

Janne Ollenberg

Digitalisaatio rakennetussa yhteiskunnassa

Haasteet ja mahdollisuudet v. 2017 - 2030

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri, YAMK

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

10.5.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Janne Ollenberg Digitalisaatio rakennetussa yhteiskunnassa 49 sivua + 3 liitettä 10.5.2017
Tutkinto	Insinööri, YAMK
Koulutusohjelma	Sähkö ja automaatiotekniika
Ohjaaja(t)	Sami Sainio, Lehtori, Metropolia Katriina Schrey-Niemenmaa , Lehtori, Metropolia Jussi Niemi, Tilapalvelupäällikkö, Suomen Kuntaliitto ry Kari Kallioharju, Puheenjohtaja, Avoin Automaatio ry
<p>Opinnäytetyössä laadittiin opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle sekä arvioitiin kysynnän muutoksia ja painopisteitä rakennetussa yhteiskunnassa 2017-2030.</p> <p>Työssä on toteutettu katsaus digitalisaation mahdollisuuksiin ja edellytyksiin rakennetussa yhteiskunnassa 2017-2030. Työ jakaantuu kahteen vaiheeseen. Liitteenä esitetty ”opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle” valmistui Avoin Automaatio ry:n kustantamana syksyllä 2016 ja tämä ”haasteet ja mahdollisuudet 2017-2030” osio keväällä 2017. Ensimmäinen osio on suunnattu erityisesti julkiseen rakennushankkeeseen ja laajaan peruskorjaukseen ryhtyvälle päättäjälle. Oppaassa on huomioitu yksittäisen rakennushankkeen vaiheet suunnittelusta toteutuksen sekä ylläpitoon. Työn on tarkoitus antaa kokonaiskuva hyvässä hankkeessa huomioitavista osatekijöistä niin että nykyteknologian ja toimintamallien hyödyt palvelevat laajasti käyttäjiä läpi koko rakennuksen elinkaaren.</p> <p>Haasteet ja mahdollisuudet 2017-2030 - osiossa kuvataan lähivuosina ja vuosikymmeninä tapahtuvia yhteiskunnan muutoksia, jotka heijastunevat nopeiten asuntojen kysyntään ja viiveellä julkiseen rakentamiseen. Koulutettu väestö muuttaa kaupunkeihin ja väestön ikääntymässä taloudellinen huoltosuhde muuttuu merkittävästi erityisesti taantuvilla alueilla. Ilmastopromiset edellyttävät vastuullista energiankäyttöä ja uudet logistiikkaratkaisut muuttavat käsityksen liikkumisesta.</p> <p>Julkinen hankinta on avainasemassa palveluiden ohjauksen kannalta. Toisaalta myös urakoitsijoiden ja muiden sidosryhmien tulee olla valmiina tarjoamaan muuttuvan kysynnän edellyttämiä tuotteita ja palveluita. Olemme teknologiaharppauksen äärellä. Oikeilla valinnoilla on mahdollista kehittää yhteiskunnan elinvoimaa tukevia ratkaisuita. Samalla voidaan luoda uutta liiketoimintaa, jolla on globaalit ja kasvavat markkinat.</p>	
Avainsanat	Rakennettu yhteiskunta, IoT, Verkottunut talotekniikka, Kyber- turva, Älykaupungit

Author(s) Title	Janne Ollenberg Digitalization in smart city environment
Number of Pages Date	49 pages + 3 appendices 10 May 2017
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Instructor(s)	Sami Sainio , Senior Lecturer, Metropolia Katriina Schrey-Niemenmaa , Senior Lecturer, Metropolia Jussi Niemi, Muncipal Facilities Specialist, Association of Finnish Local and Regional Authorities Kari Kallioharju, Chairman, Avoin Automaatio ry
	<p>In this thesis, a handbook for the decision-makers taking on a construction project was compiled, and the changes in the demands and priorities for the built community in 2017-2030 were studied.</p> <p>The purpose of the thesis is to promote best practices in bidding and competitive bidding. The work was guided by an expert group consisting of representatives of public administration, developers and real estate users. The content of the handbook was drawn up partly as a small group work with an expert group. The handbook is aimed specifically at the public administration and large property owners, and was published in autumn 2016.</p> <p>The market review is intended to help build the future strategy for the construction sector. In the market forecast, the emphasis has been on the changes in society, which is the fastest reflection on the demand for housing and the delay in public construction.</p> <p>The educated population moves to the cities, and as the population grows older, the economic dependency ratio changes significantly, particularly in declining areas. Climate contracts require responsible energy use, and new logistics solutions change the perception of movement.</p> <p>Public procurement plays a key role in the management of services. On the other hand, contractors and other stakeholders should be ready to provide the products and services needed for changing demand. We are on a technology leap. With the right choices, it is possible to develop solutions that support the vitality of society. At the same time, we can create a new business with a global and growing market.</p>
Keywords	Building environment, Internet of things, Building services, Cyber security, Smart City

