Huoltokirjan on tarkoituksena näyttää, miten kiinteistöä tulee huoltaa ja kunnossapitää. Huoltokirja toimii määräävänä asiakirjana kiinteistöhoiton odotettuihin tavoitearvoihin ja laatutasoihin, joihin tulisi päästä. (38, s. 554–559.)

4 Elinkaarijohtamisen palvelut ja ohjelmistot

Granlund tarjoaa elinkaarijohtamiseen palveluita ja ohjelmistoa. Tavoitteena Granlundilla on omien asiantuntijoiden avulla parantaa kiinteistöjä elinkaaren hallinnassa. Granlundin tarjoamat palvelut auttavat asiakasta kiinteistöjohtamisessa. Granlundin toiminnassa yhdistyy vahvan toimialan, olosuhteiden ja kunnossapidon asiantuntijuus. Näille palveluille on pohjana muun muassa Granlund Manager, Granlund Designer, Wapice, AI-energia-kartoitus sekä PowerBI -ohjelmistot. (39.) Kuvassa 5 on esitetty Granlundin tarjoamat palvelukokonaisuudet elinkaarijohtamiseen.



Kuva 5. Granlundin palvelukokonaisuudet elinkaarijohtamiseen (39).

4.1 Kunnossapidon johtaminen

Capex-palveluiden avulla voidaan kehittää korjaushankkeiden tarpeellisuutta ja ajoittamista. Capex-palveluilla huomioidaan kiinteistöportfoliossa kiinteistöstrategia sekä kohteiden tekniset tarpeet ja erityispiirteet. (39.)

Jatkuvan Capex-hallinnan avulla ennaltaehkäistään riskejä ja minimoidaan kunnossapidon yllätyksiä. Palvelulla ohjataan suunnitelmallisuutta ja helpotetaan budjetointia. Luodaan selkeyttä päätöksiin näkyvillä toimintatavoilla ja pidetään omistusten arvo ennallaan. Palvelulla päästään myös sijoitetun pääoman tuottotavoitteisiin. (39.)

Kunnossapidon tietojen kokoaminen

Tietojen kokoamiseen yhdistetään perustiedot, korjaushistoria ja PTS-suunnitelmat. Tällöin saadaan näkemys kiinteistön tämänhetkisestä tilasta ja toiminnan tasosta. Mahdollisimman realistiset ja tarkat lähtötiedot antavat hyvän perustan Capex-hallinnalle. Lähtötiedot saadaan haastatteluiden perusteella ja aiempien kuntoarvioiden ja korjaushistorian perusteella. Mikäli kaikille kiinteistöille ei ole PTS-suunnitelmaa tehty, tällöin sovi- taan erikseen tarpeellisista kuntoarvoista ja luodaan sen perusteella PTS-suunnitelmat kohteille, joilta se puuttuu. Ennalta mainittujen tehtävien jälkeen saadaan määriteltyä kohdekohtaiset tekniset nykyarvot. (39.)

Haltuunottovaihe

Haltuunottovaiheessa järjestetään tavoite- ja strategiatyöpaja, missä muodostetaan mit- tarit ja tavoitteet vastaamaan PTS-suunnitelmia omistajan strategiaan tavoitteisiin. Työ- pajassa otetaan kantaa myös budjetoinnin aikatauluun ja selvennetään ymmärrys vuok- rasopimuksen mukaisista ylläpitovastuista huomioiden vuokrasopimusten kesto. Tämän jälkeen laaditaan suunnitelma, joka esitetään portfolio- ja kohdetasolla Power-BI-muo- dossa. Suunnitelman pohjana toimivat PTS-tiedot ja asetetut kunnossapidon strategiset tavoitteet toimenpiteiden priorisoinnissa. (39.)

Portfoliotason suunnitelmassa korjaustoimenpiteet ja huomiot kohdistetaan kiinteistöihin, joissa ei ole päästy asetettuihin tavoitetasoihin. Kohdekohtaisessa Capex-suunnitelman laadinnassa paneudutaan miettimään, miten tavoiteltu tavoitetaso saavutetaan ja millä aikataululla tavoitteeseen halutaan päästä. (39.)

Jatkuva palvelu

Jatkuva palvelu muuttaa PTS:n päivittämisen prosessiksi. Jatkuvassa palvelussa päivitetään asiakkaan kohteiden strategiat vastaamaan tämänhetkistä strategiaa. Palvelulla pidetään kohteiden kuntotiedot ajan tasalla muun muassa vuosittaisilla auditoinneilla ja uusien kuntoselvityksien ja tutkimusten avulla. (39.)

4.2 Palveluverkoston johtaminen

Palveluverkostolla tarkoitetaan kiinteistön ylläpitoa varten ostettuja kiinteistöpalveluita, jotka kohdistuvat kiinteistön hoitoon ja ylläpitoon sekä toimitiloihin ja käyttäjiin. Palveluverkoston (Opex) johtamisella luodaan edellytykset ja varmistetaan laadukkaan ja kustannustehokkaan ylläpitotoiminnan koko palvelusopimuksen elinkaaren ajaksi. Palvelukokonaisuus sopii esimerkiksi kiinteistöhoitolle ja huollolle, tekniselle manageeraukselle, talotekniikan seurantapalveluille ja muille kiinteistöpalveluille. (39.)

Palveluiden hankinnan valmisteluvaihe

Hankinnan valmisteluvaiheessa analysoidaan esimerkiksi kiinteistöhoidon tai siivouksen ylläpitotoiminnan nykytila auditointien tai työpajojen avulla. Valmisteluvaiheessa myös kartoitetaan järjestelmä- ja laitetiedot, tehdään työmäärän mitoittaminen ja resurssitarve. (39.)

Kilpailutusvaihe

Kilpailutusvaihe alkaa konsultoinnilla, jossa määritetään tavoitteet ja tarpeenmukainen laatutaso palveluille. Asiakasta autetaan kilpailutuksessa tarpeen mukaan. Palvelukuvauksien sisältö määritetään vastaamaan kohteita ja haluttua laatutasoa. Tämä tarkoittaa, että huoltokirjan huoltosuunnitelmaan sisältyvät oikeat huollot kiinteistön laitteille

sekä järjestelmille, ja tehtävän sisällöt sisältävät oikeat huoltotehtävät. Kilpailutusvaiheessa luodaan myös palkitsemismallit asetettujen laatutasovaatimusten saavuttamiseksi. Näin pystytään varmistamaan, että omistajan ja palvelutuottajan tavoitteet toteutuvat. (39.)

Sopimuskausi

Sopimuskauden alkaessa Granlund pitää huolen, että palvelusopimuksessa veloitettut tehtävät tulee suoritettua aikataulun mukaisesti ja kuitattua huoltokirjaan. Huoltotehtävistä otetaan myös raportteja, joista nähdään, onko huoltotehtävät suoritettu ajallaan. Sopimuskaudella suoritetaan auditointeja, joiden avulla selvitetään, onko laatutasoihin ja vaatimuksiin päästy. Huoltokirjakoordinoitien avulla saadaan hankevaiheesta siirrettyä olennaiset tiedot ylläpitovaiheeseen. Ylläpidon työmäärämitoittamisella helpotetaan toiminnan suunnittelua ja resurssien käytön optimointia. (39.)

