

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Talotekniikan koulutusohjelma

Timo-Pekka Mutanen

Älyrakentamisen hyödyt toimistoympäristössä

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2018
Talotekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä
Timo-Pekka Mutanen

Nimeke
Älyrakentamisen hyödyt toimistoympäristössä

Toimeksiantaja
Granlund Helsinki Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä älyrakentamisen terminologiaa ja etsiä talotekniikan ja siihen integroitavien tai siitä hyötyvien järjestelmien tuomia ratkaisuja toimistoympäristön arjen helpottamiseksi. Tärkeänä osa-alueena oli myös luoda tulevaisuusikkuna ja huomioida jo tämän päivän rakentamisessa tulevaisuuden teknologian vaatimukset, jotta älyrakentamisen ratkaisut ovat myöhemmin tuotavissa olemassa oleviin kiinteistöihin.

Varsinaista aiempaa tutkimustietoa aiheesta oli hyvin vähän saatavilla. Toimeksiantajan Granlund Helsinki Oy:n toiveena oli löytää investointiperusteita älyrakentamiselle. Työssä käytiin läpi joukko erilaista älykkäitä järjestelmiä, joita voidaan käyttää toimistoympäristössä.

Opinnäytetyön tulevaisuusikkuna johdettiin aihepiiristä löytyneen kirjallisen materiaalin ja loka-marraskuussa 2018 tehtyjen henkilöhaastattelujen perusteella saaduista tuloksista. Tieto ratkaisujen tuomista mahdollisuuksista ja mahdollisesta hyödystä koottiin suurimmaksi osaksi henkilöhaastatteluina ja älyrakentamisen ratkaisuja tarjoavien suomalaisten yritysten antaman informaation perusteella. Älyrakentamisen ratkaisujen toimivuutta ja niiden integroitavuutta erilaisissa toimistotiloissa arvioitiin matriisimallia hyödyntäen.

Kieli
suomi

Sivuja 55

Asiasanat

Smart Building, älyrakentaminen, energiatehokkuus, älykäs työympäristö, toimistorakentaminen



THESIS
December 2018
Degree Programme in
Building Services Engineering
Tikkariinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author
Timo-Pekka Mutanen

Title
Benefits of Smart Building in Office Environment

Commissioned by
Granlund Helsinki Oy

Summary

The aim of this thesis was to clarify the terminology related to smart building technology and to find building services solutions that together with different integrable smart building technology solutions can increase wellbeing and effectivity in office spaces. An important aspect was also to consider the demands and opportunities for future technology to ensure that it will be integrable with the buildings being constructed today. The thesis also aims to create a future window for smart building solutions.

Pre-existing research about smart building technology in office spaces is limited. The goal of Granlund Helsinki Oy, the commissioner of this thesis, was to assess the reasons and premises to invest in intelligent building technology. The thesis examines a group of different intelligent features that can be utilized in office environments.

Information about the opportunities and potential benefits of smart building solutions was mostly gathered through personal interviews that were conducted during October and November 2018. Information was also provided by the Finnish companies that already utilize some of these intelligent solutions, and written material about smart building technology was utilized insofar as it was found. Matrix model was used to summarize the benefits and requirements of smart building technology solutions and the future window was created based on these results.

Language

Finnish

Pages 55

Appendices 0

Pages of Appendices 0

Keywords

Smart building, smart construction, energy efficiency, smart environment

Sisältö

1	Johdanto.....	7
2	Opinnäytetyön viitekehys.....	8
2.1	Smart Buildingin vaikutusalueet.....	8
2.2	Smart Building eri osa-alueilla	9
2.3	Tilaratkaisut	10
2.4	Tilatehokkuus	10
2.5	Käyttäjät.....	12
3	Tulevaisuusikkuna.....	13
3.1	Yleinen taso.....	13
3.2	Tekninen taso	14
4	RAU-järjestelmän hyödyntäminen älyrakentamisessa	16
4.1	Rakennusautomaatio.....	16
4.2	RAU-järjestelmien kehityskaari.....	16
4.3	Älyrakentamiseen soveltuva RAU-järjestelmä	17
5	Kiinteistön hallinta ja vikailmoitukset	19
5.1	Toiminta yleisesti	19
5.2	Hyödyt käyttäjälle	19
5.3	Hyödyt yritykselle.....	19
5.4	Toteutettavuus.....	20
6	Olosuhdekartta	21
6.1	Toiminta yleisesti	21
6.2	Hyödyt käyttäjälle	21
6.3	Hyödyt yritykselle.....	22
6.4	Toteutettavuus.....	23
7	Kalenterivaraukset ja käyttöastemittaus	24
7.1	Toiminta yleisesti	24
7.2	Hyödyt käyttäjälle	25
7.3	Hyödyt yritykselle.....	25
7.4	Toteutettavuus.....	26
8	Vierailijahallintajärjestelmä	27
8.1	Toiminta yleisesti	27
8.2	Hyödyt käyttäjälle	27
8.3	Hyödyt yritykselle.....	28
8.4	Toteutettavuus.....	28
9	Älykäs hissikutsujärjestelmä.....	29
9.1	Toiminta yleisesti	29

9.2	Hyödyt käyttäjälle	29
9.3	Hyödyt yritykselle.....	30
9.4	Toteutettavuus.....	30
10	Älykäs kulunvalvonta.....	31
10.1	Toiminta yleisesti	31
10.2	Hyödyt käyttäjälle	31
10.3	Hyödyt Yritykselle	31
10.4	Toteutettavuus.....	32
11	Pysäköinnin opastus	33
11.1	Toiminta yleisesti	33
11.2	Hyödyt käyttäjälle	33
11.3	Hyödyt yritykselle.....	33
11.4	Tekninen toteutus	34
12	Sisäpaikannus.....	36
12.1	Toiminta yleisesti	36
12.2	Hyödyt Käyttäjälle.....	36
12.3	Hyödyt yritykselle.....	36
12.4	Toteuttettavuus.....	37
13	Tulokset	38
13.1	Investointien vaikutus työntekijään	38
13.2	Toimistotilojen käyttö Suomessa	38
14	Älyrakentamisen järjestelmien soveltuvuus.....	40
14.1	Soveltuvuus toimistorakennuksen koon mukaan.....	40
14.2	Soveltuvuus toimistotilan tyypin mukaan	41
14.3	Järjestelmien optimoiminen ja tietomalli	42
14.4	Integraatiot.....	43
15	Taloudellisia perusteita älykkäälle rakentamiselle.....	45
15.1	Uusi teknologia	45
15.2	Tapaus 1.....	45
15.3	Tapaus 2.....	47
16	Tulosten analysointi	49
16.1	Energiatehokkuus.....	49
16.2	Ajansäästö ja hyvinvointi	49
16.3	Turvallisuus järjestelmätasolla.....	50
17	Rakennuksesta kerätyn tiedon keskittäminen ja jakaminen	51
17.1	Tiedon lähteet.....	51
17.2	Tiedon kerääminen ja jakaminen.....	51

17.3 Tietosuoja	52
Pohdinta.....	53
Lähteet.....	54

- Kuva 1. Kiinteistön käyttökulut (World Green Building Council 2014)
- Kuva 2. Toimiston olosuhdekartta (Tieto Oyj 2018)
- Kuva 3. Käyttäjän hyvinvointi (Tieto Oyj 2018)
- Kuva 4. Ovenpielinäyttö (Taitori Oy 2018)
- Kuva 5. Varauskartta (Taitori Oy 2018)
- Kuva 6. Vierailijanhallintajärjestelmän aulapääte (System Oy 2018)
- Kuva 7. Kone Residential Flow, kulkulupa puhelimen avulla (Kone Oyj 2018)
- Kuva 8. Abloy OS integraatiot (Abloy Oy 2018)
- Kuva 9. Sisäpaikannusjärjestelmä (Tieto Oyj 2018)

- Kuvio 1. Älyrakentamisen soveltaminen erityyppisissä kohteissa
- Kuvio 2. Smart Building eri osa-alueilla
- Kuvio 3. Erilaisten toimistojen tilantarve (RT 95-11151 SIT 92-610100)
- Kuvio 4: Työympäristön evoluutio (Taitori 2018)
- Kuvio 5. Tuottava työympäristö (Taitori 2018)
- Kuvio 6. Informaation kulku yrityksen prosesseissa (Claude Doom 2010)
- Kuvio 7. Markkina ulkopuolisille tuotekehittäjille
- Kuvio 8. RAU-järjestelmän osa-alueet (European building automations control association 2018)
- Kuvio 9. investoinnin vaikutus työntekijään (CABA 2017)
- Kuvio 10. Toimistotilan keskiarvovuokra sijainnin perusteella (Catella Q4/2016)
- Kuvio 11. Toimistotilan vuokra käyttäjää kohden tilatyypin ja sijainnin perusteella
- Kuvio 12. Rakennuksen tiedonhallinta

Taulukko 1. Älykkään järjestelmän soveltuvuus toimistoympäristön koon mukaan.

Taulukko 2. Älykkään järjestelmän soveltuvuus toimistotilan tyyppin mukaan.

Taulukko 3. järjestelmien väliset integraatiohyödyt

Taulukko 4. Toimitilojen siirto ydinkeskustaan, ilman lisäkustannuksia

Lyhenteet

RAU	Rakennusautomaatio
I/O	Input / output liitäntä, joka liittyy RAU-järjestelmän hallintaan
Wi-Fi	Langaton lähiverkko
PoE	Power over Ethernet
RFID	Radio frequency identification
IoT	Internet of things
CMR	Customer-managed relationship

1 Johdanto

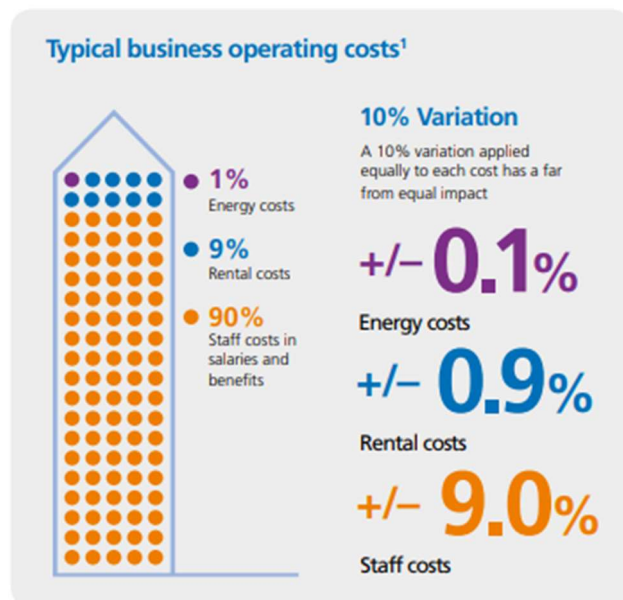
Opinnäytetyö tutkii aihetta ja terminologiaa rakennusautomaatioon liittyvän Smart Building -käsitteen ympärillä. Smart Building on kansainvälisesti käytetty käsite, jota voi mielestäni kuvata rakennusautomaation seuraavana sukupolvena. Käsite on kuitenkin hyvin uusi, eikä sille ole olemassa virallista määritelmää. Smart Building -termi voidaan suomentaa vapaasti 'älyrakentaminen', mutta sen sisältö täytyy määritellä erikseen. Esimerkiksi Smart Building Instituten määritelmän mukaan "älykäs rakennus antaa ajantasaista tietoa järjestelmien ja kiinteistön tilasta, valvoo ja ennakoi virhetilanteita, yhdistää talotekniikan hallintatason muihin järjestelmiin raportointia varten, sekä mahdollistaa energianhallinnan ja kestävä kehityksen" (Kauppila 2015).

Smart Building on terminä erittäin laaja ja käsittää sisällään paljon enemmän kuin perinteinen rakennusautomaatio. Sen lisäksi, että haluamme säätää rakennuksesta ilmanvaihtoa, lämmitystä, valaistusta ja kaikkiea helposti mitattavia asioita, haluamme toteuttaa tämän kaiken siten, että rakennuksen käyttäjä olisi mahdollisimman tehokas ja hyvinvoiva toimintaympäristössään.

2 Opinnäytetyön viitekehys

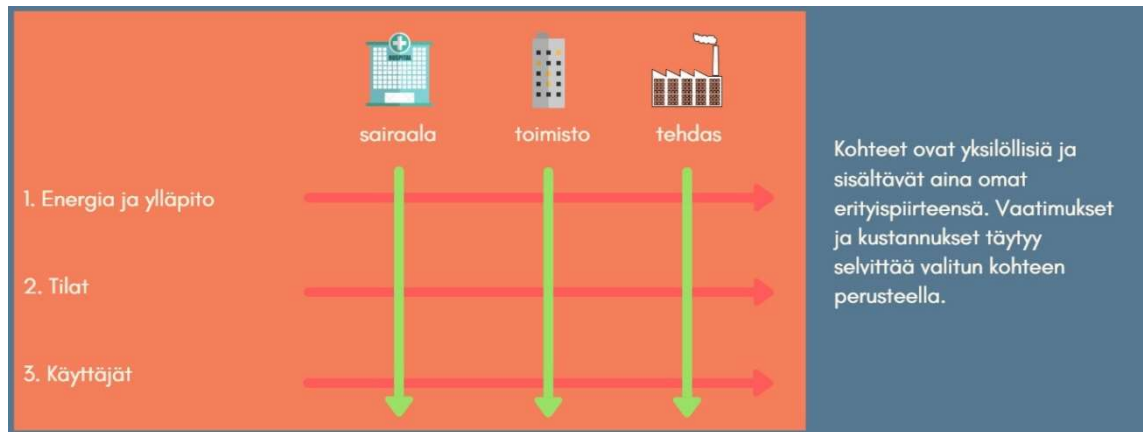
2.1 Smart Buildingin vaikutusalueet

Älykäs rakentaminen ei ole vain energiankulutuksen minimointia, vaan se ottaa huomioon myös rakennuksen käyttötavan ja käyttäjän (De Groot, 2018). Älykkäästä rakentamisesta puhuttaessa energiatehokkuus on yleensä ensimmäinen mieleen nouseva asia. Täytyy kuitenkin muistaa, että täyttä toimistorakennusta tarkasteltaessa energiakulut ovat vain murto-osan verrattuna tilojen vuokratuluihin, saati henkilöstökuluihin (kuva 1).



Kuva 1. Kiinteistön käyttökulut (World Green Building Council 2014).