Sisällys

Sanasto	1
1 Esipuhe	3
2 Johdanto	3
3 Yleistä	7
4 Ilmastonmuutos ja energiatehokkuus	16
5 Ikääntyvän väestön palvelut	21
6 Tiedon hallinta ja jakelu verkottuneessa yhteiskunnassa	25
7 Teknologiamuutokset rakennetussa yhteiskunnassa	32
8 Työpaikat ja maahanmuutto	38
9 Tilastollinen aineisto	40
10 Yhteenveto	47
11 Liitteet	50
12 Lainatut lähteet	53

Sanasto

KNX	knx.fi	Lisensoitu avoin talotekniikka-järjestelmä
VR	Virtual reality	Virtuaalinen todellisuus, voidaan luoda havainnemalleja ja sisältöä, joita tarkkaillaan näyttöjen tai VR-lasien avulla.
AI	Artificial intelligence	Lisätty todellisuus. Voidaan tuottaa virtuaalista sisältöä todelliseen ympäristöön kameroiden ja VR lasien tai näyttöjen avulla.
IOT	Internet of things	Esineiden internet
IPv6	Internet protocol version 6	Tietoliikenneprotokolla ja sen viimeisin versio, jonka osoitemäärä on nykytietämyksen perusteella rajaton
5G		Matkapuhelinstandardi, joka mahdollistaa tiheät soluverkot. Hyödynnettävissä mm. IoT liikenteessä
tcp/ip		Internetin perustana olevan verkko- ja viestintämenetelmän yleisnimitys
DHL	Yhtiön nimi muodostuu yrityksen kolmen perustajan sukunimien ensimmäisistä kirjaimista: Adrian Dalsey, Larry Hillblom ja Robert Lynn.	Nykyisin saksan posti omistaa yhtiön kokonaisuudessaan. Yhtiö tuottaa maailmanlaajuisia logistiikka ja huolintapalveluita.
Thing2Data	Esineiden internettiin liittyvä hanke, jossa tarkoitus yksilöidä kaikki tieto	Hanke ottaa kantaa esineisiin liittyvään maksamiseen sekä esineiden omistajien rekisteröintiin
TEHO	kiinteistötiedon hallintajärjestelmä	Rakennustiedon ohjaama hanke
KiRA digi	Kiinteistö ja rakennusalan digitalisaatio	Hankkeen avulla on tarkoitus edistää kiinteistö- ja rakennusalan tietotekniikan hyödyntämistä ja yhteensopivuutta. Hanke on käynnistynyt vuonna 2017
Hackthon	Kilpailu tai tapahtuma, jossa joukko henkilöitä kokoontuu ratkaisemaan ennalta määritellyjä haasteita.	Kilpailumuoto liittyy useinmiten tietotekniikan hyödyntämiseen ja menetelmän avulla pyritään löytämään täysin uusia soveltamismahdollisuuksia

Ilmanvuotoluku	Ilmanvuotoluku n50 määrittää ilmanvaihutumisen suhteellisen määrän huoneistossa tunnin aikana 50 . Jos ilmanvuotoluku = 2, vaihtuu ilmamäärä kaksiker- taa tunnissa	Nykyaikaisen kiinteistön ilmanvuotoluku on 1-2, vanhassa rakennuksessa luku saattaa olla yli 4
VOC-yhdiste	<i>Volatile organic compound</i> - haihtuva orgaaninen yhdiste	Tarkoitetaan yleisesti normaali- assa asuinympäristöolosuh- teissa kaasuuntuvia yhdistel- miä. Jotkut VOC yhdistelmät ai- heuttavat terveyshaittoja ja al- tistavat syövälle
Kuorisuojaus	Kiinteistön turvallisuuteen liit- tyvä termi	Kuorisuojauksella tarkoitetaan yleensä rakennuksen ulommai- sen osan valvontaa. Useinmi- ten ulko-ovien ja ikkunoiden valvonta liittyvät kuorisuojauk- seen
Lora	Long Range radio network	langattoman tiedonsiirron stan- dardi, käyttää vapaita radiotaa- juuksia. Kantamat katvealu- eella 300 m ja avoimessa maastossa jopa 20 km. Radio- verkko kuuluu rakennusten ja maanpinnan läpi
ZigBee	802.15 Radioverkko	Lyhyen kantaman lähiverkko erityisesti IoT laitteiden väli- seen tiedonsiirtoon. Toteuttaa OSI mallin alemmat kerrokset
Drone, Drone parvi	Nelikopteri	Radio-ohjattu lentolaite, joka voidaan ohjata toteuttamaan ryhmänä ennalta määriteltäviä siirtotehtäviä tai työsarjoja
Hyperloop	Nopea junayhteys	Perustuu magneettikenttään ja suljettuun ratayhteyteen. No- peiden junien avulla voidaan kuljettaa ihmisiä kohteiden vä- lillä jopa satojen kilometrien tuntinopeuksilla.