4.3 Olosuhteiden ja toiminnan varmistaminen

Olosuhteiden ja toiminnan varmistamisella voidaan pitää rakennuksen hyvät sisäilmaolosuhteet ja toiminnan energiatehokkuuden. Palvelun avulla voidaan myös helpottaa palveluverkoston etäseurantaa ja ohjausta. Palvelukokonaisuus koostuu energiaohtamisen palveluista, joissa huolehditaan asiakkaan puolesta energiadatan keruusta, seurannasta ja analysoinnista. Myös kehitystoimintaan puututaan, jos sellaista tunnistetaan. Digitaalisissa kiinteistöpalveluissa varmistetaan asiakkaan talotekniikan toimivuus, parannetaan olosuhteita ja vähennetään energiahävikkiä. (39.)

4.4 Ympäristö ja vastuullisuus

Granlund tarjoaa ympäristö ja vastuullisuus palveluita varmistaakseen asiakkaan energia- ja ympäristötavoitteiden saavuttamisen. Ympäristö- ja vastuullisuuspalveluita ovat

- olemassa olevien rakennusten ympäristösertifiointit
- hiilineutraalisuustiekartta ja ympäristöstrategia
- kiinteistöjen ympäristövaikutuksien vähentäminen
- GRESB-raportointi
- vastuullisuus- ja ympäristökoulutukset
- käyttäjien hyvinvointi
- tietoisuuden lisääminen käyttäjille, vastuullisen käytön ohjaus ja viestintä
- kestävän liikkumisen tukeminen. (39.)

4.5 Digitaalinen elinkaaren hallinta

Digitaalinen elinkaaren hallinta perustuu tiedolla johtamiseen, jossa kaikki tiedot ovat samassa paikassa. Nykypäivän rakennuksista saadaan hyvin paljon dataa. Dataa täytyy osata käsitellä, jotta sitä voidaan tarkastella. Granlund Managerin avulla käyttökelpoista dataa voidaan hyödyntää. Granlund Manageriin tuodusta datasta voidaan johtaa raportteja ja analyyseja, joiden avulla elinkaaren hallintaan voidaan vaikuttaa. (39.)

Granlund Manager on kiinteistöjohtamisen ja energianhallinnan digitaalinen alusta, joka toimii pilvipohjaisena ohjelmistona. Managerin avulla voidaan helpottaa kiinteistöjohtamista. Ohjelmalla voidaan tuottaa erilaisia raportteja ja hallinnoida prosesseja. Ohjelma on hyvin skaalautuva asiakkaan tarpeiden mukaan. Granlund Managerilla saadaan sujuvuutta kiinteistön ylläpitoon. Granlund Manager sisältää muun muassa seuraavat prosessit:

- operatiivinen huoltotoiminta
- kunnossapito (PTS)
- huoltokirja
- laatu ja auditointi
- dynaaminen raportointi
- energia ja ympäristö
- integraatiot ja konversiot
- digital twin
- tekniikan toimivuuden varmistaminen. (40.)

5 Haastattelut

5.1 Haastatteluiden sisältö

Opinnäytetyön selvitysosuutta varten haastateltiin kahta datakeskuksien ylläpidosta vastaavaa henkilöä ja kolmea datakeskusasiantuntijaa. Haastateltaville lähetettiin sähköpostit etukäteen, jossa oli opinnäytetyöstä lyhyt kuvaus ja haastattelukysymykset. Yksi haastateltavista vastasi suoraan haastattelukysymyksiin kirjoittaen hänen vastauksensa ja toimitti ne takaisin sähköpostilla. Kahta datakeskusasiantuntijaa ja kahta datakeskuksen ylläpidosta vastaavaa henkilöä haastateltiin Microsoft Teamsin välityksellä. Haastattelut toteutettiin luottamuksellisesti, eikä kenenkään nimiä tai yrityksiä mainita tässä työssä. Datakeskusten ylläpitotoimista kerrotaan hyvin vähän julkisesti-, eli siitä, miten ylläpito toimii ja miten sitä toteutetaan eri toimijoiden osalta.

Haastattelukysymykset laadittiin teemoittain Granlundin tarjoamien elinkaaripalveluiden osalta. Asiantuntijoiden ja datakeskustoimijoiden osalta haastattelukysymykset (liitteet 1

ja 2) laadittiin lähes samanlaisiksi tulosten analysoinnin helpottamista varten. Haastatteluiden tavoitteena on selvittää, miten ylläpitopuoli on rakentunut, mitä haasteita ja parannettavaa siinä koetaan. Lisäksi mietitään Granlundin tarjoamien elinkaaripalveluiden soveltuvuutta datakeskuksiin.

5.2 Kunnossapidon ja palveluverkoston johtaminen

Kiinteistön ylläpidon merkitys koettiin erittäin tärkeäksi haastatteluissa. Datakeskuksissa ylläpidetään kriittisiä laitteita, joiden täytyy toimia ilman vikaantumista ympärivuorokautisesti. Datakeskukset pyörittävät monien eri yritysten ydintoimintaa, esimerkiksi sähköposteja ja ohjelmistoja. Haastatteluissa todettiin kaikkien haastateltavien osalta, että datakeskuksen kriittisiin laitteisiin lukeutuu sähkönsyöttö, fyysinen turvallisuus, jäähdytys ja yhteydet. Näiden kaikkien järjestelmien täytyy toimia, jotta toiminta datakeskuksissa toimii luotettavasti ja katkeamattomasti. Varsinkin kriittiset järjestelmät ovat kahdennetuja järjestelmiä. Lisäksi ylläpidon on täytettävä asiakkaiden välisissä sopimuksissa vaaditut asiat. Sähkönsaanti voidaan esimerkiksi luvata toimivan 99,9 %:n varmuudella asiakkaalle. Mikäli näin ei tapahdu, datakeskustoimijan ja asiakkaan välisen palvelutasosopimuksen alittamisesta seuraa sanktioita datakeskustoimijalle.

Datakeskuksilla on omat konesalitiimit, jotka valvovat datakeskuksien toimintaa vuorokauden ympäri. Konesalitiimille tulee tieto valvontajärjestelmästä, mikäli jokin laite on mennossa tai menee rikki. Tämän jälkeen konesalitiimi tilaa huollon laitteelle. Datakeskuksissa ulkoistetaan yleensä perus ylläpidon, kuten kiinteistöhuolto, siivous ja pienet korjaukset. Lisäksi heillä on myös laitehuoltosopimukset laitetoimittajien kanssa. Sijainnin ja sopimuksen mukaan huollon on tultava paikalle.

Haastatteluissa koettiin eri näkemyksiä ulkoisille palveluntuottajille. Eräs datakeskustoimija kertoi, että yhdellä palveluntuottajalla toiminta on epätehokasta kustannusmielessä. Toinen toimija kertoi, että kiinteistöhuolto on ottanut enemmän vastuuta jäähdytyksestä. Tavoitteena toimijalla on olla vähemmän riippuvainen sidosryhmistä.

Datakeskuksen laitteille tehdään säännöllisin väliajoin huoltoja ja määräaikaistarkastuksia. Haastatteluiden perusteella kriittiset järjestelmät vaativat jatkuvaa seurantaa. Kriittisissä laitteissa on paljon antureita, jotka mahdollistavat automaattisen valvonnan ja automaattiset hälytykset vian tullessa.