Edellä esitetyistä käyttökuluista johtuen älyrakentamisen täytyy ulottua myös rakennuksen käyttämiseen. Aihetta tutkittaessa on muistettava, että sovellettavat kohteet ovat yksilöllisiä, minkä vuoksi niitä tulee tarkastella kutakin erikseen käyttötavan mukaan. Tämä lähestymistapa on tehokkaampi kuin yrittää etsiä toisistaan huomattavasti poikkeaviin toimintaympäristöihin, kuten sairaalaan, toimistoon ja tehtaaseen, soveltuvia käyttäjän ajanhukan poistavia ratkaisuja (kuvio 1).



Kuvio 1. Älyrakentamisen soveltaminen erityyppisissä kohteissa.

2.2 Smart Building eri osa-alueilla

Aiheen rajaamiseksi älyrakentamisen voi jakaa nopeasti kolmeen kategoriaan (kuvio 2): energia ja ylläpito, tilat sekä käyttäjät. Näistä osa-alueista muodostuu toimiva käsitteistö, jonka avulla laaja alue saadaan jaettua helpommin käsiteltäviin sektoreihin. Puhuttaessa toimistorakentamisesta voidaan todeta, että sektoreiden välillä kustannukset kymmenkertaistuvat aina seuraavaan sektoriin siirryttäessä. Energia ja ylläpito maksavat vuodessa 30 € / m², tilojen vuokraaminen 300 € / m² ja henkilöstökulut 3000 € / m² (Jernberg, 2018.) Kulut ovat tietysti yksilöllisiä ja vahvasti esimerkiksi sijainnista riippuvaisia, mutta antavat kuvan suuruusluokasta ja auttavat investoinnin arvon määrittämisessä. Energiankulutus on helposti mitattavissa ja investoinnin takaisinmaksuaika on laskettavissa. Siirryttäessä seuraaviin osa-alueisiin, eli tiloihin tai käyttäjiin, on arvon ja takaisinmaksuajan määrittäminen huomattavasti vaikeampaa. On kuitenkin syytä muistaa tilojen ja käyttäjien tuomat moninkertaiset kustannukset yritykselle, joiden vuoksi investoiminen toimistoympäristön toiminnan tehostamiseen voi olla erittäin kannattavaa.



Kuvio 2. Smart Building eri osa-alueilla.

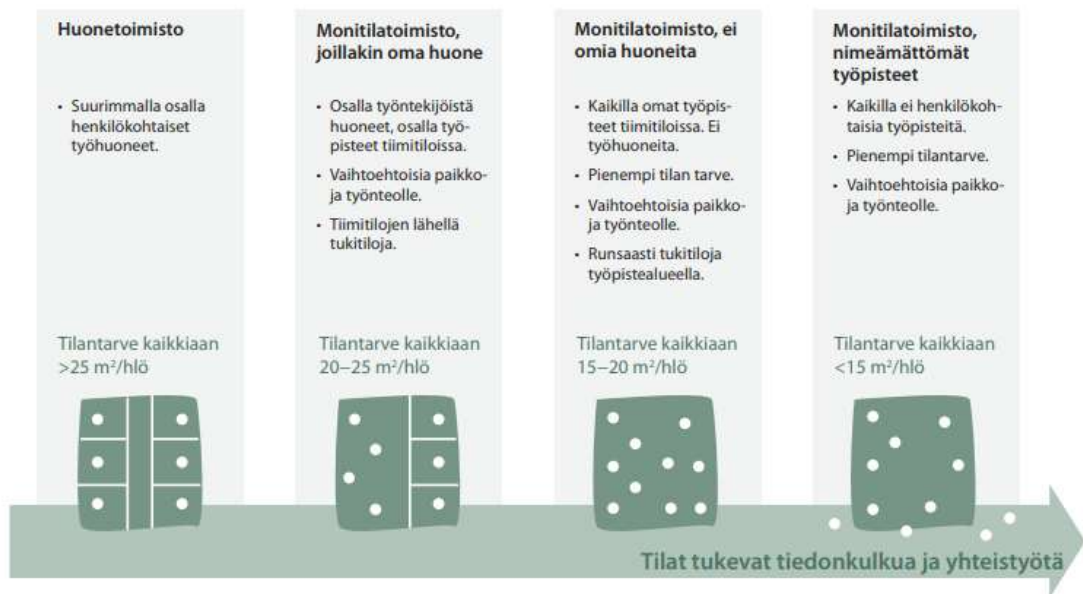
2.3 Tilaratkaisut

Ensimmäisenä sektorina on energian kulutuksen optimointi. Aihe on osa rakennusten energiatehokkuuden parantamista niin rakenteilla kuin hyvillä taloteknisillä ratkaisuilla. Energiatehokkuus on ollut rakentamisen trendinä jo parin vuosikymmenen ainakin energian hinnan nousun ja rakennuslainsäädännön kiristymisen seurauksena. Sähkö- ja lämmityskulujen mittaaminen on helppoa ja aihealuetta on tutkittu paljon. Tänä päivänä energiankulutus on jo hyvin ennustettavissa. Uudet rakennukset voidaan mallintaa ja niistä voidaan laskea energiankulutus käyttötavan, rakenteiden ja ympäristön perusteella hyvinkin tarkasti etukäteen. Energiatehokkuus on tärkeä osa älyrakentamista ja sektori onkin kehittynyt viime vuosina kovaa vauhtia, mutta toisaalta se pitää sisällään vain osan mahdollisesta älykkyydestä.

2.4 Tilatehokkuus

Toimistotilan määrä muuttuu käytettävän toimistotyypin perusteella. Huonetoimiston ja erityyppisten monitilatoimistojen tilantarpeissa on suuria eroja (kuvio 3). Työympäristön evoluutio (kuvio 4) näkyy siinä, etteivät toimistot ole enää "koppikonttoreita", vaan monipuolisia monikäyttötiloja. Tilatehokkuutta ja käyttöasteita on pyritty kasvattamaan merkittävästi. Toimitiloista pyritään tekemään viihtyisiä ja toimivia, mutta samaan aikaan niiden pinta-alaa pyritään karsimaan. Uusi trendi ovat olohuonetyyppiset tilat, joissa on esimerkiksi useita yhden hengen työpisteitä. Työmatkojen ja etätöiden takia työpaikalla fyysisesti vietetty aika vaihtelee, eikä monitilatoimistoissa ole välttämättä kaikille omaa

nimettyä työpistettä. Tällainen työympäristö löytyy esimerkiksi Tieto Oyj:n toimitiloista Espoon Keilaniemestä, jossa työpisteitä varataan omaan käyttöön tarpeen vaatiessa ja aamulla töihin saavuttaessa. Kun toimitaan suuressa toimistotalossa, jossa on lukuisia yrityksiä, on tilojen sisään- ja ulosvuokraaminen myös mahdollista. Tällä saadaan joustavasti juuri sopivankokoiset työtilat yrityksen tarpeisiin.



Kuvio 3. Erilaisten toimistojen tilantarve (RT 95-11151 SIT 92-610100).

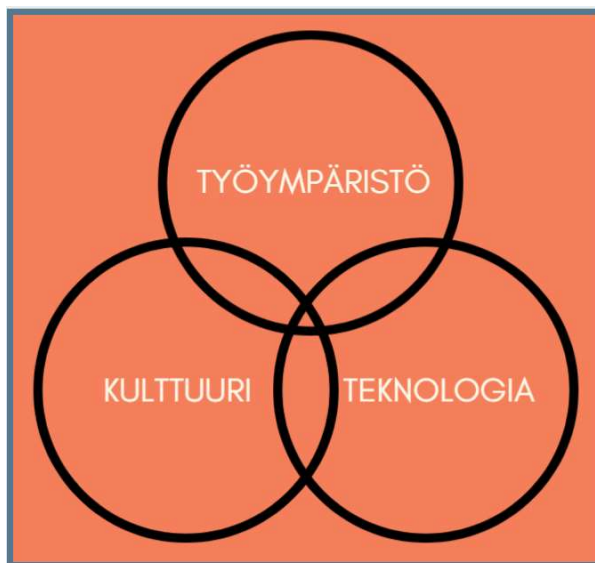


Kuvio 4: Työympäristön evoluutio (Taitori 2018).

2.5 Käyttäjät

Ehkä vaikeimmin mitattava sektori on yksilöllinen hyvinvointi ja tehokkuus, sillä aihealue on monimutkainen ja sisältää paljon liikkuvia tekijöitä. Hyvinvointi ja tehokkuus töissä eivät ole pelkästään teknisiä ratkaisuja, vaan käsittävät myös työpaikan kulttuurin ja ympäristön (kuvio 5).

Usein rakennuksissa, joissa harjoitetaan liiketoimintaa, henkilöstökulut ovat moninkertaiset verrattuna kiinteistön vaatimiin sähkö- ja lämmityskuluihin, mistä johtuen mahdollisuudet säästöille tässä osa-alueessa ovat huomattavat (Jernberg 2018). Käyttäjän ajanhukan minimoimisen tavoitteena on löytää ratkaisuja ja perusteluja älyrakentamisen edistämiseksi. Saatavat hyödyt ovat tietysti riippuvaisia rakennuksen henkilökuormasta ja käyttötavasta, mutta tutkimuksen kannalta toimistorakennuksen näkökulma on erityisen hyvä. Tällaisissa kohteissa työntekijöitä on usein suuri määrä verrattuna rakennuksen kerrosalaan ja järjestelmien tuomat säästöt ovat hyvin hyödynnettävissä.



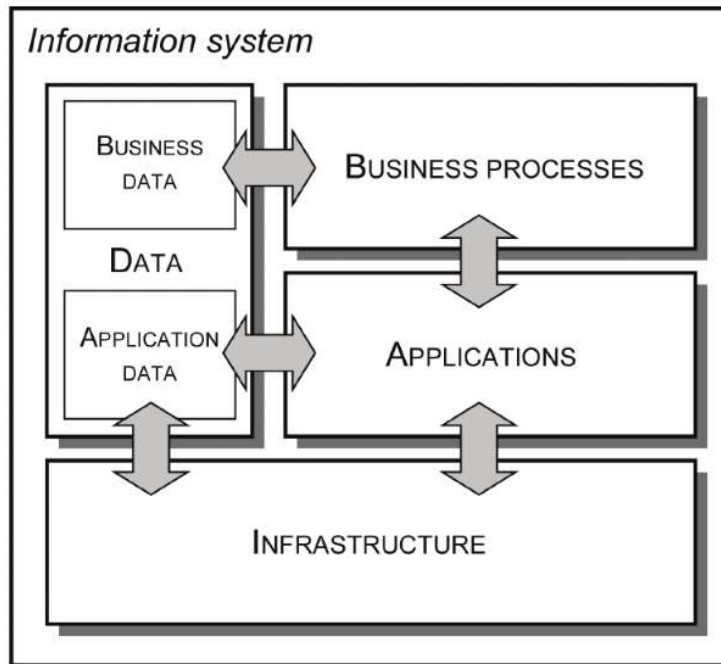
Kuvio 5. Tuottava työympäristö (Taitori 2018).

3 Tulevaisuusikkuna

Tulevaisuusikkuna tarkoittaa opinnäytetyön kontekstissa arviota älyrakentamisen kehityksen suunnasta seuraavien noin kymmenen vuoden aikana. Tavoitteena on arvioida toiminnallisuuksien kehittymistä sekä teknisiä vaatimuksia. Toiminnallisuus tarkoittaa toimistorakennuksen käyttäjälle suunnattuja erityyppisiä palveluita ja tekninen näkökulma puolestaan palveluiden tarvitsemia teknisiä rajapintoja ja niiden integroitavuutta keskenään.

3.1 Yleinen taso

Tulevaisuuden toimistorakentamisessa tulisi mielestäni ottaa huomioon informaation kulku (kuvio 6) ja siitä saatavat hyödyt. Infrastrukturi, eli tässä tapauksessa talotekniset järjestelmät, tulee rakentaa siten, että ne mahdollistavat kommunikaation kolmannen osapuolten toimittamien järjestelmien ja sovellusten kanssa. Sekä infrastruktuurista että sovelluksista voidaan kerätä informaatiota tukemaan sekä tuotekehitystä että ensisijaisesti käyttäjien tarpeita. Jokainen kohde on yksilöllinen ja tulisi virittää toimimaan sen hetkisten käyttäjien käyttötarpeiden mukaan. Sovellukset parantavat yrityksen liiketoiminnan prosesseja, joista myös kerätään informaatiota. Tehdyn investoinnin tueksi pyritään näin saamaan laskennallista arvoa.



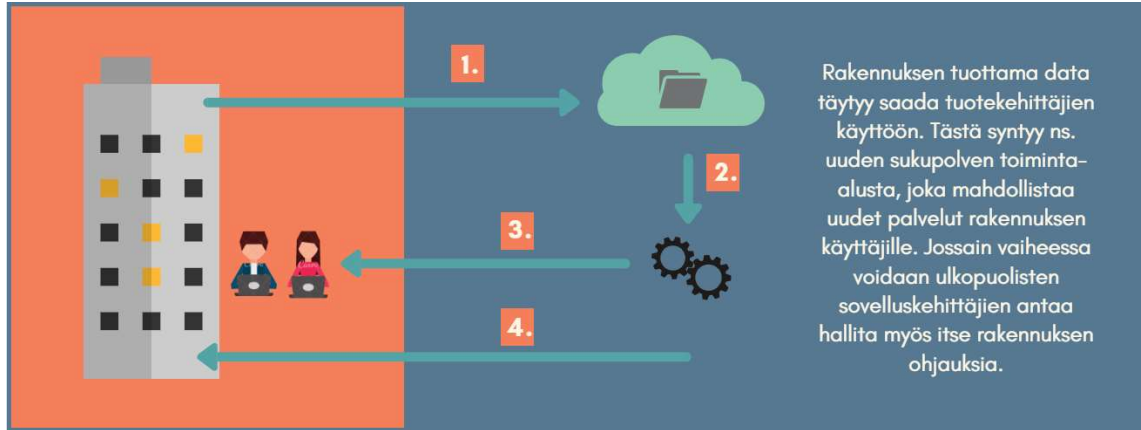
Kuvio 6. Informaation kulku yrityksen prosesseissa (Claude Doom 2010).