1 Esipuhe

Työn tulokset ovat syntyneet merkittävän asiantuntijajoukon avustamana. Työn ensimmäisen osion ”opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle” työstämisen aikana solmittiin uusia kumppanuuksia ja työryhmän kautta aloitteen saanut ryhmä voitti rakennusalan Hackthonin omassa sarjassaan. Maailmaa on siis parannettu piirun verran myös kirjoitusten ulkopuolella. Kiitän ”opas päättäjille” – työryhmää merkittävästä panoksesta julkaisun työstämisessä sekä Kiinteistöalan koulutussäätiötä työn taloudellisesta tukemisestä stipendin muodossa. Kuntaliittoa ja Avoin Automaatio ry:tä kiitän toteutuksen mahdollistamisesta ja ohjauksesta. Kiitän perhettäni tekemisen tukemisesta ja haluan omistaa tämän työn lapsilleni ja heidän lapsilleen, sillä he pääsevät elämään ja kokemaan sen maailman joka tänään suunnitellaan.

2 Johdanto

Automatisaatio, digitalisaatio ja robotiikka tekevät tuloaan ja huikeiden kasvuennusteiden totuus selviää muutaman vuoden kuluessa. Ennustajasta riippuen povataan jokaiselle maailman asukkaalle jopa kymmeniä verkkoon kytkettyjä laitteita vuoden 2020 tienoilla. [1] Jos ajatukset pitävät paikkansa edes osittain, ollaan tilanteessa, jossa verkkoon liitettyjen laitteiden ja toimintojen määrä kasvaa merkittävästi nykyhetkeen verrattuna. Rakennettu yhteiskunta tulee olemaan Internet of Things-alueen (esineiden internet) merkittävä hyödyntäjä ja mahdollistaja. Liitettävä teknologia ja verkottuneet palvelut mahdollistavat seurantaan perustuvan ennustamisen ja lisäpalveluiden tuottamisen tehokkaasti. Taloudellisesti rakennusten verkottaminen ja aktiivinen ohjaus ovat perusteltua energiansäästön mahdollisuuksien avulla. Mikäli samalla huomioidaan laajemmin muiden palveluiden tuotantomahdollisuudet, voidaan toteuttaa merkittävä teknologia-harppaus ja mahdollistaa lukuisat lisäpalvelut.

Teknologiamahdollisuuksia voidaan hyödyntää laajasti rakennuttamisen suunnittelusta aina rakennuksen purkamiseen ja materiaalin kierrättämiseen saakka. Myös tilojen käyttäjät hyötyvät ja voivat liittyä ja hyödyntää uusia palvelumahdollisuuksia ja -verkostoja. Rakennuksen käyttöikä on useammasta kymmenestä vuodesta jopa satoihin vuosiin, joten tänään tehtävät ratkaisut vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen. Tulevaisuudentutkimuksen hyödyntäminen investointipäätöksiä ja -painotuksia toteutettaessa on tärkeää, jotta valinnat palvelisivat pitkään. Ympäröivän yhteiskunnan muutosten suunta koskettaa

niin julkisia päättäjiä, rakennuttajia kuin yksittäistä asukastakin. Muuttoliike keskittyy lähivuosina kasvukeskuksiin. Muuttajista aktiivisia ovat erityisesti työikäiset lapsiperheet, mutta myös ikääntyneiden aktiivisuus on lisääntynyt. [2] Tulevaisuuden asuinpaikkojen kilpailuedun perusta rakennetaan nyt. Väärät valinnat voivat myöhemmin johtaa muuttopakoon alueille, joissa on saavutettavissa parempi asukasviihtyvyys ja tuotannolliset edellytykset.

Tavoitteena on tutkia rakennetun yhteiskunnan näköpiirissä olevien hankkeiden kannalta oleellisia kehityskohteita teknologioiden ja tuotantomallien osalta vuosina 2017-2030. Hankkeessa on tarkoitus selvittää rakennetun yhteiskunnan kannalta keskeiset kehityskohteet ja toiminta-alueet, rakentamisen ja korjausrakentamisen painopisteet, automatisoinnin, tiedonsiirron ja näihin liittyvien palveluliiketoimien kehitysnäkymät ja kyberturvallisuuden kehitystarpeet em. alueilla. Työssä hyödynnetään eri tutkimuslaitosten julkaisuja ja alan kirjallisuutta, joiden perusteella päätellään todennäköiset kehityspolut ja arvioidaan näiden vaikutus ja riippuvuudet rakennetun yhteiskunnan kyberturvallisuuden kannalta. Työn alustuksena toteutettiin laajan asiantuntijaryhmän ohjauksen avulla ”Digitalisaatio rakennushankkeissa – opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjille”-julkaisu [3], jonka toivotaan tuottavan tulevien kilpailutuksien kautta yhtenäisempiä mahdollisuuksia toteuttaa digitalisaation mahdollisuuksia erityisesti julkisessa rakentamisessa ja alueellisissa hankkeissa. Oppaan tarkoituksena on kiinnittää huomiota niihin ratkaisuihin, joita voidaan laajemmin hyödyntää rakennetun yhteiskunnan digitalisatiopalveluita muodostettaessa.