Auditointeja suoritetaan datakeskuksissa tarkastuslistojen avulla. Haastatteluiden perusteella auditoinneissa tarkasteltavat asiat riippuvat pitkälti viranomaistarkastusten ja sertifiointien vaatimuksista. Datakeskustoimijat tekevät kuukausi (suppea)- ja vuosi (laajempi) -testejä järjestelmilleen. Lisäksi vakuutusyhtiöt tekevät myös tarkastuksia vuosittain. Datakeskusasiiantuntijoiden mukaan auditointeja olisi hyvä tehdä lisäksi koekäyttöihin, järjestelmätestauksiin, energiaan, siivoukseen, ylläpidon ja raportoinnin toimivuuteen ja toiminnallisuuteen liittyen.

Datakeskuksissa käytetään erilaisia ylläpidonhallintajärjestelmiä, kuten CMMS ja DCIM. Haastatteluissa ilmeni, että ylläpidonhallintajärjestelmiä on monia ja niiden määrä riippuu täysin datakeskustoimijasta. Huoltosuunnitelmat, energiaseuranta, PTS-suunnitelmat, olosuhteiden seuranta, vikatiketointi sekä rakennusautomaatio voivat olla hajautettu moneen eri järjestelmään. Lisäksi IT- ja talotekniikan puolella on omat valvontajärjestelmät.

Kunnossapidon PTS-suunnitelmaa hallinnoidaan yhden datakeskustoimijan mukaan heidän yrityksensä omassa toiminnanohjausjärjestelmässä. Toinen datakeskustoimija mainitsi, että heillä on oma seuranta investointien kannalta, milloin laitteita tulisi huoltaa tai uusida. Heillä elinkaariseurantaa tehdään Excelissä. Kunnossapidon PTS:ää suoritetaan erilaisten tarkastuksien yhteydessä haastatteluiden mukaan.

Viimeinen kysymys kunnossapitoon ja palveluverkoston johtamisen teemaan liittyen oli, missä ylläpitoon, tarkastuksiin tai kunnossapitoon liittyvissä asioissa koetaan parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa. Tähän haastateltavien perusteella saatiin eri näkemyksiä. Yksi haastateltavista korosti, että hän näkee tulevaisuutta tekoälyssä ja koneälyssä. Tekoälyn ansiosta voitaisiin paremmin ennakoida laitteiden hajoamista. Toinen haastateltava koki, että heidän yrityksellään olisi parannettavaa pitkäaikaisseurannassa. Kehitettävää koettiin myös yhdeltä toimijalta tuotantokustannusten laskemisessa. Lisäksi kustannusrakennetta ja laskutusta asiakkaan suuntaan koettiin parannettavaksi.

Parannettavaa ylläpidon toimivuuteen haastatteluiden perusteella nähtiin kokonaisuuden ohjaamisessa. Varsinkin pienemmillä datakeskustoimijoilla ei välttämättä ole täydellistä osaamista kokonaisuuden ohjaamisessa, esimerkiksi muutostöiden osalta ei ole aina antaa tietämystä eri laitteiden osalta.

5.3 Ympäristö ja vastuullisuus

Ensimmäisenä kysymyksenä ympäristö ja vastuullisuus teemaan liittyen kysyttiin, miten ympäristöön ja vastuullisuuteen liittyvät asiat ovat huomioitu toiminnassa. Vihreän sähkön käyttö nousi heti puheeksi tässä kysymyksessä ensimmäisenä. Uusiutuva energia ja datakeskusten hyvä hyötysuhde koettiin tärkeänä.

Energiankäyttöä seurataan ja raportoidaan eri seurantajärjestelmien kautta. Haastatteluiden perusteella raportteja saadaan monista eri järjestelmistä. Energiatehokkuusarvoa (PUE) mitataan ja raportoidaan datakeskuksissa. Haastatteluiden perusteella myös esimerkiksi hiilijalanjälkeä mitataan ja raportoidaan tietyissä datakeskuksissa. Ympäristöön, vastuullisuuteen tai energiankäyttöön liittyviä toimenpiteitä on tällä hetkellä hyödynnetty muun muassa hukkalämmön hyödyntämisellä ja vihreällä energialla.

Ympäristö ja vastuullisuus -teeman viimeisenä kysymyksenä kysyttiin, mitä parannettavaa koetaan tässä hetkessä tai tulevaisuudessa näiden suhteen. Yksi haastateltavista kertoi, että heillä on parannettavaa energiatehokkuudessa. Datakeskuksen kuormat ovat tällä hetkellä pieniä. Datakeskukset suunnitellaan täyden kapasiteetin mukaisesti. Kone-salia jäähdytetään liikaa, ja tämä vie energiaa turhaan ja heikentää energiatehokkuusarvoa. Haastateltava koki parannettavaa energian optimoinnissa ja siihen etsitään ratkaisuja jatkuvasti.

Toinen haastateltava kertoi parannettavaksi asiaksi hukkalämmön huomioimisen. Hukkalämmön käyttöä ei huomioida kaikissa auditoinneissa tarpeeksi tällä hetkellä energiatehokkuuden parantamisessa. Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan optimaalinen varmistaminen nousi toisena parannuskohteena. Tavoitteena on kehittää mittarointia, raportointeja ja hälytyksiä paremmalle tasolle. Asiantuntijoiden mukaan varsinkin vanhem-

missa datakeskuksissa hukkalämmön hyödyntämisessä olisi vielä parannettavaa. Olemassa oleviin datakeskuksiin muutosta ei ole helposti tehtävissä, ja tällä hetkellä tätä ei lähdetä kovin helposti vielä tekemään suurien investointien takia.

5.4 Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen

Datakeskusympäristössä olosuhteiden, energiatehokkuuden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen perustuu sähkön syöttöön; se tulee monesta eri syötöstä. Lisäksi varvoimageneraattoreilla varmistetaan sähkön saanti ja kahdennetuilla järjestelmillä pyritään estämään vian sattuessa seisonta-aikaa. Kahdennettuja järjestelmiä koestetaan kuukausi- tai vuositesteillä. Energiatehokkuus varmistetaan energian optimoinnilla. Energian optimoinnissa on parannettavaa kuitenkin vielä monella datakeskustoimijalla.

Rakennusautomaatiosta saadaan paljon dataa datakeskustoimijoille. Eri järjestelmien hälytykset ja raportit tulevat rakennusautomaatiosta suoraan konesalitiimille, joko sähköpostilla tai suoraan toiminnanohjausjärjestelmään. Haastatteluiden perusteella rakennusautomaatiosta saatu mittaus ja raportointi on hyvää, mutta niiden analysointiin kaivattaisiin lisää osaamista.

Asiantuntijoiden mukaan datakeskusten energian optimoinnissa kapasiteetin mukaan on vielä parannettavaa. Näihin löytyy usein ohjaukset, mutta kyse on enemmän arvojen optimoinnista. Lisäksi ylemmän tason raportoinneissa koetaan parannettavaa yleisellä tasolla. Usein raportit toteutetaan automaation perusraporteilla. Automaatiotoimittajilla on hyvää tarjontaa esimerkiksi DCIM-järjestelmä, josta saadaan monipuolisia ja hyviä raportteja.