3.2 Tekninen taso

Teknisesti on erityisen tärkeää, että rakennuksesta kerätty data olisi helposti sovelluskehittäjien käytettävissä. Kuvio osoittaa, kuinka data tulisi saada sovelluskehittäjille. Dataa apuna käyttäen rakennuksen käyttäjille voidaan luoda hyödyllisiä sovelluksia arkea helpottamaan (kuvio 7). Informaation kulku on tulevaisuuden älyrakentamisen perusedellytys ja muodostaa toimintaympäristön uusille innovaatioille. Käytännössä informaatio siirtyy osapuolten välillä samalla periaatteella kuin älypuhelinmaailmassa, jossa puhelinvalmistaja tarjoaa vain alustan eli puhelimen fyysiset osat ja käyttöjärjestelmän sovelluskehittäjille. Sovelluskehittäjät puolestaan luovat ja kehittävät sovelluksia loppukäyttäjien käytettäväksi. Erityisesti lähitulevaisuuden IoT-ratkaisut tulevat olemaan mielenkiintoisia ja luomaan tälle täysin uuden ympäristön ja toimintamahdollisuudet.

Nykyisin voidaan vaikuttaa jo datan saamiseen rakennuksesta ulos, minkä pohjalta voidaan tuottaa palveluita rakennuksen käyttäjille. Tämä on usein informatiivista, kuten käyttäjän mahdollisuus nähdä jonotusaika hissille tai neuvotteluhuoneiden varaustilanne reaaliaikaisena. Seuraavana vaiheena on kehittää sovelluksia siihen suuntaan, että niillä voidaan ohjata myös rakennuksen

toimintoja. Esimerkki tällaisesta voisi olla hymynaama-tieto rakennuksen suuntaan, jolla voidaan viestiä muun muassa huonosta ilmanlaadusta tai kylmästä lämpötilasta.



Kuvio 7. Markkina ulkopuolisille tuotekehittäjille.

4 RAU-järjestelmän hyödyntäminen älyrakentamisessa

4.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiojärjestelmä on perinteisesti sisältänyt ainakin rakennusten lämmitys-, ilmanvaihto-, valaistus-, valvonta- ja hälytysjärjestelmät (ST-KÄSIKIRJA 17). Teknisellä tasolla talotekniikan järjestelmät ovat tähän saakka olleet hyvin itsenäisiä ja usein suljettuja. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että ne eivät ole jakaneet keskenään tietoa. (Jernberg, 2018.) Käyttäjä ei välttämättä tätä huomaa, mutta käytännössä samassa huoneessa voi esimerkiksi olla kaksi käyttäjän läsnäoloa tunnistavaa anturia. Toinen anturi ohjaa valaistusta, ja toinen kertoo automatiikalle ilmanvaihdon tehostamisen tarpeesta. Sen lisäksi, että suljetut järjestelmät tarvitsevat enemmän komponentteja, vaativat lisäkomponentit myös oman kaapelointinsa ja lisätyötä. Toiminnallisuuksien lisääminen on vaikeaa myös teknologian ja käyttäjän tarpeiden muuttuessa.

4.2 RAU-järjestelmien kehityskaari

Rakennusautomaatiojärjestelmät voidaan Sallisen (2018) mukaan jakaa neljään sukupolveen suurin piirtein iän ja laajennettavuuden perusteella. Ensimmäisen sukupolven ”RAU-järjestelmiä” olivat yksikkösäätimet, jotka toimivat itsenäisesti. Näistä ei saatu kootusti tietoa ulospäin, eikä niistä myöskään ollut helppo rakentaa kokonaisuuksia. Toinen sukupolven laitteet toimivat kiinteillä I/O:lla, mutta niiden laajennettavuus oli suppeaa. Mikäli muisti tai I/O:t loppuivat kesken, piti ottaa lisäksi uusi laite, tai jättää jotakin toiminnallisuuksia pois. Kolmas sukupolvi mahdollisti niin sanotun moduulipohjaisen laajentamisen. CPU- ja I/O-yksiköt olivat erillisiä palikoita, joita voitiin tarpeen vaatiessa lisätä moduuleina.

Neljännän sukupolven eli tämän päivän laitteiden vaatimuksia ovat esimerkiksi IP-pohjainen ylemmän tason väylä alakeskusten välillä, monipuoliset väyläliityntämahdollisuudet ja laajemmat langattomat ratkaisut, kuten esimerkiksi huonesäätimet Wifi-väylässä. Taaksepäin yhteensopivuus vanhempien järjestelmien, käytännössä kolmannen sukupolven kanssa, jota lähes kaikki

käytössä olevat RAU-järjestelmät jo ovat, on tärkeä ominaisuus. Lisäksi IoT, mobiiliyhteensopivuus ja vapaa ohjelmoitavuus, kuten Schneider Struxureware tai Caverion Jace / Distech ovat hyödyllisiä. (Sallinen 2018).

4.3 Älyrakentamiseen soveltuva RAU-järjestelmä

Rakennusautomaation perustarve on sama kuten ennenkin, eli säätää LVI-järjestelmiä (kuviot 8) ja hoitaa perusedellytykset rakennuksessa olemiselle kuntoon. Tämä ei kuitenkaan huomioi sitä, että ihmiset ovat yksilöitä, jotka viihtyvät ja voivat hyvin erilaisissa olosuhteissa. Työympäristöä on kannattavaa arvioida kokonaisuutena, jossa työpaikalle ja työpisteelle tuleminen sekä työympäristössä liikkuminen on osa jokaisen työntekijän arkea. Mitä sujuvampaa arki on, sitä enemmän aikaa jää itse työn tekemiselle, mikä luonnollisesti vaikuttaa positiivisesti myös työntekijän tuottavuuteen.

Älyrakentamisen näkökulmasta tämän päivän järjestelmien tulisi olla puoliavoimia tai mahdollisuuksien mukaan jopa avoimia. Avoin järjestelmä tarkoittaa sitä, että järjestelmä voi lähettää ja vastaanottaa tietoa rajapintojen yli, sekä käyttäjä voi räätälöidä lähes koko järjestelmän haluamallaan tavalla. Joissakin tapauksissa tarjotaan puoliavoiminta ratkaisua, joka mahdollistaa tiettyjen osa-alueiden räätälöinnin ja lisäksi laajan tiedonsiirron. On tärkeää ymmärtää, etteivät kaikki järjestelmät tarvitse omia antureitaan, vaan sama tieto voidaan saada eri järjestelmän antureista. Tulevaisuudessa tämä voi mahdollistaa integraatiot myös myöhemmin lisättävien järjestelmien kanssa. RAU-järjestelmä on ikään kuin rakennuksen talotekniikan ohjaamisen aivot, jonka kautta tieto kulkee antureilta toimilaitteille. Esimerkiksi läsnäolo-antureiden tietoa voidaan periaatteessa käyttää valaistuksen ohjaamisen lisäksi myös kulunvalvontaan ja muun rakennusautomaation tarpeisiin, kuten esimerkiksi huoneiden varausjärjestelmiin ja lämpötilojen ja ilmanvaihdon säätämiseen.



Kuvio 8. RAU-järjestelmän osa-alueet (European building automations control association 2018).

5 Kiinteistön hallinta ja vikailmoitukset

5.1 Toiminta yleisesti

Kiinteistön hallinta ja vikailmoitukset -työkalun avulla kiinteistön omistaja mahdollistaa käyttäjälle helpon reitin esimerkiksi vikailmoitusten tekemiseen. Mitä suuremmasta kohteesta on kysymys ja mitä monimuotoisempaan työympäristöön mennään, sitä tärkeämmäksi ongelmien raportoimisen helppous muodostuu. Mitä vähemmän henkilökohtaisia työhuoneita, tai edes työpisteitä on käytössä, sitä helpommin ongelmat jäävät raportoimatta (Kuronen 2018). Kiinteistön hallintasoftware voi olla myös tietopankki, jonne kiinteistöä koskevat tiedot ja dokumentit ovat tallennettuina. Parhaillaan software voi jopa reaaliaikaisesti lukea RAU-järjestelmää ja tehdä analyysiä esimerkiksi energian kulutuksesta tai ilmastointikoneen toiminnasta. (Vuorinen 2018.)

5.2 Hyödyt käyttäjälle

Kiinteistön hallintaan ja vikailmoittamiseen tehty järjestelmä tuo käyttäjille helppoutta. Käyttäjä voi huoneisto tai toimitilakohtaisesti tehdä järjestelmän kautta vikailmoituksen helposti, tarvitsematta erikseen tietää kenelle se tulisi osoittaa. Henkilökohtainen vikailmoitus on helppo ja selkeä, jossa on mahdollisuus merkitä karttaan ongelman kohta sekä liitteeksi kuva tai joku muu dokumentti. Käyttäjä saa erikseen ilmoituksen huollon alkamisesta ja valmistumisesta. (Kuronen 2018.)

5.3 Hyödyt yritykselle

Verrattuna perinteiseen puhelinsoittoon tai sähköpostiin on järjestelmän kautta tapahtuva vikojen ilmoittaminen helppoa ja luotettavaa, sillä tehty vikailmoitus kirjautuu automaattisesti järjestelmään. Se luo arvoa jatkuvana automaattisena dokumentaationa, jossa varmistetaan samalla, ettei tehtyjä töitä jää laskuttamatta (Kuronen 2018). Yhdellä alustalla toimittaessa tieto on helposti saatavilla, ja esimerkiksi kiinteistötekniikan huolto voidaan suunnitella etukäteen. Helppo

käyttäjälähtöinen vikailmoitus johtaa todennäköisesti siihen, että kiinteistöä myös ylläpidetään käyttäjän toimesta paremmin (Vuorinen 2018). Energiatietojen kerääminen suoraan järjestelmään mahdollistaa myös helpon laskutuksen, mikäli käyttäjän kuluttama vesi, sähkö- tai lämmitysenergia ei sisälly vuokraan.

5.4 Toteutettavuus

Kiinteistön hallinta ja helppo vikailmoitusten tekeminen voidaan toteuttaa joko selainpohjaisesti tai älypuhelimeen tulevan sovelluksen avulla. Tärkeintä kuitenkin on, että tiedon lataaminen järjestelmään ja järjestelmästä ulos on vaivatonta. Myös toiminnan sujuvuus kaikilla alustoilla on tärkeää. Nykyaikainen ja erityisesti kiinteistönhallintaan tehty järjestelmä kykenee rajapintojen kautta integroitumaan lukuisten tuotteiden kanssa. Erityisen hyödyllinen tämä ominaisuus on esimerkiksi RAU-järjestelmien kanssa. Palvelusopimukset kannattaa tehdä siten, että palveluntuottaja on velvollinen käyttämään kiinteistön omistajan järjestelmää. Se helpottaa ongelmia tilanteissa, joissa palveluntarjoaja vaihtuu. (Vuorinen 2018.)

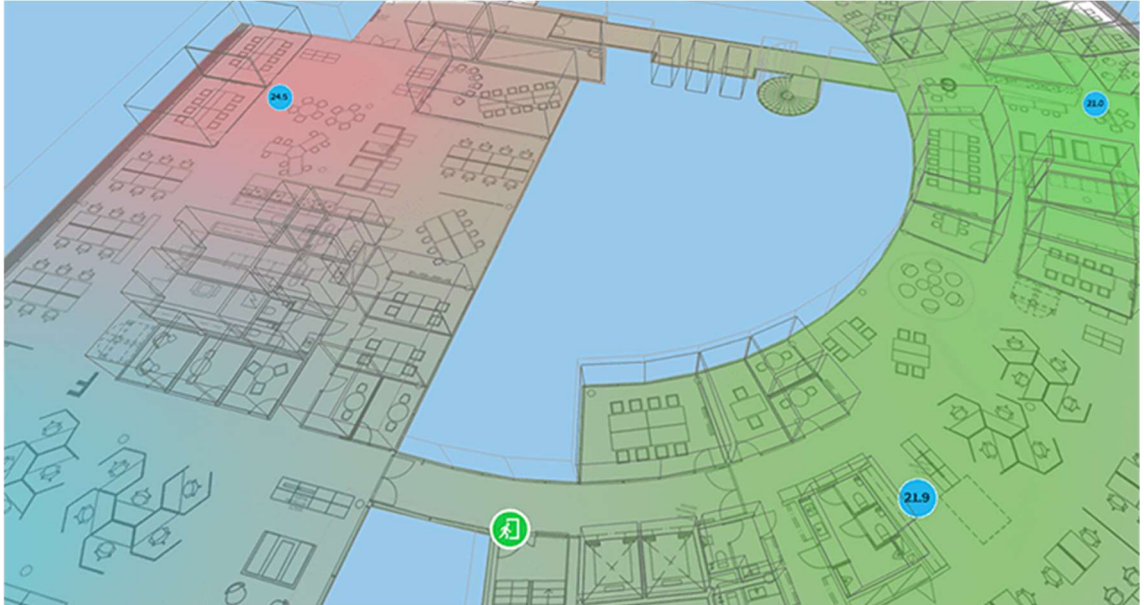
6 Olosuhdekartta

6.1 Toiminta yleisesti

Olosuhdekatta-sovelluksen (kuva 2) ideana on mallintaa karttapohjalla yrityksen toimitilojen erilaisia olosuhteita (Tieto Oyj 2018). Toimistotiloissa todennäköisin käytettävä olosuhdetieto on lämpötila. Toinen hyödyllinen tieto voi olla äänitaso, jota on mahdollista käyttää esimerkiksi hiljaisen työympäristön löytämisen helpottamiseen (Salasmartinez 2018.) Kuten johdannossa mainittiin, ihmiset ovat yksilöitä ja viihtyvät eri tyyppisissä olosuhteissa. Käytännössä rakennukset on pyritty suunnittelemaan siten, että niiden olosuhteet olisivat ihanteelliset suurimmalle osalle ihmisryhmästä. Tämä ei kuitenkaan aina onnistu ja olosuhteet voivat vaihdella merkittävästi myös eripuolella rakennusta vuodenajan, auringon paisteen, käyttäjäkuorman tai muiden vastaavien syiden takia.

6.2 Hyödyt käyttäjälle

Sovelluksen käyttäjähyöty syntyy, kun henkilö osaa valita itselleen sopivimmat työskentelyolosuhteet (kuva 3). Tätä voi hyödyntää esimerkiksi vireystilan ylläpitämiseksi sopivan lämpötilan avulla (Salasmartinez, 2018). Antureiden ominaisuuksien mukaan voidaan kartalla nähdä myös ilmanlaatu tai meluisuus, jotka mahdollistavat työtilan valinnan optimoinnin hieman erilaisin perustein. Oma-aloitteinen vireystilan ylläpito on tärkeä osa työelämää.



Kuva 2. Toimiston olosuhdekartta (Tieto Oyj 2018).