Ilmaston muutos on ohjannut yhteiskuntaa sitoutumaan merkittäviin kasvihuonepäästöjä vähentäviin tavoitteisiin seuraavan 30 vuoden kuluessa. Tavoitteiden saavuttamiseksi yhteiskunta ohjaa kulutuskäyttäymistä verotuksen, lainsäädännön ja tukitoimien kautta. Tällöin energiaa tuhlaavat ja fossiilisia polttoaineita käyttävät kohteet tulevat kalliimmaksi käyttää, jolloin kulutus ohjautuu edullisempiin kohteisiin. Valintoja ohjataan esimerkiksi rakennusmääräyksin, jolloin energiankulutukseen liittyvät rakennusmääräykset kiristyvät laskennallisten kulutusvaatimusten osalta. Energiamääräyksissään yhteiskunta voi myös ohjata kulutusrakennetta energiamuotokertoimen avulla suosien keskitettyä energiantuotantoa ja uusiutuvaa energiaa. [4] Rakennusmääräyksissä tapahtuvat muutokset tulevat edellyttämään merkittäviä muutoksia rakennusten käytön ohjauksessa ja rakennetun yhteiskunnan integraatiotarpeissa sekä kiihdyttämään yhtenäisen perustason määrittelyn tarvetta kyberturvallisuuden kannalta, jotta yhteiskunnan toiminta voidaan

perusratkaisuiden osalta turvata. [5] Kiinteistöjen ohjausta voidaan hyvän ennakkosuunnittelun ja vakioinnin kautta hyödyntää myös asumisen palveluihin ja ikääntyvän väestön kotihoidon tarpeisiin.

Rakennetun yhteiskunnan palvelurakenne ja -odotukset ovat voimakkaan muutoksen kynnyksellä. Vanheneva rakennuskanta odottaa peruskorjausta samalla kun väestönkasvu keskittyy keskuskuntiin ja kehysalueille. Väestön ikärakenne muuttuu merkittävästi lähivuosina ja huoltosuhde heikkenee erityisesti väestökadosta kärsivien kuntien alueella. Huoltosuhdetta voidaan tarkastella myös taloudellisena huoltosuhteena, joka heikkenee muuttotappiokunnissa ja heikentää taloudellista toimeliaisuutta ja alueen palvelutasoa. Ennusteen mukaan kuntien väliset erot kasvavat ja vuoteen 2040 mennessä erityisesti Kainuun ja Lapin alueen väkimäärältään pienten kuntien taloudellinen huoltosuhde heikkenee merkittävästi. Tulevaisuuden Suomessa on kuntia, joissa yksi työssäkävijä vastaa laskennallisesti myös 2-3 muun henkilön toimeentulosta. Kasvukeskuksissa taloudellinen huoltosuhde pysyy likimain nykytasollaan muuttoliikkeen ja työpaikkojen keskittymisen ansiosta [6]. Laitoshoidon kulut yksittäisen potilaan osalta ylittävät palkansaajien kuukauden keskiansion, jolloin yhteiskunnan edellytykset nykyisenkaltaiseen vanhustenhoitoon eivät ole taloudellisesti mahdollisia. Ikääntyvät henkilöt ovat aiempaa parempikuntoisia pärjäten pidempään ilman ulkoista apua. Ei ole tavatonta, että yhdeksänkymppinen eläkeläinen asustelee omassa kodissaan tai tehostetun asumisen palvelutalossa kodinomaisissa oloissa. Tulevaisuudessa elinajan odote kasvaa entisestään. Ikääntyvä väestö tarvitsee miljoona esteetöntä asuntoa vuoteen 2030 mennessä. On yhteiskunnan etu ja samalla merkittävä palvelumahdollisuus yrityksille, mikäli tulevaisissa rakennushankkeissa ja peruskorjauksissa voidaan käyttää yhteensopivia menetelmiä kiinteistöjen ja asuntojen ohjauksessa sekä valvonnassa.

Vuoden 2016 alussa perustettiin Digitalisaatio rakennushankkeissa -työryhmä, joka koontui kuusi kertaa. Työryhmään kuului 15 jäsentä, jotka edustivat laajasti rakentamista ja maankäyttöä sekä kiinteistön käyttäjiä ja omistajia. Työryhmän ohjauksessa toteutettiin pienryhminä opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle, joka oli suunnattu erityisesti julkishallinnon ja merkittävien kiinteistön omistajien toteuttamiin hankkeisiin. [3]Työryhmätyöskentelyyn, oppaan kirjoittamiseen ja projektin ohjaukseen osallistujat käyttivät yhteensä noin 400 työtuntia ja hankkeeseen osallistui seuraavat yhteisöt: Avoin Automaatio ry, Consti Yhtiöt, Fira Oy, Grandlund Oy, KNX Finland ry, Koulutuskeskus Salpaus kuntayhtymä, Metropolia ammattikorkeakoulu, OP-Pohjola, Rakennusteollisuus

ry, Sisäilmayhdistys ry, Suomen Kuntaliitto ry, Suomen kuntatekniikan yhdistys, Sonera Oy, Sosiaali- ja terveysministeriö, Sytyke ry, Tietoturva ry ja Ympäristöministeriö. Oppaan kansilehti on liitetty tämä dokumentin loppuun.