5.5 Digitaalinen elinkaaren hallinta

Ylläpitoon käytettävä ohjelmistokokonaisuus vaihtelee datakeskustoimijoiden välillä. Ylläpidon ohjelmistokokonaisuudet koostuvat pääosin IT-valvonnasta, rakennusautomaatiosta, kameravalvonnasta ja kulunvalvonnasta. Haastatteluissa ilmeni, että ylläpitojärjestelmä voi olla yhdessä infran ja IT:n osalta tai ne voivat olla omissa järjestelmissään.

Ylläpitojärjestelmät ovat rakentuneet erilaisista monitorointijärjestelmistä ja niihin liittyvistä graafi-, raportointi-, tiketti- ja kalenterityökalusta. Datakeskuksen johto ja operatiivinen tiimi käyttävät pääosin ylläpitojärjestelmiä. Asiakkaille toimitettavat raportit vaihtelevat asiakkaan sopimuksen mukaan, mitä kukin vaatii.

Kriittisten laitteiden, kuten IT-laitteiden, jäähdytyslaitteiden, pumppujen, akkujen ja venttiilien toiminnasta johdetut raportit ja analyysit koetaan hyödyllisiksi datakeskuskiinteistön ylläpidon johtamisessa. Dataa saadaan datakeskuksista todella paljon. Dataa täytyy osata käsitellä oikein, jotta voidaan saada järkeviä tietoja raportoitua ja mahdollisesti ennustamaan laitteen mahdollinen vika.

Viimeisenä kysymyksenä digitaaliseen elinkaarenhallintateemaan kysyttiin, miten tärkeänä koetaan digitaalinen elinkaarihallinta datakeskusympäristössä ja järjestelmien keskinäinen integraatio. Haastateltavat kokivat tärkeäksi toimivat elinkaarihallinnan prosessit, jotka vastaavat tosiasiallista tarvetta. Yksi haastateltavista totesi, että heidän yrityksellään digitaalinen elinkaarenhallinta on vielä lapsen kengissä. Manuaalista työtä paljon, mutta on koettu toimivaksi tähän mennessä. Myös integraatioiden välillä huomattavia eroavaisuuksia. Integroidut järjestelmät riippuvat pitkälti datakeskustoimijan tarpeista.

Eräs datakeskusasiantuntija kertoi, että hänen näkemyksensä mukaan integraatioita ei ole hirveästi vielä toteutettu eri järjestelmien välillä. Integraatiot eivät hänen mielestään tuo lisäarvoa toimintaan, ellei siihen saada myös uutta palvelua mukaan. Haastateltavan mukaan ulkoistettuja palveluita kannattaisi kilpailuttaa useammalle toimijalle. Digitalisaatio voisi auttaa jakamaan toimijoita paikkakuntaakohtaisesti aina parhaalle mahdolliselle toimijalle. Digitalisaatio auttaisi tässä tuomaan lisäarvoa, että saataisiin huolloille vasteaikoja ja voitaisiin mitata toiminnan laatua, toiminnan täsmällisyyttä ja laitoksen toimivuutta paikallisesti. Laskutus perustuisi tällä toimintatavalla tehtyyn työhön, eikä sopimuksessa arvioituun työhön.

6 Palveluiden ja ohjelmistojen soveltuvuus datakeskustoimijoille

Kunnossapidon ja palveluverkoston johtaminen

Tällä hetkellä kunnossapidon toiminta näyttää olevan jotenkin hajanaista. Datakeskustoimijoilla on erilaisia käytäntöjä hoitaa kunnossapitoa. Kunnossapito ei jokaisella toimijalla vaikuta olevan täysin rullaava prosessi. Granlundin ohjelmistolla pystyttäisiin saamaan PTS määrämuotoisemmaksi ylläpidon prosessiksi ja palveluiden avulla pystyttäisiin rullaavasti pitämään tietosisältöä kasassa. Esimerkiksi rullaavalla Capex-palvelulla arvioidaan säännöllisin väliajoin järjestelmien kuntoa ja kunnan kehittymistä. Tätä kautta pystytään määrittelemään PTS:ssä, missä vaiheessa kunnossapitotoimenpide tulisi tehdä tai järjestelmän uusiminen.

Datakeskuksissa suoritetaan auditointeja erilaisten tarkistuslistojen avulla. Datakeskustoimijoilla on sisäisiä auditointeja, joita suoritetaan kiertäen datakeskusta. Näissä tarkastuksissa kierretään datakeskusta ja merkataan tarkastuslistaan tilojen, järjestelmien ja laitteiden osalta suoritettavat tarkastukset. Lisäksi vaatimukset auditoinneille riippuvat viranomaistarkastuksista ja sertifiointeista, joita niissä tarkastellaan. Myös vakuutusyhtiöt tekevät omia auditointeja datakeskuksiin.

Palveluverkoston ei olla aina täysin tyytyväisiä. Pienemmillä datakeskustoimijoilla ei ole välttämättä riittävää kyvykkyyttä määrittää palveluntuottajilta hankittavan palvelukokonaisuuden tarpeenmukaista sisältöä. Pienille organisaatioille palveluverkoston johtamisen palveluilla voisi olla mahdollisuus parantaa toimintaa muutoksen hallinnassa. Hyvin usein yksittäiset projektipäälliköt hoitavat toimintaa ja muutoksia. Suunnitteluun, projektointiin ja elinkaarijohtamiseen nähdään tarvittavan osaamista. Datakeskusasiantuntijoiden mukaan datakeskuksiin olisi hyvä tehdä auditointeja kiinteistöhoitoon, koekäyttöihin, järjestelmätestauksiin, energiaan, siivoukseen, ylläpidon ja raportoinnin toimivuuteen sekä toiminnallisuuteen liittyen.

Granlundin tarjoamalla Opex-palvelukokonaisuudella voidaan varmistaa datakeskustojen laadukas ylläpitotoiminta koko elinkaaren ajaksi. Opex-palvelukokonaisuudessa analysoidaan nykyisen ylläpitotoiminnan vahvuudet ja heikkoudet. Lisäksi resurssitarpeissa, työmäärämitoituksessa ja kilpailutuksessa autetaan löytämään paras ja kustan-

nustehokkain ratkaisu palveluverkostolle. Granlundin palveluiden avulla pystytään kar-
toittamaan kohteessa olevien laitteiden määrät ja näin laskea työmäärien resurssit. Li-
säksi Granlund Manager -ohjelmistolla pystytään parantamaan suunnitelmallista ylläpi-
toa huoltosuunnitelmalla. Sopimuskaudella laatua ja tavoitteita seurataan säännöllisillä
auditoinneilla.