6.3 Hyödyt yritykselle

Yrityksen näkökulmasta investointi on ensisijaisesti satsaus työntekijään (Salasmartinez, 2018). Investoinnille ei ole välttämättä helppoa laskea suoraa rahallista arvoa ja osa arvosta on imagollista. Taloteknisestä näkökulmasta yritykselle tuottaa arvoa myös helppo ja hyvä visualisointi, josta näkee nopealla vilkaisulla toimitiloissa vallitsevat olosuhteet.



Kuva 3. Käyttäjän hyvinvointi (Tieto Oyj 2018).

6.4 Toteutettavuus

Olosuhdekartta tuotetaan mitatun datan perusteella. Dataa voidaan kerätä omilla antureilla tai hyvin toteutetusta RAU-järjestelmästä. Esimerkiksi Tieto Oyj:n Keilaniemen konttorissa on käytössä jälkikäteen asennettu anturi, joka mittaa tilasta lämpötilaa, ilmankosteutta, hiilidioksidimäärää ja äänenpainetta. (Salasmartinez, 2018.) Lämpötilan, ilmankosteiden ja hiilidioksidimäärän osalta tämä on yhtä hyvin toteutettavissa RAU-järjestelmän antureilla, jolloin toteutus voi olla merkittävästi edullisempi. Tässäkin on tärkeää, että RAU-järjestelmästä löytyy rajapinta tiedon keräämistä varten.

7 Kalenterivaraukset ja käyttöastemittaus

7.1 Toiminta yleisesti

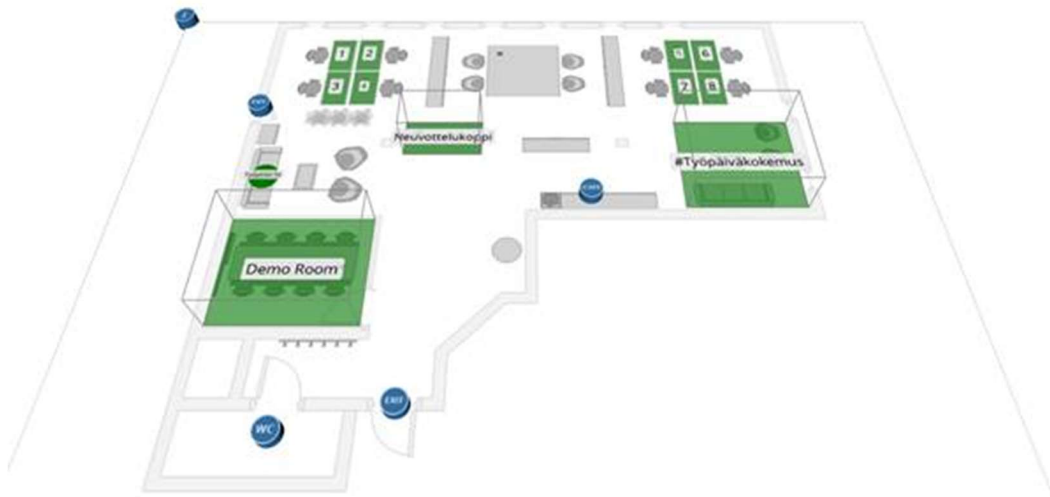
Työtilojenvaraus-sovelluksen avulla varattaville tiloille ja työpisteille luodaan omat kalenterit, joissa voidaan tehdä varauksia ja nähdä milloin tilat ovat varattuina (Taitori Oy 2018). Sähköinen tilavarauksjärjestelmä on ehdoton apuväline tämän päivän toimistotalossa. Tilavarausten automatisointi sähköiseksi palveluksi ja kaikkien saataville on tehokas ja aikaa säästävä työkalu. Varauskalenterit ovat jo suhteellisen yleisiä esimerkiksi neuvottelutilojen osalta, mutta entistä enemmän myös yksittäiset työpisteet ovat muuttumassa varausjärjestelmien piiriin. Kalenterin lisäksi neuvotteluhuoneille voidaan asentaa omat ovenpielinäytöt (kuva 4), joiden avulla nähdään reaaliaikaisesti tilan varaustilanne. (Ahvenainen 2018.)



Kuva 4. Ovenpielinäyttö (Taitori Oy 2018).

7.2 Hyödyt käyttäjälle

Tilavarausjärjestelmällä on mahdollista saavuttaa monenlaisia käyttäjähyötyjä. Työntekijän arkea se helpottaa sujuvina tilojen varauksina ja sitä kautta ajansäästönä. Varaukset ovat aina nähtävillä ja tilat ovat varattavissa esimerkiksi älypuhelimien avulla. Näkymiä löytyy erilaisia ja karttapohjaan (kuva 5) toteutettuna näkymästä on hyvin helppo nähdä vapaat työtilat (Taitori Oy 2018). Esimerkiksi julkisella puolella järjestelmän toimivuudesta on hyviä näyttöjä. Vaikka tilojen määrää vähennetään tilatehokkuuden kasvaessa, on tiloja nyt mahdollista varustella paremmin ja monipuolisemmin. Vaikkei kaikille olisi enää nimikoituja omia huoneita, voi työntekijä varata edelleen itselleen tuttua työhuonetta tarpeidensa mukaan (Väisänen 2018).



Kuva 5. Varaukset (Taitori Oy 2018).

7.3 Hyödyt yritykselle

Yrittäjän kannalta erityisen hyödyllisiä ovat tilankäytön tehokkuuden seurantaan liittyvät ominaisuudet. Järjestelmässä on mahdollisuus seurata tilojen todellista käyttöastetta, mikä mahdollistaa tilankäytön tehostamisen ja turhien varausten, joita mittauksen mukaan on keskimäärin jopa 22 h kuukaudessa yhtä neuvotteluhuonetta kohden, eliminoimisen. (Ahvenainen 2018.) Järjestelmän avulla on helppo nähdä todellinen tilantarve, ja ainakin kasvukeskusten toimistotaloissa joustava tilojen vuokraaminen sisään ja ulos on hyvin mahdollista. Tätä on jo tehty käytännössä positiivisin tuloksin.

7.4 Toteutettavuus

Tämän kaltaiset varausjärjestelmät ovat yrityksen kalentereihin sidottuja ja toimivat yleensä sekä Outlookissa että Google kalenterissa. Mobiilisti toimiva varaussovellus on laitetoimittajan tuottama ja toimii myös yleisimmillä alustoilla (iOS ja Android). Aulaan on saatavilla suuri näyttö, jolta voidaan nähdä pohjakuvana reaaliaikainen työtilojen varaustilanne. Työhuoneiden tai neuvottelutilojen ovenpielinäytöt toimivat joko Wi-Fi -verkossa verkkovirralla tai Ethernet-verkossa PoE-tekniikan avulla.

Turhien varausten purkaminen toteutetaan järjestelmään liitettävän läsnäolotunnistimen avulla. Mikäli tunnistin ei havaitse tilassa tai työpisteellä liikettä esimerkiksi 15 minuuttia tehdyn varauksen alkamisen jälkeen, se voi pyyhkiä varauksen pois järjestelmästä. Mikäli rakennus on toteutettu avoimella tai puoliavoimella rakennusautomaatiojärjestelmällä, voidaan toimintoa varten saada sama tieto ilman uusia ilmaisimia. Se olisi myös järkevämpää, sillä se lisää sekä ekologisuutta, että luo selkeitä säästöjä materiaalikustannuksissa.

8 Vierailijahallintajärjestelmä

8.1 Toiminta yleisesti

Vierailijanhallintajärjestelmä on nykyaikainen apuväline vaihtoehdoksi aulapalveluille tai niiden rinnalle. Järjestelmä voidaan synkronoida yhteen yrityksen kalenterin kanssa. Vierailijanhallintajärjestelmän ideana on, että työntekijä voi perustaa tapahtuman ja lähettää siitä kutsun esimerkiksi yritykseen tulevalle vierailijalle. Sen sijaan, että parkkeeraamiseen, ilmoittautumiseen ja oikean toimiston löytämiseen tarvitsisi erikseen varata aikaa, voi järjestelmä hoitaa opastamisen käyttäjän puolesta (Tamminen 2018). Samalla kun vierailijalle lähetetään tapahtumakutsu, voidaan hänelle lähettää myös ajo-ohjeet, parkkihallin numerokoodi, parkkiruudun numero, ovikoodi ja reittiohjeet. Aulassa voi olla infonäyttö (kuva 6), josta vierailija voi tulostaa itselleen vierailijakortin sekä saada tarvittavan perehdytyksen. Lisäksi laite voi antaa reittiohjeet oikeaan kokoustilaan.



Kuva 6. Vierailijanhallintajärjestelmän aulapääte (System Oy 2018).

8.2 Hyödyt käyttäjälle

Työntekijät hyötyvät tästä arjen helpottumisena ja työajan säästönä. Järjestelmän avulla on mahdollista tehdä tilavaraukset, tilata tarjoilut ja lähettää automaattisesti vierailijoille ohjeet saapumiseen (System Oy 2018.) Sähköpostien määrä vähenee ja kaikki hoituu yhden väylän kautta. Myös peruutustilanteissa tai ajankohdan muuttuessa saadaan muutokset yhden väylän kautta tietoon kaikille tahoille. Erityisesti ruuhkatilanteissa ja kiireiseen aikaan voi syntyä kommunikointikatkoksia, joista aiheutuu paljon lisätyötä.

8.3 Hyödyt yritykselle

Yritys saavuttaa tässä selkeää hyötyä aulahenkilökunnan työn helpottumisena tai vähentymisenä. Vierailija voi kokea olonsa enemmän tervetulleeksi ja saapuminen on helpompaa (Tamminen 2018). Hänen ei tarvitse varata paljon ylimääräistä aikaa, kun parkkipaikka ja ohjeistus on ennalta järjestetty. Myös navigointiohjeet ja jopa joukkoliikennekartat ovat tulijalle mukava lisä. Mikäli vieras voi alusta alkaen luottaa, että hänen tuloonsa on varauduttu. Vierailu on helpompaa ja asiakastyytyväisyys paranee. Vierailijan kirjaututtua sisään esimerkiksi aulapöytästä lähtee tästä ilmoitusviesti myös isännälle.

8.4 Toteutettavuus

Vierailijoiden lisääminen onnistuu helposti yrityksen kalenteri-integraatiolla, joita ovat esimerkiksi Outlook, Google, Apple ja Office 365. Järjestelmä soveltuu satunnaisten vieraiden vastaanotosta tuhansiin päivittäisiin kävijöihin. Yritys voi suunnitella itse sopivalla sisällöllä olevan tulostettavan vierailijakortin. Vieraan kirjaututtua sisään palvelu ilmoittaa vastaanottajalle halutuin tavoin vierailijan saapumisen (soitto, tekstiviesti ja sähköposti) ja kuittaa vieraalle hänen saapumisensa huomatuksi. Joillakin yrityksillä on tarvetta erilliselle perehdytykselle, ja järjestelmä voi auttaa vierasta suorittamaan tarvittavan koulutuksen etukäteen ennen vierailua tai heti hänen saavuttuaan paikan päälle (System Oy 2018). Vierailijan hallinta on liitettävissä muihin järjestelmiin ja usein linkitetty esimerkiksi älykkään pysäköinnin opastuksen tai tilavarauksjärjestelmien kanssa. Muita mahdollisuuksia ovat kulunvalvonta, CRM -järjestelmät ja Wi-Fi vierailijaverkkotunnukset.

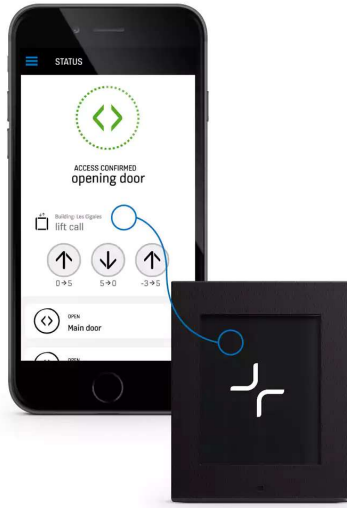
9 Älykäs hissikutsujärjestelmä

9.1 Toiminta yleisesti

Älykkäällä hissiratkaisulla pyritään ennen kaikkea sujuvaan henkilömassojen siirtämiseen ja kuljetuskapasiteetin optimoimiseen. Varsinainen tekninen toiminta pidetään omissa käsissä jo turvallisuuden puolesta, mutta puoliavoimena toimijana kehittyvässä kokonaisuudessa oleminen tuo mielenkiintoisia yhteistyömahdollisuuksia. Nykyaikaisissa hisseissä on mahdollisuus kahdensuuntaiseen tiedonsiirtoon, jossa hissi kertoo sijaintinsa ja esimerkiksi kulunhallintajärjestelmä antaa hissille kutsuja. Hisseihin on myös mahdollista asentaa näyttöjä ja tuoda käyttäjälle erilaista informaatiota (Tiri 2018).

9.2 Hyödyt käyttäjälle

Rakennuksen käyttäjä hyötyy älykkästä ja muuhun teknologiaan integroituvasta hissijärjestelmästä muun muassa hissien ruuhkaisuuden seuraamisen mahdollistumisena ja jonotuksen välttämisen kautta (Tiri 2018). Sujuva vierailijanhallinta myös tässä suhteessa helpottaa rakennuksen käyttäjän arkea sekä säästää aikaa. Kulunvalvonnan integroiminen hissiin vähentää tarvetta hissien odotteluun, sillä henkilö on voitu tunnistaa jo hänen saapuessa rakennukseen. Käytännössä rakennukseen tulevan henkilön puhelimessa on kulkutunniste (kuva 7), jolla hän pääsee rakennukseen sisälle. Järjestelmä tunnistaa henkilön saapuneeksi, ja hänelle voidaan kutsua hissi valmiiksi odottamaan.



Kuva 7. Kone Residential Flow, kulkulupa puhelimen avulla (Kone Oyj 2018).

9.3 Hyödyt yritykselle

Parhaimmillaan järjestelmä tilaa kulkukoodin saaneelle henkilölle valmiiksi hissini ja antaa pääsyn oikeaan kerrokseen. Tämä mahdollistaa myös hyvän vierailijanhallinnan ja automatisoidun toimintaympäristön (Tiri 2018). Se säästää kaikkien osapuolten aikaa ja vaivaa. Yrityksen näkökulmasta asioiden helppouden ja turvallisuuden kulkiessa yhdessä on moni asia hyvin hoidettu. Nämä luovat sekä tuottavuutta, varmuutta, että imagollista uskottavuutta.