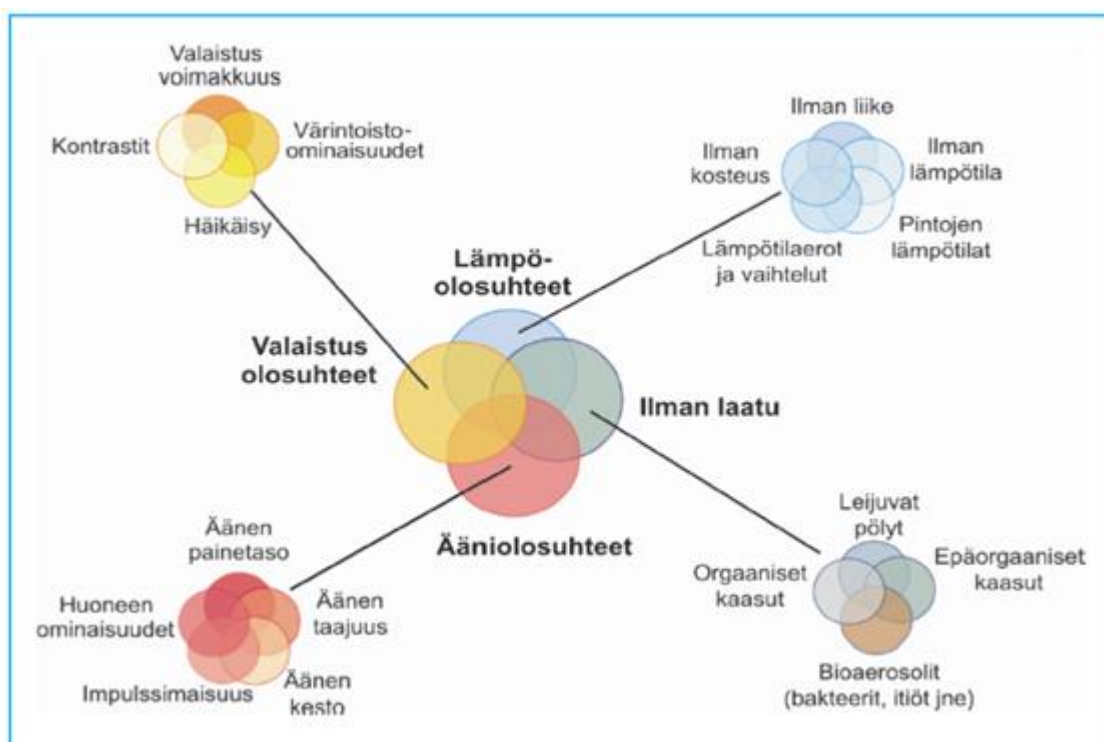
Tarkoitus oli jatkaa työryhmän työtä oppaan valmistumisen jälkeen anturitekniikan validoinnin ja mittaussuosituksen laatimisella, mutta STEK:n alustavasti lupaama rahoitus ei toteutunut, ja työn suorittaminen oli rahoituksen puuttuessa mahdotonta. Työtä päätettiin rahoituksen epäonnistumisen jälkeen jatkaa yhdessä Avoin automaatio ry:n kanssa, jonka toimeksiannon pohjalta tämä työ valmistui.

Työ toteutettiin pääosin kirjallisuustutkimuksena valmiita julkisia tutkimusraportteja ja kirjallisuutta hyödyntäen. Digitalisaatio rakennushankkeissa – opas päättäjille. [3] työryhmän näkemyksiä ja painotuksia hyödynnetään skenaarioiden valinnassa. Lisäksi hyödynnetään Tilastokeskuksen, Rakennusteollisuuden ja Kiinteistöliitto ry:n sekä Suomen Kuntaliiton tutkimuksia alan nykytilasta ja tulevaisuudennäkymistä.

3 Yleistä

Suomessa merkittävä omaisuuserä on sitoutuneena rakennuskantaan. Suomen rakennuskannan arvioidaan olleen arvoltaan noin 480 miljardia euroa vuonna 2014. Tämä edustaa noin 60 % kansallisvarallisuudesta. Merkittävä osuus tästä rakennuskannasta on rakennettu 1970-luvun aikana ja nämä rakennukset tulevat jälleenrakennus- tai peruskorjausikään lähivuosien aikana. Vuosittain tullaan korjaamaan rakennuksia vähintään 8 miljardin euron arvosta seuraavien 20 vuoden ajan. [7]