Ympäristö ja vastuullisuus

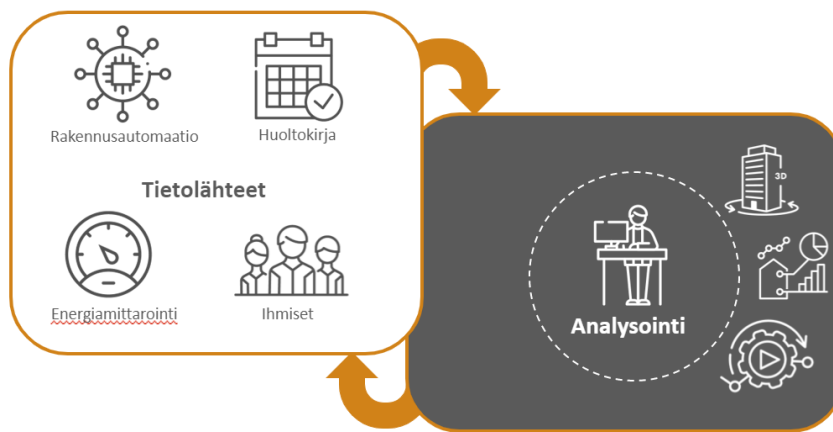
Olemassa olevien datakeskusten energiankäytössä koetaan parannettavaa. Vihreän
sähkön ostaminen näkyy monessa toimijassa. Hukkalämmöntalteenotto on tulossa koko
ajan kovaa vauhtia enemmän puheenaiheeksi datakeskustoiminnassa. Datakeskustoi-
mijat laskevat ja raportoivat tällä hetkellä PUE-arvoa asiakkailleen. Ympäristösertifioin-
teja ja hiilineutraalisuustavoitteita ei ole jokaisella toimijalla vielä toteutettu. Näihin asioi-
hin Granlundilla on palveluita saavuttaa vastuullisuus- ja ympäristötavoitteet.

Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen

Energian optimointi koetaan haasteeksi monella toimijalla. Datakeskuksiin ei ikinä raken-
neta täyttä kapasiteettia kerrallaan, vaan koko ajan datakeskuksiin lisätään kapasiteettia.
Mahdollisuus tässä voisi olla optimoida laitteiden käyttöä, virtauksia ja lämpötiloja kuor-
man mukaan. Pystyttäisiinkö optimoinnilla saamaan säästömahdollisuuksia ilman inves-
tointeja? Usein energian optimointiin on jo valmiiksi ohjaukset, mutta arvojen optimoin-
nissa koetaan parannettavaa. Energian optimoinnilla pystytään saamaan ylläpito- ja
energiasäästöjä. Haastatteluiden perusteella varsinkin uudemmissa datakeskuksissa ra-
kennusautomaatiosta saatu mittaus ja raportointi koetaan hyväksi, mutta datakeskustoi-
mijoiden mukaan niiden analysointiin kaivattaisiin vielä lisää osaamista.

Granlund voisi lähestyä datakeskustojen energian optimoinnin parantamisessa. Op-
timoinnilla olisi tarvetta monella datakeskustojen toimijalla. Havainnollistamisella, analysoi-
malla ja ohjaamisella koetaan olevan tarvetta. Kriittisten asioiden, kuten jäähdytyslaittei-
den, pumppujen, akkujen tai venttiilien toimintaa pystytään seuraamaan. Dataa tuote-
taan datakeskuksista erittäin paljon. Dataa tulisi hallita oikein, jotta järkeviä tietoja pysty-
tään raportoimaan ja analysoimaan. Esimerkiksi datalla on mahdollista ennakoida lait-
teen vika ja puuttua vikaantumiseen ennen suurempaa vahinkoa.

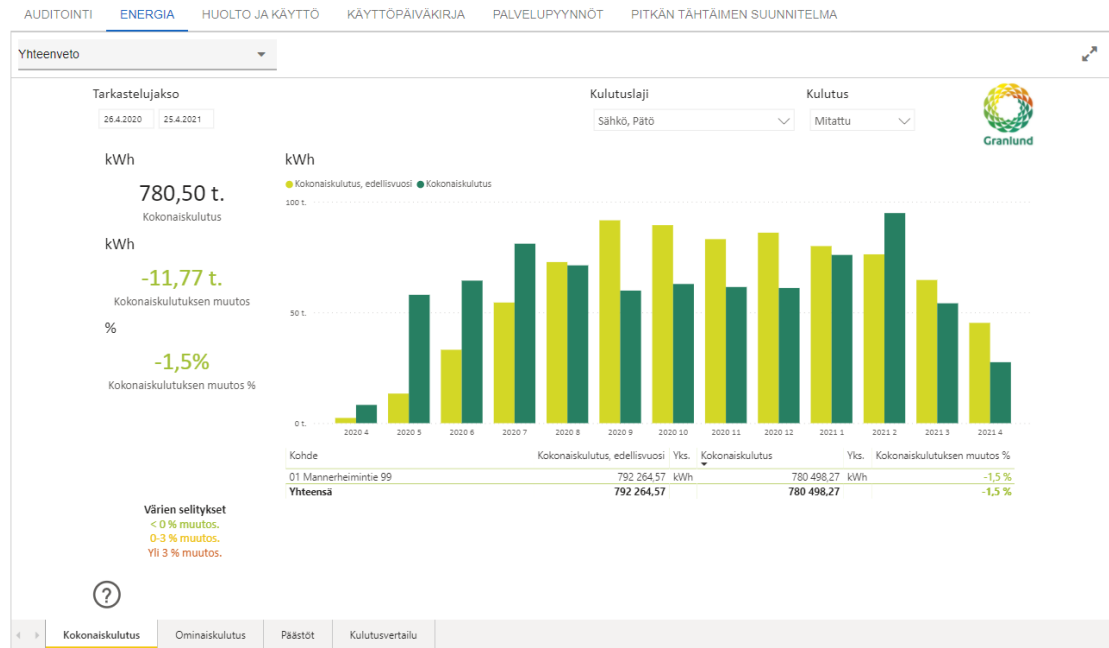
Granlundin tarjoamalla olosuhteiden ja kiinteistötoiminnan varmistamisen palvelulla saadaan energianseuranta kuntoon ja datasta saadaan hyödyllistä tietoa. Jatkuvan palvelun avulla varmistetaan talotekniikan toimivuus ja sen analysointi. Granlundin palveluilla saadaan energiankulutukseen kattavat mittaus- ja analysointipalvelut. Analysoinnilla arvioidaan toimenpiteitä, joilla energiankulutusta saadaan pienennettyä. Asiantuntijat havainnoivat ja analysoivat dataa (kuva 6) sekä ohjaavat järjestelmiä ja huoltotoimintaa niin, että energiatehokkuus parantuu ja kiinteistö toimii optimaalisella tavalla. Hyvin suunniteltu energiaseuranta pienentää kokonaisenergiankulutusta.



Kuva 6. Analysoinnin prosessi. Kuva: Granlund Oy.

Digitaalinen elinkaaren hallinta

Tietojärjestelmien välisiä ohjelmistointegraatioita ei ole yleisesti toteutettu datakeskus-toiminnassa. Integraation trendi on kuitenkin koko ajan kasvava. Granlundin tarjoamalla digitaalisella elinkaarenhallinnalla voidaan dataa kerätä eri järjestelmistä yhdelle alustalle, josta sitä on helpompaa raportoida ja analysoida. Tämä vaatii rajapintoja ja integraatiota eri järjestelmiin. Datan analysointi ja raportointi yhdestä alustasta helpottaa ylläpidon toimintaa. Datakeskuksien infrapuolella tällainen tiedolla johtaminen voisi toimia. Usein IT-puolella datakeskustoimijoilla on DCIM-järjestelmä. Granlundilla on palvelun lisäksi tähän Granlund Manager -ohjelmisto, jossa dataa voidaan järkevästi visuaalisessa muodossa esittää ja raportoida. Raportteja pystytään muokkaamaan suodatuksilla ja rajauksilla lukijalle helpommin ymmärrettävään muotoon. Kuvassa 7 on esitetty Granlund Manager -ohjelmistosta tuotettu esimerkkiraportti sähkön kokonaiskulutuksesta vuoden ajalta.