9.4 Toteutettavuus

Rakennuksen kanssa kommunikoiva älykäs hissiratkaisu on toteutettavissa eri tilanhallintajärjestelmien kanssa. Esimerkiksi suurilla toimistorakennuksilla on jo omat applikaatiot, joiden kanssa järjestelmä kykenee yhteistyöhön. Valmiita sovelluksia on olemassa, ja kommunikaatio tapahtuu yleisillä rajapinnoilla. Yleisesti nämä järjestelmät toimivat talotekniikasta erillään, mutta nykyistä laajempi tiedon hyödyntäminen voi mahdollistaa entistä parempia sovelluksia ja toiminnallisuuksia.

10 Älykäs kulunvalvonta

10.1 Toiminta yleisesti

Älykkään kulunvalvonnan avulla kiinteistön käyttäjä voi hallinnoida avaimia, lukkoja, kulkemista ja niihin liittyviä järjestelmiä turvallisesti ja reaaliaikaisesti yhdestä käyttöliittymästä käsin. Tällainen nykyaikainen kokonaisratkaisu mahdollistaa usean erillisen järjestelmän hallinnoimisen yhdestä paikasta ja tiedon välittämisen järjestelmien välillä (Abloy Oy, 2018). Perinteisesti esimerkiksi rikosilmoitinjärjestelmät, kameravalvontajärjestelmät ja sähkölukitusjärjestelmät ovat olleet itsenäisiä ja kommunikoineet korkeintaan kärkitiedon välityksellä. Laajennuksien tekeminen on tällöin hyvin rajoittunutta, eikä siinä päästä käyttämään koko potentiaalia.

10.2 Hyödyt käyttäjälle

Käyttäjälle hyvä ja älykäs kulunvalvonta tuo joustavuutta liikkumiseen. Sen sijaan, että turvallisuus on viritetty äärimmilleen tai yrityksen toimitiloihin liittyvä turvallisuus on lähinnä nimellistä, tuo tämä käyttäjälle paljon enemmän liikkumavaraa. Käytännössä tavoitteena on sujuvampi arki turvallisessa toimintaympäristössä. Esimerkiksi mobiiliavaus mahdollistaa ovien avaamisen matkapuhelimen avulla. Tällainen tunniste voidaan helposti jakaa tai poistaa turvallisesti, ja kulkemisesta jää jälki järjestelmään.

10.3 Hyödyt Yritykselle

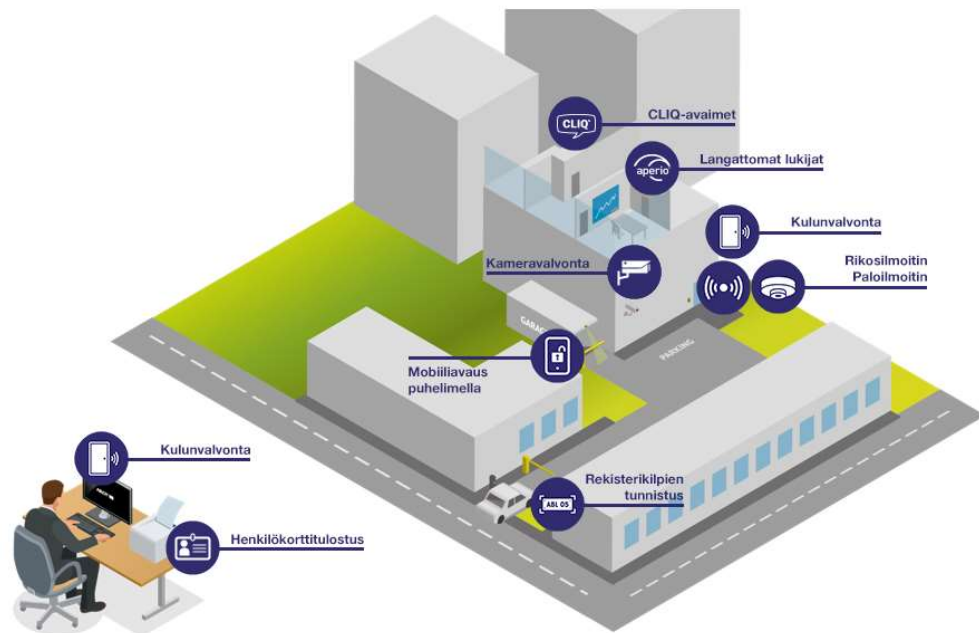
Ominaisuuksien määrän kasvaessa ja turvallisuusnäkökulman tärkeyden korostuessa laajennettavissa oleva toimiva kokonaisratkaisu on yritykselle erinomainen apuväline. Sujuva ja turvallinen käyttö, joka kuormittaa mahdollisimman vähän henkilökuntaa, mutta mahdollistaa korkean turvallisuustason, on tärkeä toiminnan edellytys. Järjestelmien tyypillisiä käyttäjiä ovat kohteen koosta ja laajuudesta riippuen henkilökunta, esimiehet, vastaanottovirkailijat, vartijat ja turvallisuus- tai kiinteistöpäälliköt. Etenkin tilanteissa, jossa käyttö koetaan hankalaksi, on suuri riski asioiden oikomiselle.

Myös hallittu käyttö hälytystilanteissa on tärkeää. Hälyttävät pisteet näkyvät graafisessa käyttöliittymässä. Hälytyspisteiden prioriteetit ovat määriteltävissä ja hälytykset kuitattavissa myös etänä. Tämä mahdollistaa kulkulupien muuttamisen muun muassa palohälytyksen sattuessa. Kulkutunnisteella voidaan hallita myös hissien kulkuoikeuksia. Käyttöliittymä mahdollistaa yksilöllisten alueoikeuksien antamisen, jossa kaikki lukijat, tunnisteet ja lukostot ovat hallittavissa samasta graafisesta käyttöliittymästä.

10.4 Toteutettavuus

Teknisestä näkökulmasta älykäs kulunhallinta on integroitavissa useiden erityyppisten järjestelmien kanssa (kuva 8), jotka mahdollistavat monipuolisen kokonaiskuvan muodostamisen. Integraatiot henkilöstö- ja vierailijahallinnan kanssa luovat hyvän alustan esteettömälle toiminnalle.

Hälyttävät paloilmoitinkeskukset näkyvät graafisessa käyttöliittymässä. Järjestelmä soveltuu kiinteistönomistajien ja turvallisuushenkilöstön ainoaksi käyttöliittymäksi kiinteistön kokonaisturvallisuuden hallitsemista varten.



Kuva 8. Abloy OS integraatiot (Abloy Oy 2018).

11 Pysäköinnin opastus

11.1 Toiminta yleisesti

Pysäköinninopastus ja älykäs hallinnoiminen voi olla hieman näkymätön, mutta erittäin paljon arkea helpottava asia. Suomesta ei vielä kaupunkien hallinnoimia pysäköintijärjestelmiä löydy, mutta Keski-Eurooppaan mentäessä kyseiset järjestelmät alkavat olla yleisiä. Tämä korostuu ruuhkaisilla ja tiheästi rakennetuilla alueilla (Korvenmaa 2018). Autolla liikkumisen tarpeellisuus määrittelee myös, kuinka paljon liikkumista voidaan siirtää joukkoliikenteelle. Tilankäytön tehostaminen on tässäkin kontekstissa merkittävässä roolissa, vaikkakaan ei aina mahdollista.

Pysäköinnin opastusjärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen tasoon järjestelmän kattavuuden perusteella. Ensimmäinen taso on hallin ulkopuolella oleva opastus, joka ilmoittaa hallin kapasiteetin autoille tällä hetkellä. Toinen taso on parkkihallin sisäpuolelle tuleva ohjaus, joka antaa suuntaa esimerkiksi lukumäärätietona siitä, millä tasolla tai alueella on vapaata parkkitilaa. Kolmantena tasona on paikkakohtainen havainnointi, josta nähdään esimerkiksi onko rivissä tyhjiä paikkoja. Tämä voidaan toteuttaa joko koko parkkihalliin tai pelkästään vierailijapaikoille (Korvenmaa 2018).

11.2 Hyödyt käyttäjälle

Paikanvarausjärjestelmä mahdollistaa rakennuksessa työskentelevien arjen helpottamisen. Satunnaisten vierailijoiden toivotaan myös kokevan käyntinsä helppona, ja siksi järjestelmän tulisi olla kytketty vierailijanhallintaan. Kutsutun henkilön saapumisesta saadaan tieto isännälle etukäteen, joka voi varautua vastaanottamaan vieraansa.

11.3 Hyödyt yritykselle

Pysäköinnin opastus ja vierailijan hallinnan integroiminen vaikuttavat merkittävästi vierailijan kokonaiskokemukseen, jolla voidaan parantaa yrityksen

imagoa ja luoda hyviä suhteita asiakkaisiin ja kumppaneihin. Älykkäillä ratkaisuilla voidaan myös mitata tilantarvetta ja käyttöastetta. Ruuhkaisilla alueilla ei nykyään enää useinkaan varata henkilökohtaisia paikkoja, vaan esimerkiksi 100 autolliselle työntekijälle vaikkapa 70 paikkaa (Korvenmaa 2018). Sovellus voi seurata parkkialueen täyttymistä ja ilmoittaa siitä käyttäjille. Mikäli yritys on esimerkiksi vuokrannut parkkialueelta 70 paikkaa, mutta tarve ylittyy, voidaan siirtyä joustavasti tuntihinnoiteltujen paikkojen puolelle. Lopputuloksena voidaan helposti päätellä tulisiko paikkoja lisätä vai vähentää.

Nykyään käytetään kamerapohjaista järjestelmää paikkatunnistuksessa, jolla on mahdollista tunnistaa kuusi paikkaa yhdellä anturilla. Tämä mahdollistaa halvemmat asennuskustannukset ja yksilöi autot rekisterikilven perusteella. Tämä voi opastaa käyttäjää ja antaa mahdollisuuksia pysäköinnin hinnoittelun suhteen, kaupallisella puolella esimerkiksi pysäköintiruutujen sijainnin perusteella. (Korvenmaa 2018.)

11.4 Tekninen toteutus

Pysäköinnin opastus, jossa on älykäs ruutukohtainen tunnistus, tulee kyseeseen yleensä yli sadan pysäköintiruudun parkkihalleissa. Parkkihalliympäristössä suurimpia ajansäästäjiä on rekisterikilventunnistus, joka on sovellettavissa lähes kaikkeen kaupalliseen pysäköintiin. Tämä mahdollistaa nopean tunnistautumisen ilman lipuketta. Rekisterikilven tunnistus toimii tilanteen mukaan noin 70-90% tapauksista. Varajärjestelynä vierailijalle on voitu antaa QR- koodi, viivakoodi, tai numerokoodi, joka on lähetetty asiakkaan puhelimeen. Samalla QR-koodilla voidaan myös esimerkiksi kirjautua: Kun kutsu luodaan jossakin järjestelmässä ja lähetetään vierailijalle, liitteenä on linkki, johon asiakas voi itse syöttää rekisterikilven. Mikäli rekisterikilpi ei ole tunnistettavissa (esim vuokra-auto), niin sisään ajettaessa käytetään QR-koodia, joka mahdollistaa myös rekisterikilven liittämisen tässä vaiheessa. Vierailijanhallintajärjestelmään paikanpäälle olevilla näyttölaitteilla ja saada jatko-opastusta. Integraatiot ja rajapinnat ovat olemassa tiedon jakamiselle ja järjestelmä on vapaasti konfiguroitavissa maksuperusteiden mukaisesti

Pysäköinti-infra on oma järjestelmänsä, eikä sillä yleensä ole yhteistyötä talotekniikan kanssa. Kiinteistöautomaatio voisi kuitenkin käyttää pysäköintijärjestelmän tarjoamaa informaatiota. Esimerkiksi GE:n pääkonttorilla Helsingissä paikkakohtaisten anturien tuottaman datan pohjalta järjestelmä laskee arvioita ja ennustaa pysäköintiaikojen kestoja. Tällä on mahdollista ennustaa pysäköintihallin täyttymisaikaa ja jakaa tieto hallin käyttäjille. Kyseiset ratkaisut tulee kuitenkin huomioida jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Tulevaisuudessa tulisi huomioida, että jos halutaan räätälöityjä ja integroituja toimintoja, niin kokonaisuutta on mietittävä ajoissa (Korvenmaa 2018).

12 Sisäpaikannus

12.1 Toiminta yleisesti

Sisäpaikannusta voidaan toteuttaa rakennuksessa aktiivisesti työskenteleville, jotka voivat sallia oman sijaintinsa jakamisen manuaalisesti tai reaaliaikaisesti (Salasmartinez 2018). Käytännössä henkilö voi joko ilmoittaa olevansa parhaillaan kyseisessä paikassa tai sallia sijaintinsa näkyvän koko ajan. Kartalla näkyvä sijainti on kuin oma profiili, jonka yhteyteen on mahdollista lisätä esimerkiksi tunnetila ja kuulumiset. Vierailijoille voidaan myös tarjota palveluna sisäpaikannusta esimerkiksi vierailijanhallinnan yhteyteen. Tällöin on tarkoitus saada henkilö ohjattua mahdollisimman helposti hänen haluamaansa paikkaan.