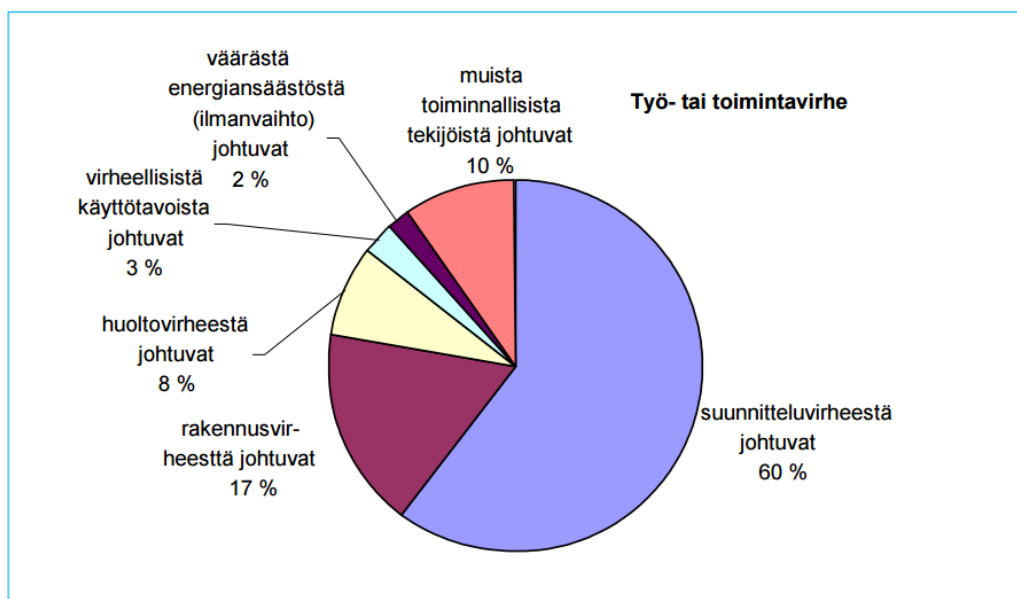
Energiatehokkuus ja sisäilmaongelmat sekä rakentamisen laatu ja tehokkuus ovat puhuttaneet otsikoissa viime vuosina. Rakennusten sisäilmaongelmat ovat julkisuudessa lähes viikoittain. Rakentamisen haasteista ja sisäilmaongelmista on tehty runsaasti tutkimusta, mutta toistaiseksi ei ole löydetty selkeästi mitattavia tekijöitä jotka yksin tai yhdessä johtaisivat heikkoon sisäilmaan.



Kuva 1 Hyvän sisäilmaston vaikuttavia tekijöitä [8]

Kuvasta 1 nähdään sisäilmaston laatutekijät, jotka yhdessä muodostavat laatuun vaikuttavan kokonaisuuden. On huomioitava, ettei yksittäisten laatutekijöiden suhteita toisiinsa tunneta vielä riittävän hyvin. On olemassa suosituksia raja-arvoille, mutta ei kuitenkaan

absoluuttisia mitta-arvoja hyvän ja huonon sisäilmaston erottamiseksi. Sisäilmaston laatu koetaan osittain subjektiivisena yksilökokemuksena, johon voi vaikuttaa aiemmat kokemukset ja altistuminen heikkolaatuiselle sisäilmastolle Asian tiimoilta on tehty ansiokasta tutkimustyötä erityisesti Tampereen teknillisessä yliopistossa rakennusfysiikan yksikössä ja Turun yliopistossa aerobiologian yksikössä sekä Kuopion yliopistossa.



Kuva 2 Julkisen rakennuksen kosteusongelmien syitä (9)

Kuvasta 2 voidaan havaita, että merkittävä osa julkisten rakennusten kosteusongelmista johtuvat suunnitteluvirheistä. Kuitenkin väärä ylläpito tuottaa nykyisin yli neljänneksen kosteusongelmista, joten myös käyttöohjeistuksiin ja -valvontaan on syytä kiinnittää huomiota.

Rakenumääräykset ovat kiristyneet voimakkaasti tavoiteltaessa energiansäästöjä ja peruskorjauskohteiden laatutaso ei ole aina pysynyt muutosten perässä. Erityisesti koulujen ja päiväkotien sisäilmaongelmat ovat saaneet paljon julkisuutta osakseen. Konteissa ja muissa väistötiloissa opiskelee tuhansia koululaisia vuosittain. [9] Kuntaliiton rahoittaman tutkimuksen mukaan noin 200 000 lasta viettää päivänsä rakennuksissa, joissa on merkittävä sisäilmaongelma. Suorien sairaskulujen lisäksi hallitsematon tilanne heijastuu tuottavuuteen. [8] Sairasta lasta hoitava vanhempi on poissa tuottavasta työstä ja myös lasten oppimistulokset ovat tutkitusti heikompia huonossa ympäristössä. Kiire ja

tiedon puute ohjaavat vääriin valintoihin. [10] Jopa homehtuneen koulun väistötilaan on saatu aikaan sisäilmaongelma, kun märkä betonilattia päällystettiin liian nopeasti muovimatolla. [11] Rakennuttamisen kilpailuttaminen perinteisin sopimusmallein johtaa heikoimmillaan riskilisään nopean aikataulun johdosta ja pitkittyviin takuukorjauksiin ja tilan käytön estymiseen sekä heikoimmillaan rakennuksen purkamiseen epäonnistuneiden operaatioiden kautta.