Kuva 7. Esimerkkikuva Granlund Manager -ohjelmiston raportista.

7 Päätelmät

Datakeskuksissa on erilaisia toimintamalleja riippuen siitä, ketä keskus palvelee. Haastatteluiden perusteella sain yleistä näkemystä datakeskusten ylläpitotoiminnasta ja tarpeista. Haastatteluiden osalta voidaan todeta, että toimintatavat riippuvat täysin datakeskustoimijasta ja heidän tuottamistaan palveluista. Datakeskusten ylläpito eroaa myös tuottavtko he palveluaan itselleen vai asiakkailleen. Datakeskustoimintaa itselleen tuottavien organisaatioiden ylläpito nähdään usein toimivan hyvin säästökannalla, koska datakeskus ei ole heillä suoraan ydintoimintaa. Lisäksi datakeskuksen koko, ikä ja asiakkaat vaikuttavat ylläpidon toimintaan.

Ylläpidonhallintajärjestelmien määrissä huomattiin haastatteluiden perusteella olevan eroja. Hallinta voidaan toteuttaa joko yhden hallintajärjestelmän kautta, tai se voi olla hajautettu moneen eri järjestelmään.

Datakeskusten ylläpitotoiminta on paljon kriittisempää verrattuna normaaliin toimisto-kiinteistöön nähden. Laitteita ja järjestelmiä täytyy valvoa 24/7, koska datakeskukset toi-

mivat vuorokauden ympäri. Energianhallinta on monimutkaisempaa kuin toimistokiinteistöissä. Sähkön saanti on varmennettu monella eri sähkön syötöllä. Myös kriittiset laitteet ovat kahdennettuja. Datakeskuksissa valvotaan reaaliaikaisesti energiankäyttöä ja seurataan laitteiden ja järjestelmien vikaantumista.

Insinööriyössä täytyy ottaa huomioon, että datakeskukset kehittyvät kovaa vauhtia ja muutaman vuoden takainen tieto voi olla jo vanhentunutta. Varsinkin tietotekniikan ala kehittyi todella kovaa vauhtia. Lisäksi työn haastatteluosuudessa täytyy ottaa huomioon, miten tarkasti datakeskustoimijat halusivat kertoa omasta toiminnastaan vai kertoivatko he yleisellä tasolla. Itse opin opinnäytetyön aikana paljon datakeskuksista ja niiden ylläpidosta. Teoriaosuus antoi lisää näkemyksiä datakeskuksista ja yleisesti kiinteistön ylläpidosta.

Haasteena opinnäytetyössä oli datakeskustoimijoiden erilaiset toimintatavat, jotka vaihtelevat paljon. Hyvänä asiana työhön liittyen oli datakeskusasiantuntijoiden haastattelut, joista sain laajempaa näkemystä eri datakeskustoimijoiden ylläpidon toiminnasta ja tarpeista. Haastatteluihin sain näkemystä kolmelta datakeskusasiantuntijalta ja kahdelta datakeskustoimijalta. Kaikilla haastateltavilla oli omat näkemyksensä asioista. Tiettyjä yhtäläisyyksiä nousi kuitenkin esiin. Energiatohokkuuden parantaminen nousi suurimmaksi haasteeksi. Tähän syynä on datakeskusten suuri energiankäyttö, jota pyritään jatkuvasti parantamaan.

Insinööriyöhön olisi voinut haastatella enemmän datakeskustoimijoita. Tällöin tarpeista ja vaatimuksista olisi saanut vielä laajemman näkemyksen. Datakeskusten ylläpitotoiminnasta ei haluta paljoa puhua ulkopuolisille kovan kilpailun ja tietoturvan takia. Alkuperäiseen suunnitelmaan kuului haastatella neljää datakeskustoimijaa, mutta lopuksi vain kahdelta sain luvan haastatteluun. Yksi haastattelu peruuntui viime hetkellä kiireiden takia ja toinen datakeskustoimija perui, koska operointiin liittyvät tiedot ovat heille luottamuksellisia, eivätkä halua tietoa julkiseen opinnäytetyöhön.

Aihealue oli haastava, mutta tärkeä Granlundin kannalta. Granlundin palvelut ja ohjelmistot sopivat tulosten perusteella datakeskusympäristöön. Haasteena voi palveluiden ja ohjelmistojen kanssa tulla se, että dataa tulee datakeskuksista mielettömät määrät ja niiden yhdistäminen ja vieminen järkevään muotoon ei ole maailman helpoin asia. Li-

säksi tarvitaan monia rajapintoja eri järjestelmien välille. Suuremmilla globaaleilla toimijoilla on yleensä omat toimintamallit ja järjestelmät, jonka kautta he toimintaa pyörittävät. Lisäksi globaaleilla datakeskustoimijoilla on isot konesaliitit, josta harvoin osaamista puuttuu.

8 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin, miten datakeskuksen ylläpitopuoli on rakentunut ja miten sitä tehdään. Työssä selvitettiin asioita, joita datakeskustoimijat kokevat tarpeelliseksi, ja mitä Granlundin tarjoamia elinkaaripalveluita ja ohjelmistoja voidaan jatkossa tarjota datakeskustoimijoille.

Työssä havaittiin, että datakeskusten ylläpitotoimintaa olisi mahdollista parantaa kunnossapidon PTS:ää, jotta siitä saataisiin määrämuotoisempi ja rullaavampi prosessi. Parantamista koettiin myös kiinteistöhoito- ja palvelusopimusten kilpailuttamiseen sekä palveluverkoston johtamiseen liittyen.

Monella datakeskustoimijalla koetaan parannettavaa vielä energian optimoinnin kanssa. Talotekniikan toimivuuteen kaivattaisiin näin ollen lisää osaamista. Kriittisten laitteiden, kuten pumppujen, jäähdytyslaitteiden, akkujen tai venttiilien toimintaa pystytään seuraamaan. Erään datakeskustoimijan mukaan rakennusautomaatiosta saatu mittaus ja raportointi on hyvää, mutta niiden analysointiin kaivattaisiin lisää osaamista.

Dataa ja raportteja saadaan datakeskustoimijoille monista eri järjestelmistä tällä hetkellä. Integraatioita eri järjestelmien välillä ei tällä hetkellä olla vielä hirveästi toteutettu. Trendi on kuitenkin kasvava datakeskustoiminnassa. Datan tuominen yhdelle alustalle ja tätä kautta raporttien tarkastelu helpottaisi ylläpidon toimintaa. Haastatteluissa kuitenkin koettiin, että integraatiot eivät itsessään tuo lisäarvoa, mikäli siihen ei saada palvelua mukaan.

Ympäristöön liittyen datakeskustoimijat käyttävät yhä enemmän vihreää energiaa. Hukkalämpöä hyödynnetään uusissa datakeskuksissa, mutta vanhoissa datakeskuksissa on

vielä parantamisen varaa. Vastuullisuus asioissa nähdään eroja toimijoiden välillä. Haastatteluiden perusteella kaikilla datakeskustoimijoilla ei ole ympäristösertifiointeja ja hiili-neutraalisuustavoitteita vielä toteutettu.