12.2 Hyödyt Käyttäjälle

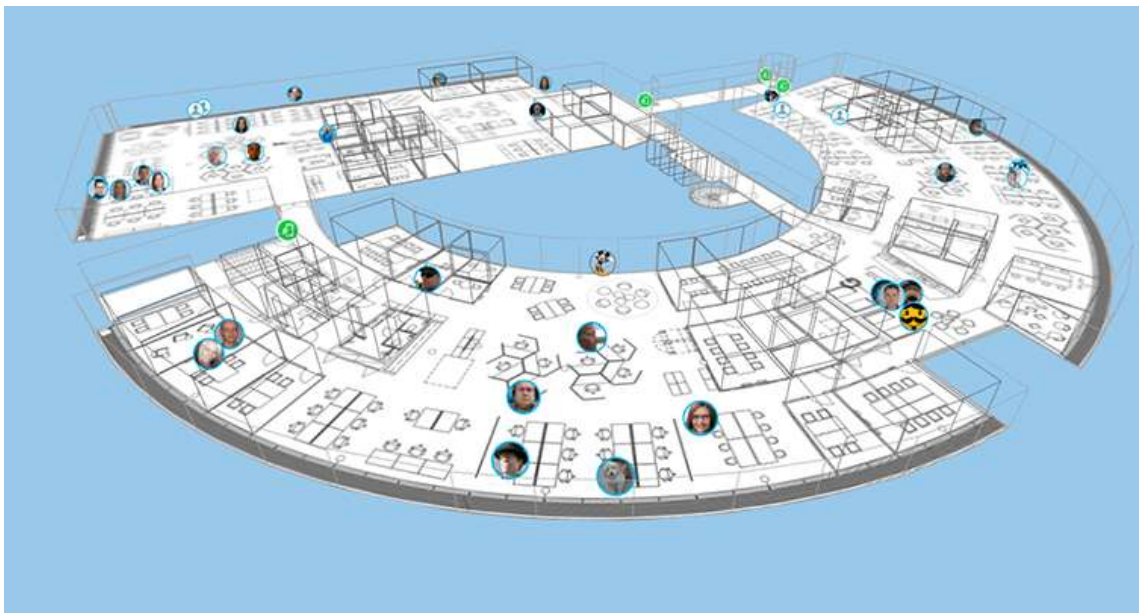
Rakennuksessa työskentelevälle ensisijaisena hyötynä on mahdollisuus löytää helposti etsitty kollega tai nähdä, missä oma tiimi liikkuu. Etenkin suuremmissa toimitiloissa ja kampusalueilla tämä voi olla hyödyllistä (Salasmartinez 2018). Kuten todettu, työntekijöille ei nykyaikaisessa toimistorakennuksessa välttämättä ole kiinteitä työpisteitä, ja rakennukset voivat olla suuria. Etsittäväille henkilölle aiheutuu vähemmän työnkeskeytyksiä, kun kohtaamisten järjestäminen on vaivatonta. Käyttäjä voi myös määritellä tilansa varatuksi, kun hän ei toivo häiriöitä. Vierailijalle järjestelmä voi mahdollistaa esimerkiksi sisänavigoinnin, joka helpottaa hänen liikkumistaan ja keventää aulahenkilökunnan työtä.

12.3 Hyödyt yritykselle

Sisänavigointiin perustuvan seurannan avulla yritys voi havainnoida omia työtilojaan ja seurata eri työpisteiden tai alueiden käyttöä (Salasmartinez 2018). Vierailijakokemus parantuu, ja edistyneisyys luo imagollista hyötyä suhteessa kilpailijaan.

12.4 Toteuttettavuus

Mikäli sisäpaikannusjärjestelmä (kuva 9) voidaan lisätä olemassa olevaan järjestelmään eikä sille tarvitse rakentaa erikseen uutta paikannuksen mahdollistavaa verkkoa, voi se olla erittäin kustannustehokas ratkaisu. Tekniikoita ja siten myös mahdollisuuksia on kuitenkin monia. Sisäpaikannukselle ei ole toistaiseksi kovin paljon integraatioita, mutta esimerkiksi työpisteen tai neuvotteluhuoneen varaaminen voisi tapahtua sisäpaikannuksen avulla.



Kuva 9. Sisäpaikannusjärjestelmä (Tieto Oyj 2018).

13 Tulokset

13.1 Investointien vaikutus työntekijään

Tutkittaessa erilaisia työn tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä on huomattu, että perinteisillä bonuspalkkioilla ei saavuteta välttämättä lähellekään luultuja hyötyjä. Tutkimuksen yhteenvedona tehdystä taulukosta voidaan huomata seuraavia asioita: Investoimalla parempaan rakennukseen ja toimistotyyppiin voidaan vaikuttaa positiivisesti työntekijään huomattavasti enemmän bonusjärjestelmää tehokkaammin (kuvio 9).

	Strategies (IV) →	Better Buildings	Office Type	Workplace Health Programs	Bonuses	Flexible Work Options	
Benchmarks	Metrics or KPIs (CV)						Unit
2-15	Absenteesim	↓0.4-1.5	↓3.2	↓0-1.8	↓1.0		day/per/yr
18-30	Employee Turnover (int.)	↓1.3	↓18	0	↓		0-100
0	Self-assessed Performance	↑2-10	↑8-15	↑0-10	↑		%
60-80	Job Satisfaction	↑4-9	↑5-10	↑0-12		↑0-10	0-100
30-60	Health & Well-being (symptoms)	↓5-9	↓				0-100
55-75	Health & Well-being (overall)	↑6-10	↑11-12	0		6	0-100
	Complaints to FM						

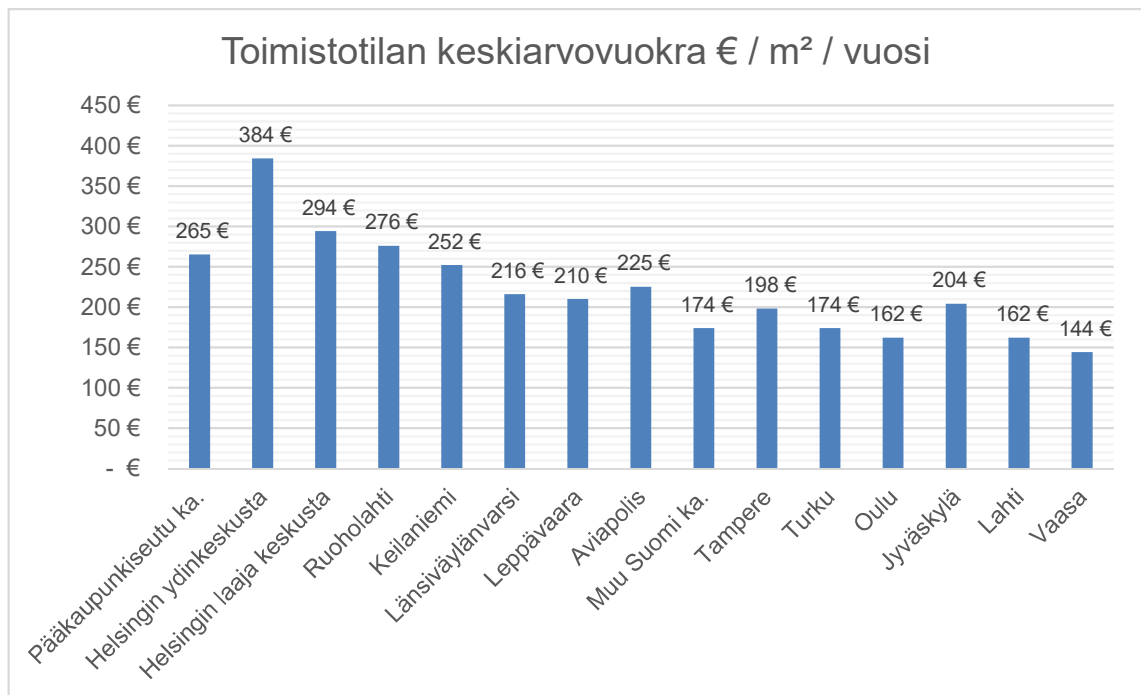
Kuvio 9. investoinnin vaikutus työntekijään (CABA 2017).

13.2 Toimistotilojen käyttö Suomessa

Tilastoja tarkasteltaessa voidaan löytää mielenkiintoista tietoa työympäristön käyttöasteista. Suomessa toimistojen käyttöaste on noin 84% (Martela 2014). Pääkaupunkiseudulla sijaitsee 44 % Suomen 19 miljoonan neliömetrin toimistopinta-alasta, eli noin 8,4 miljoonaa m² (Rakli 2014.) Tästä voidaan päätellä, että pelkästään PK-seudulla on 1,3 miljoonaa m² tyhjää toimistotilaa ja

koko Suomessa kaiken kaikkiaan noin 3 miljoonaa m². Ottamatta huomioon sitä, missä päin PK-seutua nämä sijaitsevat, voidaan karkeasti laskea keskiarvotilavuokralla (kuvio 10), että vuosittaiset ansionmenetykset ovat huimat, jopa 345 miljoonaa euroa (1 300 000 m² x 265 € = 345 M€). On tietenkin otettava huomioon, että tällöin olisi jo valtava pula toimitiloista, ja markkinasta tulisi epäterve, mutta jo yhden prosentin käyttöasteen nostaminen toisi jopa 50 M€ lisää rahaa näille markkinoille pelkästään PK-seudulla.

Yksi tilastotieto on, että pääkaupunkiseudulla työpisteiden käyttöaste on vain 51%, ja tutkittaessa kokoushuoneiden käyttöastetta luku on vieläkin pienempi: 29% (Martela 2015). Lähde ei kerro toimistojen normaalia, mutta sen voidaan olettaa olleen normaali klo 7 – 18 (Rakli 2018).



Kuvio 10. Toimistotilan keskiarvovuokra sijainnin perusteella (Sponda Oyj 2018).

14 Älyrakentamisen järjestelmien soveltuvuus

Olen esitellyt opinnäytetyössä useita älyrakentamiseen liittyviä sovelluksia. Kaikkien järjestelmien tarkoituksena on säästää käyttäjän aikaa tai luoda hyvinvointia. Sovellukset ovat paljolti toisistaan poikkeavia ja toimivat erityyppisissä ja kokoisissa toimintaympäristöissä. Seuraavassa on käyty tällaisia ympäristöjä läpi ja annettu hymynaama-tietona arvosana niiden toimivuudesta. Arviota annettaessa on pyritty ajattelemaan, että kohde on itsenäinen yksikkö, eikä esimerkiksi osa suurta toimistotaloa.

14.1 Soveltuvuus toimistorakennuksen koon mukaan

Taulukossa 1 on arvioitu järjestelmien hyötyjä toimistoympäristön koon perusteella. Tässä tapauksessa vain kaksi järjestelmää eivät mielestäni ole riippuvaisia toimistorakennuksen tyypistä.

Taulukko 1. Älykkään järjestelmän soveltuvuus toimistoympäristön koon mukaan.

	Toimistotilan koko			
	Pienet toimistot (< 25 hlö)	Keskisuuret toimistot (25 -100 hlö)	Suuret toimistorakennukset (100-500 hlö)	Kampusalueet (suuria kokonaisuuksia)
Käyttäjän vikailmoitukset	☹️	☹️	☹️	☹️!
Olosuhdekartta	☹️	☹️	☹️!	☹️!
Sisäpaikannus	☹️	☹️	☹️	☹️
Työtilojen ja työpisteiden kalenterivaraukset	☹️	☹️	☹️!	☹️!
Vierailijanhallinta	☹️	☹️	☹️!	☹️!
Pysäköinnin opastus*	☹️	☹️	☹️	☹️!
Älykäs kulunvalvonta	☹️	☹️	☹️	☹️!
Hissikutsu*	☹️	☹️	☹️	☹️

* hyöty ei ole riippuvainen toimistotilan tyypistä

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että käyttäjän vikailmoitukset toimivat sitä paremmin, mitä suuremmassa toimintaympäristössä sitä käytetään. Olosuhdekartta puolestaan ei toimi pienessä kohteessa, sillä silloin olosuhteet ovat yleensä hyvin samanlaiset, ja poikkeamat käyttäjille tuttuja. Mitä suurempi toimintaympäristö, sitä enemmän olosuhdekartalla saadaan hyötyjä. Olosuhteet voivat vaihdella merkittävästi esimerkiksi auringon paisteen mukaan. Työtilojen ja työpisteiden kalenterivaraus-sovelluksen osalta toimiston koon lisäksi merkityksellinen tekijä on yhteiskäyttötilan määrä. Muiden sovellusten osalta voidaan sanoa, että ne tuottavat käyttäjälleen sitä enemmän arvoa, mitä suuremmassa ympäristössä ne ovat käytössä.

14.2 Soveltuvuus toimistotilan tyypin mukaan

Taulukossa 2 on esitetty havaintoni ja tulkintani sovelluksen tuottamasta hyödystä erityyppisissä toimistotiloissa.

Taulukko 2. Älykkään järjestelmän soveltuvuus toimistotilan tyypin mukaan.

	Toimistotilan tyyppi			
	Huonetoimisto (omat huoneet + vähän yhteisiä tiloja)	Monitiloimisto, joillakin oma huone (kiinteät työpisteet, + jonkin verran yht. tiloja)	Monitiloimisto, ei omia huoneita (omat työpisteet + paljon yhteisiä tiloja)	Monitiloimisto, nimettömät työpisteet (ei omia työpisteitä, kaikki tila on yhteisessä käytössä)
Käyttäjän vikailmoitukset	☹	☹	☹!	☹!
Olosuhdekartta	☹	☹	☹	☹
Sisäpaikannus	☹	☹	☹	☹
Työtilojen ja työpisteiden kalenterivaraukset	☹	☹	☹	☹!
Vierailijanhallinta	☹	☹	☹	☹
Pysäköinnin opastus	☹	☹	☹	☹
Älykäs kulunvalvonta	☹	☹	☹	☹!
Hissikutsu	☹	☹	☹	☹

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että vikailmoituksen tekeminen tulee olla käyttäjälle erittäin helppoa etenkin silloin, kun käytössä ei ole henkilökohtaisia työpisteitä tai työtiloja. Oman työhuoneen olosuhteisiin on usein helppo vaikuttaa, mutta avokonttoreissa joudutaan vaihtamaan työpisteitä. Älyrakentamisen ongelmaan sopivista ratkaisusta sisäpaikannuksella saadaan suurin hyöty monitilatoimistossa ilman nimettyjä työpisteitä. Kalenterivaraukset tulevat tarpeellisiksi tilojen käyttöasteen kasvaessa ja ovat käytännössä välttämättömiä silloin, kun kyseessä on monitilatoimisto ilman nimettyjä työpisteitä. Vierailijanhallinta puolestaan voi olla hyödyllinen kaikenlaisissa toimistoissa. Mikäli toimitiloissa on kiinteät omat työpisteet, voidaan myös opastaminen isännän työpisteelle hoitaa tätä kautta. Myös älykkään kulunvalvonnan voidaan todeta olevan hyödyllinen minkälaisessa toimistossa tahansa, mutta se on sitä hyödyllisempi, mitä enemmän monikäyttötiloja ja kulkulupien tai avaimia rakennuksessa on. Pysäköinnin opastuksen ja hissikutsun hyödyt eivät ole riippuvaisia toimistotyypistä.

14.3 Järjestelmien optimoiminen ja tietomalli

Tuotaessa useita järjestelmiä yhteen on tärkeää arvioida, onko niistä hyötyä toisilleen. Älyrakentamisen lisääntyessä tehdään entistä pidemmälle vietyä räätälöintiä. Taulukossa 3 on esitetty mahdollisia integraatiopareja (taulukko 3). Digitaalinen kaksonen on rakennuksesta tehty tietomalli. Parhailaan se yhdistää rakennuksen suunnittelutiedon ylläpitotietoon, sekä tuo sensoridataa ja käyttäjäpalautetta. Tavoitteena on saada eri tietolähteiden tuottama tietomäärä ihmisille ymmärrettävässä muodossa (Järvinen 2017). Rakennuksen tietomallia ei ole työssä esitelty yhtenä älyrakentamisen järjestelmänä, mutta tiedonkeruun kannalta se toimisi mielestäni hyvin yhteen kaikkien esiteltyjen järjestelmien kanssa.