Kuva 3 Rakennuksen kosteusvaurioiden lähteitä [12]

Keskeisiä ongelman aiheuttajia ovat kuvassa 3 esitetyt lähteet. Merkittävää on, että suuri osa kosteusvaurioista tapahtuu jo ennen kuin rakennus on otettu käyttöön. Rakennushankkeen aikana materiaalit kastuvat ja materiaali pinnoitetaan ennen kuin alemmat materiaalikerrokset ovat saaneet riittävästi kuivua. Osin pinnoitteiden käsittelyvirheisiin ovat johtaneet materiaalien koostumusten muutokset, vesiohenteisten pinnoitteiden lisääntyminen ja eristepaksuuskasvu. Rakennusalalla ei riittävästi tunneta materiaalien käyttäytymistä muuttuvissa olosuhteissa. [13] Turvamääräykset ovat tuoneet vesiohenteiset liimat markkinoille ja vanhat työmenetelmät eivät ole enää ajan tasalla. Vesiohenteinen liima kuivuu liuotinvaihtoehtoa hitaammin ja mahdollistaa emäksisen betonivalun

reagoinnin pinnoitusmateriaalin kanssa. Tästä aiheutuu VOC-yhdistelmiä sisäilmaan, johon ihmiset helposti reagoivat etenkin, jos ilmanvuotoluku on alhainen.

Materiaalin vioittuminen voidaan havaita ajoissa tai estää kokonaan ennakoimalla tunnettujen riskitekijöiden toteutumisen todennäköisyyttä. [13] Mittalaitteita ja seurantajärjestelmiä voidaan sijoittaa tunnettuihin riskikohteisiin. Seurantajärjestelmä voi olla esimerkiksi analoginen mittausliuska, joka osoittaa materiaalin pysyneen kuivana tehtaalta rakennuskohteeseen saakka. Erilaiset IoT -laitteet ovat nykyisin kilpailukykyisiä vaihtoehtoja, ja useita langattomiin tekniikkoihin perustuvia sovelluksia on kehitteillä siten, että mittalaite voi toimia ilman ulkoista energiansyöttöä rakenteisiin upotettuna useita vuosia. Tämä on tärkeää erityisesti kohteissa, joita ei haluta rikkoa antureiden vaihtamista varten. Esimerkiksi kylpyhuoneen lattiakaivon ympäristöön voidaan sijoittaa useampia pitkän käyttöiän antureita, jolloin vähintään yksi anturi säilyy käyttökuntoisena, kunnes tullaan seuraavaan peruskorjaushetkeen.

Antureiden asentamisessa lattiavaluihin ovat haasteena työvaiheet ja valun aikainen korkea emäksisyys, jotka voivat vioittaa tai rikkoa antureita. Antureiden pitkäaikaisesta käytöstä olisi hyvä saada lisää tutkimustietoa ja hyödyntää havaintoja alan opetuksessa. Tutkimustietoa tarvitaan lisää sekä mittausmenetelmistä ja soveltuvista antureista että asennusmenetelmistä sujuvan kokonanon ja liitettävyyden toteuttamiseksi. Viime vuosien aikana on tullut runsaasti tarjontaa laitteista, jotka voidaan asentaa ilman kaapelointia kohteeseen. Langattomien antureiden liikennöinti perustuu radioverkkoon tai etälueen kautta tapahtuvaan tiedonvälitykseen. [15] Langattomat anturit saavat käyttövoimansa ympäristöstään ilmaisenergiana tai pitkäkestoisista akuista tai yhdistelmästä, jossa akkuja ladataan silloin kun energiaa on saatavilla. Mittalaitteiden ilmaisenergiaa tuotetaan esimerkiksi paine-eron, lämpöenergian, liike-energian tai aurinkoenergian avulla. Mittalaitteen akku voi olla myös ladattavissa rakenteiden läpi esimerkiksi induktiosilmukan avulla. Lisäksi anturi voi olla passiivinen, niin että se toimii vasta, kun kokonaisuuteen liitetään ulkoinen mittalaite. Esimerkki tämänkaltaisesta järjestelmästä on kuituoptinen anturi [14], joka voi mitata tuhansia muuttujia koko asennuspituudeltaan siihen kytketyn mittalaitteen avulla. Mittaus perustuu valon heijastumiin tunnetun kohteen tilan muuttuessa. Kuituoptiikalla voidaan mitata esimerkiksi rakenteiden kuormitusta, tärinää ja kosteutta. Kuituoptiikkaan on toistaiseksi hyödynnetty lähinnä infrarakentamisessa mittalaitteiden korkean hinnan johdosta.