Työn tulosten perusteella datakeskuksien ylläpitotoimintaa voisi näin ollen parantaa etenkin kiinteistöhoiton hankintaan, kilpailutukseen ja laadunvalvontaan, sekä talotekniikan toimivuuteen, energiatehokkuuteen ja PTS:ään liittyvillä palveluilla ja ohjelmistoilla. Opinnäytetyön tulosten perusteella Granlund osaa jatkossa tunnistaa aiempaa paremmin datakeskuksien ylläpidon haasteet ja tämän avulla kehittää sekä kohdentaa palvelutarjoamaansa paremmin alan toimijoille.

Jatkoehdotuksena tälle työlle voisi mahdollisesti olla eri järjestelmien integrointimahdollisuuden selvittäminen raportointikyvykkyyden parantamiseksi, mikä mahdollistaisi uusien palveluiden käyttöönottamisen.

Lähteet

- 1 Selvitys IT-ympäristön sähkönsäästökeinoista. 2010. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/files/4427/Konesalipalvelujen_energiatehokkuuden_periaatteet.pdf>. Luettu 15.2.2021.
- 2 Stenberg, Sven-Åke. 2015. Tietokonesalien hukkalämmön hyödyntämismahdollisuuksien teknis-taloudellinen optimointi. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Aaltodoc-tietokanta.
- 3 Data Centers in Finland – Konesalit Suomessa. Verkkoaineisto. Ite wiki Oy. <<https://www.itewiki.fi/opas/data-centers-in-finland-konesalit-suomessa/>>. Luettu 15.2.2021.
- 4 Geng, Hwaiyu. 2014. Data center handbook. E-kirja. John Wiley & Sons.
- 5 Energiatehokas konesali – Konesalien luvattu maa?. 2010. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/4828/Energiatehokas_konesali.pdf>. Luettu 16.2.2021.
- 6 How Much Energy Do Data Centers Really Use?. 2020. Verkkoaineisto. Energy Innovation. <<https://energyinnovation.org/2020/03/17/how-much-energy-do-data-centers-really-use/>>. Luettu 18.1.2021.
- 7 Abadi, Mostafa Fadaeefath; Haghghat, Fariborz & Nasiri, Fuzhan. 2020. Data center maintenance: applications and future research directions. Verkkoaineisto. Facilities. <https://www.researchgate.net/publication/340477624_Data_center_maintenance_applications_and_future_research_directions>. Luettu 20.2.2021.
- 8 Erittäin suurta energiategokkuutta datakeskuksiin. Verkkoaineisto. Swegon. <<https://www.swegon.com/fi/oppaat/datakeskukset/>>. Luettu 21.2.2021.
- 9 Patronen, Jenni & Uimonen Heidi. 2020. Energiategokkuusdirektiivin mukainen selvitys hukkalämmön potentiaalista ja kustannushyötyanalyysi tehokkaasta lämmityksestä. Verkkoaineisto. AFRY Management Consulting. <<https://afry.com/fi-fi/Projektit/selvitys-hukkalammon-potentiaalista-ja-lammitysjarjestelmien-kustannustehokkuudesta>>.
- 10 Maailman suurin datakeskusyhtiö lisää investointejaan Suomeen. 2021. Verkkoaineisto. Yle.fi. <<https://yle.fi/uutiset/3-11754468>>. Luettu 12.2.2021.
- 11 Lawrence, Andy. 2020. Data center PUEs flat since 2013. Verkkoaineisto. Uptime Institute. <<https://journal.uptimeinstitute.com/data-center-pues-flat-since-2013/>>. Luettu 15.1.2021.

- 12 Konesalien hurja energiankulutus talteen. 2015. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/uutiset/blogi/konesalien-hurja-energiankulutus-talteen/>>. Luettu 28.2.2021.
- 13 Rihti, Mari. 2019. Datakeskukset ovat unohdettu päästöjen lähde – ”Päästöt ovat samalla tasolla maailman lentoliikenteen kanssa”. Verkkoaineisto. Telia Oy. <<https://www.telia.fi/yrityksille/artikkelit/artikkeli/datakeskukset-ovat-unohdettu-paastojen-lahde>>. Luettu 23.2.2021.
- 14 Cherian, Anu. Evolving Facility Management Trends in Data Centers. Verkkoaineisto. Fmlink. <<https://www.fmlink.com/articles/evolving-facility-management-trends-in-data-centers/>>. Luettu 3.3.2021.
- 15 Potts, Michael. 2012. What Functionality is Important for DCIM Solutions?. Verkkoaineisto. Data Center Knowledge. <<https://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/29/important-functionality-for-dcim-solutions>>. Luettu 15.2.2021.
- 16 Potts, Michael. 2012. Why Do I Need DCIM?. Verkkoaineisto. Data Center Knowledge. <<https://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/24/why-do-i-need-dcim>>. Luettu 15.2.2021.
- 17 Potts, Michael. 2012. How Do I Select a DCIM Tool to Fit My Data Center?. Verkkoaineisto. Data Center Knowledge. <<https://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/31/selecting-dcim-tools-for-data-center>>. Luettu 15.2.2021.
- 18 Kiinteistön ylläpito ja korjaaminen. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yl-lapito_ja_korjaaminen>. Luettu 15.2.2021.
- 19 Kiinteistöliiketoiminnan sanasto 2. laitos. 2013. KH X9-00526. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 20 Justander, Klaus & Puhto, Jukka. 2003. Huoltokirja osana kiinteistön ylläpidon tiedonhallintaa. Verkkoaineisto. Teknillinen korkeakoulu. <<http://www.cem.tkk.fi/fsr/Julkaisut/Raportti%20216.pdf>>. Luettu 12.3.2021.
- 21 Tekniset Palvelut. Verkkoaineisto. Lännenpalveluyhtiöt. <<https://www.lkpalvelu.fi/palvelut/tekniset-palvelut>>. Luettu 25.2.2021.
- 22 KiinteistöRYL. 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 23 Kiinteistöalan koulutussäätiö. 1995. Kehitä kiinteistöpalveluja! - Opas kiinteistöpalvelujen vastuuhenkilöille. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy

- 24 Ota kiinteistö haltuun ennakoivalla kunnossapidolla. 2020. Verkkoaineisto. Raksystems. <<https://www.raksystems.fi/ajankohtaista/ota-kiinteisto-haltuun-ennakoivalla-kunnossapidolla/>>. Luettu 29.2.2021.
- 25 Toimitilakiinteistön kuntoarvio tilaajan ohje. 2019. RT 103096. Helsinki: Rakennustietosäätiö Oy.
- 26 Myyryläinen, Leevi. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Gummerus Kirjapaino Oy.
- 27 Energiakatselmustoiminta. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta>>. Luettu 10.2.2021.
- 28 Energiakatselmukset. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiakatselmukset>. Luettu 10.2.2021.
- 29 Vuori, Matti. 2010. Toiminnan auditoinnista ja hieman myös arvioinnista. Verkkoaineisto. <https://www.mattivuori.net/julkaisuluettelo/liitteet/toiminnan_auditoinnista.pdf>. Luettu 30.3.2021.
- 30 SFS-EN ISO 19011. Johtamisjärjestelmän auditointiohjeet. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 31 Niikko, Aappo. 2015. Kuntien kiinteistönhoidon resurssien mitoituksen optimointi. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Aaltodoc-tietokanta.
- 32 Kiiveri, Jouko. 2000. Kunnossapidon tietojärjestelmät. Verkkoaineisto. <<http://www.momenthits.fi/ESV5230/tietoj%E4rjestelm%E4t.pdf>>. Luettu 25.3.2021.
- 33 Kiinteistönpitokirja kiinteistön elinkaaren hallinnassa. 2016. KH 90-00611. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 34 Kiinteistönpitokirja. 2016. Ennen RakMK A4:n voimaantuloa rakennettu kiinteistö. (KP2). KH 90-00613. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 35 Kivestä muuraamalla. 2017. Verkkoaineisto. Rakennustuoteteollisuus RTT. <https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/km_1_2017/6>. Luettu 18.1.2021.
- 36 Toimitilakiinteistön kuntoarvio. 2019. Kuntoarvioijan ohje. RT 103097. Helsinki: Rakennustietosäätiö Oy.
- 37 Kiinteistönhoidon käsikirja. 2020. Kiinteistömedia Oy.

- 38 Pirinen, Auli & Kukkonen, Esko. 2000. Rakennuksen huoltokirjan laadinta ja hyödyntäminen. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020601.pdf>>. Luettu 21.2.2021.
- 39 Elinkaarijohtamisen myyntiesitys. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Granlund Oy.
- 40 Ohjelmistot. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/ohjelmistot/>>. Luettu 20.3.2021.

Haastattelukysymykset datakeskusasiantuntijoille

Kysymykset Datakeskusasiantuntijoille:

Kiinteistöpidon ja palveluverkoston johtaminen:

1. Miten datacentereiden ylläpitopuoli on rakentunut, miten sitä tehdään ja mitkä asiat ovat kriittisiä toimijoille?
2. Miten kiinteistöjen ylläpitoa seurataan/johdetaan ja millaisia haasteita näette DC ylläpidon johdossa?
3. Millaisia määrämuotoisia tarkastuksia (Auditointeja) olisi hyvä tehdä datacentereihin?
4. Miten datacentereissä hallinnoidaan kunnossapidon PTS:ää ja millä menetelmillä sitä ylläpidetään? (Kuntoarviot, jatkuva rullaava ylläpito ym.?)
5. Missä ylläpitoon, tarkastuksiin tai kunnossapitoon liittyvissä asioissa olisi parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa.

Ympäristö ja vastuullisuus:

6. Miten ympäristöön ja vastuullisuus liittyvät asiat näkyvät tällä hetkellä datacenter toimijoissa?
7. Mitä ympäristö- ja vastuullisuusasioita nähdään tärkeäksi?
8. Miten näette ympäristö- ja vastuullisuusasioiden olevan tällä hetkellä?
9. Missä ympäristöön ja vastuullisuuteen liittyvissä asioissa olisi parannettavaa?
10. Millaisia vaatimuksia on energiankäytön seurantaan ja raportointiin?

Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen:

11. Miten olosuhteiden, energiatehokkuuden ja toimivuuden varmistamisesta on huolehdittu datacenter ympäristössä?
12. Onko datacentereiden rakennusautomaatiojärjestelmässä jotain sellaista tietoa mitä tulisi pystyä hyödyntämään nykyistä paremmin toiminnan ohjaamisessa
13. Missä olosuhteiden, energiatehokkuuden tai toimivuuden seurantaan liittyvissä asioissa koette parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa.

Digitaalinen elinkaarihallinta:

14. Miten datacenterin ylläpitoon käytettävä ohjelmistokokonaisuus on rakentunut ja mitä käyttäjäryhmiä ohjelmistoilla on?
15. Mitä asioita käsitellään ylläpidon järjestelmissä/ohjelmistoissa ja miten ylläpidon prosessit on rakennettu?
16. Minkä tyyppiset eri järjestelmien sisältämästä datasta johdetut raportit tai analyysit olisivat hyödyllisiä datacenterkiinteistön ylläpidon johtamisessa?
17. Kuinka tärkeänä näette digitaalisen elinkaarihallinnan datacenter ympäristössä ja järjestelmien keskinäisen integraation?

Haastattelukysymykset datakeskustoimijoille

Kysymykset Datakeskustoimijoille:

Kiinteistöpidon ja palveluverkoston johtaminen:

1. Miten datacentereiden ylläpitopuoli on rakentunut, miten sitä tehdään ja mitkä asiat ovat kriittisiä toimintanne kannalta? (Miksi?)
2. Teettekö määrämuotoisia tarkastuksia kohteillenne (Auditointeja). Millä menetelmällä tarkastukset tehdään ja mitä asioita näissä tarkastellaan?
3. Miten teidän organisaatiossanne hallinnoidaan kunnossapidon PTS:ää ja millä menetelmillä sitä ylläpidetään? (Kuntoarviot, jatkuva rullaava ylläpito ym.?)
4. Missä ylläpitoon, tarkastuksiin tai kunnossapitoon liittyvissä asioissa koette parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa? (Miksi?)

Ympäristö ja vastuullisuus:

5. Miten ympäristöön ja vastuullisuuteen liittyvät asiat on huomioitu toiminnassanne tällä hetkellä?
6. Miten energiankäyttöä seurataan ja raportoidaan?
7. Millaisia ympäristöön, vastuullisuuteen tai energiankäyttöön liittyviä toimenpiteitä tai muita kehityspolkuja olette suunnitelleet tulevaisuuteen? (esim. Ympäristösertifioinnit, hiilineutraaliustavoitteet, vihreä energia, kompensoinnit?)
8. Missä ympäristöön ja vastuullisuuteen tai energiankäyttöön liittyvissä asioissa koette parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa? (Jos parannettavaa, mitä?)

Olosuhteiden ja kiinteistön toiminnan varmistaminen

9. Miten olosuhteiden, energiatehokkuuden ja toimivuuden varmistamisesta on huolehdittu datacenter ympäristössä?
10. Onko datacentereiden rakennusautomaatiojärjestelmässä jotain sellaista tietoa mitä tulisi pystyä hyödyntämään nykyistä paremmin toiminnan ohjaamisessa?
11. Missä olosuhteiden, energiatehokkuuden tai toimivuuden seurantaan liittyvissä asioissa koette parannettavaa tässä hetkessä tai tulevaisuudessa.

Digitaalinen elinkaarihallinta:

12. Miten datacenterin ylläpitoon käytettävä ohjelmistokokonaisuus on rakentunut ja mitä käyttäjäryhmiä ohjelmistoilla on?
13. Mitä asioita käsittelette ylläpidon järjestelmissä/ohjelmistoissa ja miten ylläpidon prosessit on rakennettu?
14. Minkä tyyppiset eri järjestelmien sisältämästä datasta johdetut raportit tai analyysit olisivat hyödyllisiä datacenterkiinteistön ylläpidon johtamisessa?
15. Kuinka tärkeänä näette digitaalisen elinkaarihallinnan datacenter ympäristössä ja järjestelmien keskinäisen integraation?