Taulukko 3. Rakennuksen tietomalli ja järjestelmien väliset integraatiohyödyt.

	Rakennuksen tietomalli (tilat + laitteet)	Integrointiedut							Edut			
		Avoin RAU-järjestelmä	Kiinteistön hallinta ja vikailmoitukset	Olosuhdekartta	Sisäpaikannus	Työtilojen ja työpisteiden kalenterivaraukset	Vierailijanhallinta	Pysäköinnin opastus	Älykäs kulunvalvonta	Hissikutsu	Säästää energiaa	Säästää aikaa
Avoin RAU-järjestelmä	X											
Kiinteistön hallinta ja vikailmoitukset	X	X									X	
Olosuhdekartta	X	X	X									X
Sisäpaikannus	X		X	X							X	
Työtilojen ja työpisteiden kalenterivaraukset	X	X		X	X					X	X	
Vierailijanhallinta	X				X	X					X	
Pysäköinnin opastus	X						X				X	
Älykäs kulunvalvonta	X	X		X			X				X	
Hissikutsu	X			X	X		X				X	

14.4 Integraatiot

Kiinteistön hallinta ja vikailmoittaminen on työssä esitelty hyvin käyttäjälähtöisenä sovelluksena. Lisättäessä siihen integraatio RAU-järjestelmään, voidaan saman sovelluksen kautta mahdollisesti ilmoittaa huoltoon vaativat talotekniset viat ja saada helposti tieto vian sijainnista. Olosuhdekartta saa myös tietonsa RAU-järjestelmästä, sekä mahdollistaa selkeän vikojen ilmoittamisen käyttäjälle. Esimerkiksi voidaan ilmoittaa, mikäli osa työtiloista on erityisen kuumia, tai jos niissä tehdään huoltotöitä. Sisäpaikannuksen integraatioedut liittyvät olosuhdekarttaan samojen karttapohjien muodossa, sekä sovellukseen kiinteistön hallinnassa ja vikailmoittamisessa. Tällöin ei välttämättä tarvitse erikseen kertoa, missä käyttäjä on, vaan vikailmoitussovellus voi paikantaa

ilmoittajan automaattisesti. Työpisteiden kalenterivaraukset hyötyvät avoimen RAU-järjestelmän anturitiedosta, jolla voidaan lukea tilojen käyttöastetietoa ja purkaa käyttämättömiä tilavarauksia järjestelmästä. Lisäksi informaatio tiloissa vallitsevista olosuhteista helpottaa tilojen varaamista. Tulevaisuudessa voi tilojen varaaminen onnistua myös suoraan vapaisiin tiloihin kävelemällä, jolloin sisäpaikannukseen liittyvä tunnistin voisi varata tilan automaattisesti oikealle henkilölle. Vierailijanhallinta voi tarjota sisäpaikannuksen kautta vierailijalle mahdollisuuden navigoida rakennuksessa ja se integroituu kätevästi kalenterivarauksiin tapaamisista sovittaessa. Vierailijanhallinnan integroituminen älykkään kulunvalvonnan ja hissikutsujärjestelmän kanssa mahdollistaa vierailijoiden sujuvan liikkuminen rakennuksessa.

15 Taloudellisia perusteita älykkäälle rakentamiselle

15.1 Uusi teknologia

Uutta teknologiaa myydään edelleen paljon tekniset ratkaisut edellä. Opinnäytetyötä tehdessäni törmäsin useita kertoja tilanteeseen, jossa kuulin järjestelmän hyvistä puolista ja mahdollisuuksista, mutta varsinaiset todisteet sen ajansäästöstä olivat vähäisiä. Todennetun tiedon puutteesta johtuen on ymmärrettävää, että investointi järjestelmään, jonka kustannus yritykselle on esimerkiksi 5 € / m² / kk, kuulostaa kalliilta ja kyseenalaiselta. Myös tietoa järjestelmien todellisista hinnoista on ymmärrettävästi vaikea hankkia päätöksenteon tueksi, ilman esimerkkitapausta ja tietoa mahdollisista rinnakkaisista järjestelmistä. Joissakin tapauksissa kyse on myös liikesalaisuuksista, joita ei haluta julkisuuteen. Numeroihin käsiksi pääsemiseksi täytyi lähestyminen aiheeseen tehdä tällä kertaa hieman eri suunnasta. Kuvitteellisten liiketoimintatapauksen mallintaminen mahdollistui toimitila- ja työvoimakustannuksista löytyneen tilastotiedon avulla.

15.2 Tapaus 1

Ensimmäisessä esimerkissä yritys hakee pääsyä keskeiselle sijainnille Helsingin keskustaan nykyisestä sijainnistaan Espoon Leppävaarasta. Kustannukset eivät saisi nousta, mistä johtuen toimistotyyppiä muutetaan pykälää pienempään (taulukko 4). Investoinnille haetaan kannattavuutta viiden vuoden tähtäimellä. Jotta työn tekeminen helpottuisi, yritys satsaa älykkäisiin työntekijän aikaa säästäviin järjestelmiin, joilla pyritään mahdollistamaan helppo siirtyminen pienempiin tiloihin ja saamaan säästöä keskimäärin kaksi ja puoli tuntia kuukaudessa työntekijää kohden. Laskelmassa on käytetty apuna alueiden keskiarvoisia tilavuokria (kuvio 10) ja keskimääräistä työvoimakustannusta 34,2 € / tehty työtunti (Tilastokeskus 2016.)

Tällä hetkellä	
Nykyinen sijainti	Leppävaara
Nykyinen toimistotyyppi	Monitilatoimisto, joillakin oma huone
Henkilöstö	30
Tilaa m ² / hlö	22,5
Vuokra € / m ²	18 €
Yht € / kk	12 150 €
Tulevassa kohteessa	
Uusi sijainti	Helsingin ydinkeskusta
Nykyinen toimistotyyppi	Monitilatoimisto, ei omia huoneita
Henkilöstö	30
Tilaa m ² / hlö	17,5
Vuokra € / m ²	32 €
Yht. € / kk	16 800 €
Järjestelmien tuomat suorat säästöt	
Henkilötyötunnin kustannus	34,20 €
Henkilöstön ajansäästö € / kk (2,5 h / hlö / kk)	2 565 €
Säästö tilavuokrissa € / kk	2 520 €
Säästö yht. € / kk	5 085 €
Tarkasteltuna viiden vuoden jaksolla	
Kulut vanhoissa tiloissa	729 000 €
Kulut uusissa tiloissa	702 900 €
Varat investointeihin ja käyttökuluihin	26 100 €

Taulukko 4. Toimitilojen siirto ydinkeskustaan ilman lisäkustannuksia.

Laskelma on suunniteltu siten, että toimistotyyppi säilyy monitilatoimistona, mutta henkilökohtaiset työhuoneet jäävät kokonaan pois. Henkilöä kohden lasketusta tilasta lähtee pois noin 7,5 m², sillä yritys laskee käyttöasteen nostamisen myötä selviävänsä etenkin neuvottelutilojen osalta nykyistä vähemmällä. Alkuperäinen kokonaispinta-ala on ollut noin 675 m², ja uusi noin 446 m². Paperilla tehdyn laskelman perusteella yhtälö voisi toimia, ja tavoitteeseen on mahdollista päästä. Käyttäjätasolla säästöjä haetaan 2,5 h / kk / hlö. Vaikka kyseessä on laskennallinen esimerkki, voidaan tilojen kalenterivaraus- tai vierailijanhallintajärjestelmän, jotka usein ovat suhteellisen edullisia, uskoa tuovan tässä tapauksessa toivotut säästöt. Tässä tapauksessa ei mielestäni tule ajatella vain teknologiaa, vaan sitä, mitä se mahdollistaa juuri kyseisessä esimerkissä.

15.3 Tapaus 2

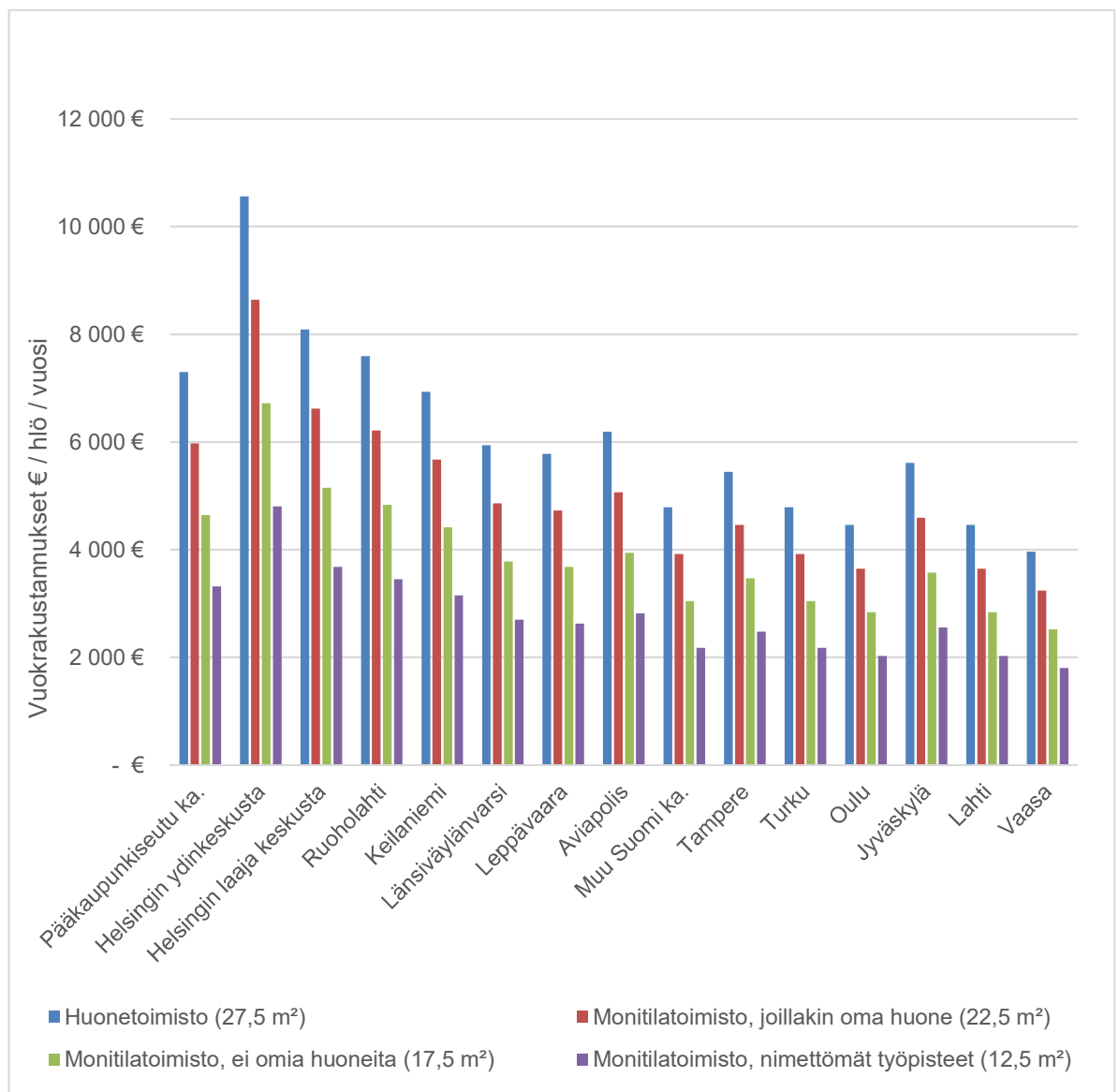
Toinen esimerkki kuvaa muualla Suomessa toimivaa yritystä, joka muuttaa uusiin ”kaikki älyrakentamisen herkut” sisältäviin tiloihin. Tässä tulee huomioida huomattavasti korkeampi vuokra, joka on peräti 9 € / m² edellistä tilaa kalliimpi. Vaikka vuokra on selvästi korkeampi, siirtymä voi sisältää mahdollisuuden säästää merkittävästi tilaa ja luoda tehokkuutta työympäristöön. Vaikka tilat pienenevät merkittävästi, on niissä panostettu myös työntekijän hyvinvointiin. Yritys myös arvioi maltillisesti, että siirtyminen ja sopeutuminen kestää vuoden, eikä sille ajalle lasketa vielä aikasäästöjä (Taulukko 4).

Tällä hetkellä	
Nykyinen sijainti	Muu Suomi
Nykyinen toimistotyyppi	Monitilatoimisto, joillakin oma huone
Henkilöstö	100
Tilaa m ² / hlö	22,5
Vuokra € / m ²	15 €
Yht. € / kk	33 750 €
Tulevassa kohteessa	
Uusi sijainti	Muu Suomi
Nykyinen toimistotyyppi	Monitilatoimisto, ei omia työpisteitä
Henkilöstö	100
Tilaa m ² / hlö	12,5
Vuokra € / m ²	24 €
Yht € / kk	30 000 €
Järjestelmien tuomat suorat säästöt	
Henkilötyötunnin kustannus	34,20 €
Henkilöstön ajansäästö € / kk	13 680 €
Säästö tilavuokrissa € / kk	- €
Säästö yht € / kk	13 680 €
Tarkasteltuna viiden vuoden jaksolla	
Kulut vanhoissa tiloissa	2 025 000 €
Kulut uusissa tiloissa	1 143 360 €
Saavutettu säästö tarkasteluaikana	881 640 €

Taulukko 4. Toimitilojen siirto älyrakennukseen, tavoitteena kustannussäästöt.

Kyseisessä tapauksessa haettiin lukuisilla älyrakentamisen järjestelmillä mahdollisuutta selviytyä pienemmissä tiloissa, sekä ajansäästöä työntekijöille

ensimmäisen vuoden jälkeen. Vuokrattavan pinta-alan pienentymisestä syntyy merkittäviä kustannussäästöjä. Esimerkissä ei oleteta, että tilojen käyttöaste kasvaisi enää entisestään, sillä uudet tilat ovat jo merkittävästi pienemmät. Tässä tapauksessa on kuitenkin laskettu, että järjestelmien tuoma kustannussäästö olisi 4 h / kk / hlö, eli noin tunti viikossa. Luku ei sinänsä kuulosta paljolta, mutta näyttölee säästöissä merkittävä osaa. Lopputuloksena yritys säästäisi yli 200 000 € vuodessa ensimmäisen vuoden jälkeen säästyneenä työaikana. Huomion arvoista tässä on se että esimerkissä neliöhinta nousi merkittävästi ja ajansäästönä tunti viikossa kuulostaa pieneltä.



Kuvio 11. Toimistovuokrat sijainnin perusteella € / hlö / vuosi (Sponda Oyj 2018).

16 Tulosten analysointi

16.1 Energiatehokkuus

Tarkasteltaessa älyrakentamista voidaan todeta, ettei sen päätehtävänä kannata olla vastuu energiatehokkuudesta, vaan tilojen käytön parantaminen ja käyttäjän hyvinvoinnin lisääminen. Rakennuksen tulee olla terveellinen ja turvallinen sekä täyttää energian kulutukseen liittyvät määräykset. Mitä enemmän tiedämme rakennuksen käyttäjästä, aikatauluista ja työskentelystä, sitä paremmin myös itse rakennus on optimoitavissa energiatehokkaaksi älyrakentamisen avulla. Esimerkiksi todettaessa, että toimistoja käytetään vain arkisin tai satunnaisesti viikonloppuisin, olisi järkevää, ettei koko rakennusta pidetä normaalitilassa koko viikonloppua. Normaalin työajan ulkopuoliset toiminnot voisi keskittää tarveperusteisesti tietyille osalle rakennusta. Tämä toisi kustannussäästöjä myös energiatehokkuudessa.

Mielestäni energiankulutuksen minimoiminen on edelleen suuressa roolissa julkisessa keskustelussa, jonka tavoitteena on pyrkiä sekä taloudellisiin säästöihin että ympäristöystävällisyyteen. Keskustelussa olisi kuitenkin hyvä ottaa huomioon myös tilatehokkuuden kasvattaminen.

16.2 Ajansäästö ja hyvinvointi

Työpisteen tarpeita ovat oikea lämpötila, sopiva ilmanvaihto ja oikeanlainen valaistus. Kuten jo todettu, työpisteet ovat enenevästi muuttumassa monikäyttöisiksi työtiloiksi, jolloin yksilölliset tarpeet siirtyvät ihmisten liikkuesssa heidän mukansa tilasta toiseen. Näkisin, että tulevaisuudessa palautteenanto olosuhteista tulee olemaan osa työntekijän arkea. Se voi tapahtua yksinkertaisuudessaan esimerkiksi matkapuhelimella tai älykellolla. Jo yksinkertainen hymynaamatieto lämpötilasta ja ilman laadusta kertoo paljon henkilön mieltymyksistä. On tietysti selvää, että avokonttorissa ei ole mahdollista toteuttaa kaikille sopivia ilmasto-olosuhteita, mutta työhuonetasolla se voi olla talotekniikan toteutuksesta riippuen mahdollista.

Ajan mittaan henkilölle muodostuu palautteen ansiosta dataa ja ikään kuin oma profiili, jonka perusteella rakennus voi yrittää pitää henkilökohtaisia ihanneolosuhteita yllä siellä missä kyseinen henkilö työskentelee. Tämä on tietysti ideaalitilanne, eikä sen käytännön toteuttaminen välttämättä ole helppoa. Näkisin kuitenkin tehdyn työn perusteella, että tähän suuntaan olemme menossa. Teknologia voi auttaa myös vireystilan kanssa, sillä älykello voi havaita esimerkiksi stressin tai väsymyksen ja viestiä siitä taloteknisille järjestelmille, jotka saamansa viestin perusteella voivat kohentaa olosuhteita kyseisellä työpisteellä.

16.3 Turvallisuus järjestelmätasolla

Katsaus tulevaisuuteen on aina epävarma, mutta opinnäytetyötä tehtäessä on haastateltu toistakymmentä alan asiantuntijaa, joiden antamien tietojen pohjalta luotu tulevaisuusikkuna on hahmoteltu. Voidaan todeta, että täysin suljetut järjestelmät alkavat olla vanhanaikaisia ja että järjestelmien yli tapahtuvan kommunikoinnin on lisääntyttävä entisestään. Käytännössä kaikki järjestelmät toimivat jonkin mitatun tiedon pohjalta, mistä johtuen lähes kaikki tekniikka, jonka kanssa olemme tekemisissä, on valjastettavissa yhteiseksi hyödyksi. Mikäli mitattu tieto, kuten mitattu olosuhde, palaute, ta muu, on mahdollista kerätä yhteiseen käyttöön, voidaan sitä hyvin todennäköisesti hyödyntää jossakin. Tästä johtuen mahdollisuus järjestelmien keskinäiseen integroimiseen on erityisen tärkeää.

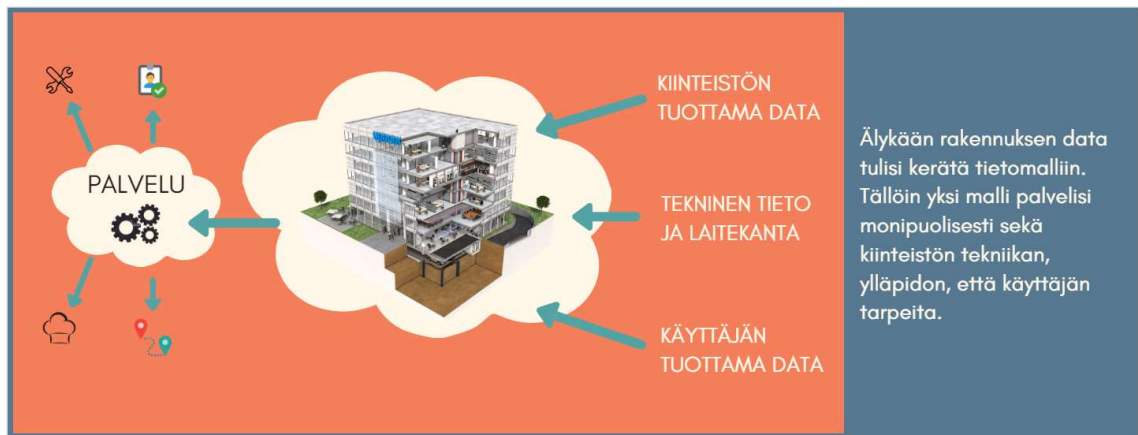
17 Rakennuksesta kerätyn tiedon keskittäminen ja jakaminen

17.1 Tiedon lähteet

Tarkasteltaessa älykkäiden rakennusten tietomäärää kokonaisuutena, voidaan todeta sen olevan suuri ja jatkuva virta, joka koostuu useista lähteistä. Osa tästä, kuten piirustukset, käyttöönottomittaukset ja laitedokumentaatiot, on koottu jo rakentamisvaiheessa. Tämä tieto helpottaa kiinteistön ylläpitoa ja korjaamista. Rakennuksen elinkaaren aikana se tuottaa jatkuvasti dataa siellä vallitsevista olosuhteista ja kulutetusta energiasta. Samaan aikaan käyttäjät käyttävät rakennusta, ja mikä älykkäämpi rakennus, sitä enemmän tästä jää hyödynnettävää tietoa (kuvio x). Ongelma on pitkään ollut, että kerätty tieto on huonosti yhteensopivaa ja sijaitsee aivan missä sattuu. Käytännössä data on ollut eri järjestelmien alla ja sen hyödyntäminen siten hankalaa.

17.2 Tiedon kerääminen ja jakaminen

Näkisin tietomallin erinomaisena alustana eri tahoilta kerätyn tiedon varastointiin ja hallittuun jakamiseen. Tärkeintä olisi, että tieto olisi yhdessä paikassa ja helposti kaikkien sitä tarvitsevien teknisten sovellusten ja ihmisten käytössä. Tämä mahdollistaisi hyvän alustan sekä käyttäjän palveluille, että kiinteistön omien teknisten järjestelmien tarpeisiin. Tällöin eri sovellusten ei tarvitsisi tehdä omia mallejaan, vaan järjestelmästä voitaisiin saada ainakin raami ja data vaikkapa olosuhdekartan visualisointiin tai parkkihallin varausasteen ilmoittamiseksi. Myös huollon näkökulmasta tietomalli toimisi erinomaisena apuvälineenä. Käytännössä yksittäisen toimilaitteen malli, sijainti ja reaaliaikainen toiminta voidaan todeta kännykän avulla.



Kuvio 12. Rakennuksen tiedonhallinta.

17.3 Tietosuoja

Älykäs rakentaminen ja henkilötietosuoja eivät välttämättä tule olemaan yksinkertainen yhtälö tulevaisuuden rakentamisessa. Mitä parempia olosuhteita pyrimme luomaan, sitä yksilöllisempää tietoa siihen tarvitsemme, mistä johtuen älyrakentamisessa tulee huomioida tietosuoja ja kerätyn datan turvallinen hallinnoiminen. Kerätessä rakennuksen tuottamaa dataa voidaan samalla kerätä melko helposti tietoa myös siellä toimivasta yrityksestä.

Pohdinta

Käsitteenä älyrakentaminen on todella laaja ja aihealuetta täytyi tutkia kohtuullisen paljon ennen kuin kokonaisuus alkoi hahmottua. Työn kannalta oli tärkeä vaihe ymmärtää mitä ja miten tulee tutkia, sekä rajata aiheena älyrakentaminen toimistoympäristöön. Alkuperäisenä tavoitteena oli myös löytää numeraalisia tuloksia älyrakentamisen tuomista hyödyistä. Näitä tuloksia ei kuitenkaan löytynyt, mutta olen tyytyväinen tutkimuksiini mahdollisista kustannussäästöistä tilavuokrien ja tehokkuuden osalta. Kokonaisuutena työ oli erittäin opettava, näkökykyä avartava, sekä toi onnistumisen kokemuksia.

Lähteet

- Abloy Oy. 2018. Skaalautuva käyttöjärjestelmä - ABLOY OS. <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/tuotteet/ratkaisut/abloy-os/>. 21.11.2018.
- Ahvenainen, P. 2018. Myynti- ja markkinointijohtaja. Taitori Oy. Haastattelu 8.11.2018.
- Ahvenainen, P. 2018. Myynti- ja markkinointijohtaja. Taitori Oy. Yritysvierailu 15.11.2018.
- CABA. 2017. Improving Organizational Productivity with Building Automation Systems <http://www.caba.org/documents/reports/CABA-IOPBAS-2017-Report.pdf>. 25.11.2018.
- Doom, C. 2010. Introduction To Business Information Management – kirja.
- De Groote, M. 2018. Tutkimuspäällikkö. Buildings Performance Institute Europe. Luento 18.3.2018 Helsinki.
- European building automations control association. 2018. Welcome to eu.bac system. <https://www.eubac.org/system-audits/index.html>. 21.11.2018.
- Health, Wellbeing & Productivity in Offices The next chapter for green building September 2014 (World green building council)
- Jernberg, R. 2018. Tuotepäällikkö. Fidelix Oy. Haastattelu 11.10.2018.
- Kauppila I. 2015. Älykäs Talotekniikka. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97221/Ismo+Kauppila+-+Opinnaytetyo+-+Alykas+talotekniikka.pdf;jsessionid=C0816C3720F3D691FEFCE089823A77C6?sequence=1>. 29.5.2018.
- Kone Oyj. 2018. Residential Flow. <https://www.kone.fi/campaigns/kone-residential-flow/>. 20.11.2018.
- Korvenmaa, M. 2018. Teknologiat ja innovaatiot. Swarco Finland Oy. Haastattelu 9.11.2018.
- Kuronen, K. 2018. Kiinteistöveli -palvelut. Toinen veli Oy. Haastattelu 26.11.2018.
- Martela Oyj. 2015. Hätkähdyttävää data nykyajan toimistoista. <https://www.martela.fi/uutiset-artikkelit-ja-lehdistotiedotteet/hatkahdyttavaa-dataa-nykyajan-toimistoista> 23.11.2018
- Rakennuslehti. 2017. Rakennus- ja kiinteistöalan ReCoTechissä Slush-tunnelmaa. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/11/rakennus-ja-kiinteistoalan-recotechissa-oli-slush-tunnelmaa/> 27.11.2018
- RAKLI ry, KTI Kiinteistötieto Oy. 2014. Kiinteistöalan yhteiskunnallinen ja kansantaloudellinen merkitys. <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6alan-yhteiskunnallinen-ja-kansantaloudellinen-merkitys-2014.pdf>. 24.11.2018
- RAKLI ry. 2018. Käyttötarkoitus. <https://www.rakli.fi/kiinteistosijoittaminen/vuokraustoiminta/riskimatriisi-riskit-kiinteiston-vuokrauksessa/kayttotarkoitus> 27.11.2018
- Salasmartinez, M. 2018. Innovaatiovalmentaja. Tieto Oyj. Haastattelu 16.11.2018.
- Sallinen, M. 2018. LVIA-osaston ryhmäpäällikkö. Granlund Joensuu Oy. Yritysvierailu 20.11.2018.

Sponda Oyj. 2016. Näin toimistotilojen vuokrahinnat muodostuu. https://www.sponda.fi/sites/default/files/guides/nain_toimitilan_vuokrahinta_muodostuu_0.pdf. 18.11.2018.

Sähkötieto ry, 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät – ST-käsikirja 17.

Taitori Oy. 2018. Taitori Tilavaraus. <https://www.taitori.fi/palvelut/taitori-reserve/>. 18.11.2018.

Tamminen, A. 2018. Toimitusjohtaja. Systam Oy. Haastattelu 7.11.2018.

Tieto Oyj. 2018. Tieto Empathic Building. <https://campaigns.tieto.com/empathicbuilding>. 20.11.2018.

Tilastokeskus. 2016. Tehdyn työtunnin kustannus työnantajalle 34,2 euroa vuonna 2016. https://www.stat.fi/til/tvtutk/2016/tvtutk_2016_2018-11-16_tie_001_fi.html. 18.11.2018.

Tiri, A. 2018. Tulevaisuusjohtaja. Kone Oyj. Haastattelu 8.11.2018.

Toinenveli Oy. 2018 Ohjelmisto kiinteistön huoltoon. <https://kiinteistoveli.fi/> 26.11.2018.

Vuorinen, J. 2018. Granlund Manager -palvelut ja ohjelmistot. Granlund Pohjanmaa Oy. Haastattelu 26.11.2018.

Väisänen, K. 2018. Ajanvarausvastaanottojen esimies. Ylä-Savon SOTE, Iisalmi. Haastattelu 9.11.2018.