Kuva 4 Rakennetun yhteiskunnan kehityskohteita

Kuvassa 4 on tarkasteltu rakennetun yhteiskunnan keskeisiä kehityskohteita. Asumisen ja palveluiden keskittyminen on seurausta globaalista kehityksestä. Alkutuotannon työpaikat vähenevät ja työn luonne muuttuu tulevaisuudessa kausiluonteisemmaksi, jolloin keskustojen vetovoima kasvaa niiden tarjoamien parempien työllistymismahdollisuuksien kautta. Tiedonsiirron mahdollisuudet ja alustatalous tukevat kehitystä ja alueellinen palvelutuotanto sekä liikenteen ja logistiikan ratkaisut mahdollistavat kattavat palvelut myös kasvukeskusten ulkopuolelle. Väestön ikääntyminen ja ilmastopimuksista johdettu energian hinnan nousu tuottavat taloudelliset perusteet digitalisaation edistämiseksi rakennetussa yhteiskunnassa.

Tiedon kerääminen ja jalostaminen palveluiksi on merkittävä tehostaja sekä rakennusten suunnittelun, käytön että ylläpidon kannalta. Yksittäisen rakennuksen osalta tietoa alkaa muodostua jo määrittelyvaiheessa, ennen kuin varsinaista rakennushanketta on aloitettu. Määrittelyvaiheen vaatimukset ja laskelmat tarkentuvat suunnitteluvaiheessa ja konkretisoituvat rakentamisvaiheen aikana. Mikäli tiedot olisivat käytössä vielä ylläpito-vaiheessa, voitaisiin rakennuksen säätö hoitaa tietoon perustuen. Valitettavasti näin tapahtuu vain harvoin. Ylläpito-vaiheessa olisi mahdollista hyödyntää valmiita sensoriverkkoja asukkaiden palveluihin, mikäli yhteensopivuudesta ja tiedon jakelusta huolehditaan.

Rakennuksen suunnitteluvaiheesta valmiin rakennuksen käyttöönottoon saakka tiedot usein vielä pysyvät ajantasaisina, mutta ylläpito-vaiheeseen siirryttäessä merkittävä osa tiedoista tavallisesti hukataan ja ylläpidon suunnittelu aloitetaan perussuunnitelmien pohjalta. [3] Tällöin ei välttämättä osata asettaa ohjaus- ja hälytysrajoja rakenteiden kautta optimaalisesti. Kuitenkin tilanteessa on viime vuosien aikana tapahtunut positiivista kehitystä sähköisten huoltokirjojen ja ylläpidon tietomallinnuksen muodossa. Huoltokirjatietojen lisäksi tietomalli voi sisältää tietoja materiaalien käyttäytymisestä olosuhteiden vaihdellessa. Tietoja voidaan tällöin hyödyntää esimerkiksi lämmityksen ja ilmastoinnin optimoinnissa kaksisuuntaisesti. Ennakkoon voidaan ennustaa rakennuksen käyttäytyminen säätilan muutoksen suhteen ja historiatiedoista todeta ohjauksen onnistumien. Järjestelmällisellä tiedon hallinnalla voidaan seurata rakennuksen käyttäytymistä erilaisissa olosuhteissa. Yksittäisen rakennuksen kannalta tietoa kerätään yleensä lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen ohjauksen optimoimiseksi. Ennustemalleja voidaan käytön aikana täydentää toteumilla, joita kerätään todellisista olosuhteista, kun ihmiset käyttävät rakennuksia. Tietoja yhdistelemällä voidaan päästä tarkkoihin tilannekuviin. Hyvin jalostettuna tietoa voidaan käyttää rakennusten säätämässä ja valvonnassa sekä asukkaiden läsnäolon sekä aktiviteettien tarkkailussa.

Laajemmin vertailutietoja voi hyödyntää esimerkiksi kunta tai muu merkittävä kiinteistö-omistaja, jolla on hallussaan useita saman aikakauden kiinteistöjä. Tällöin ajantasaisella vertailulla voi paljastaa poikkeamat ja ohjata käyttöä oikeaan suuntaan ennakoivasti. Esimerkiksi Norjassa kunnat vertailevat päiväkotien ym. julkisten rakennusten perustietoja lämmönkulutuksen ja ilmanvaihdon suhteen. [15] Tiedon seuranta on tärkeää, jotta havaittaisiin nopeasti muutokset rakennuksen käyttäytymisessä ja että voitaisiin tarvittaessa reagoida ympäristön muutoksiin hyödyntäen rakennusten massahitauksia. Laaduk-

kaan sisäilmaston merkitys on yleisesti lisääntynyt ihmisten elintapojen muuttuessa. Sisätiloissa oleskellaan nykyisin 90 % käytettävästä ajasta, kun vielä 50 vuotta sitten käytiin enemmän ulkona töissä ja harrastamassa [15].

Rakennuksen käytön aikaiset haasteet liittyvät useimmiten ilmanvaihdon hallintaan ja lämpötalouteen, joiden energiatehokkuuteen tähtäävä optimointi saattaa viedä sisäilman laadun kestävämpään tilaan. Ilmastointia saatetaan säätää vakio-ohjelmalla huomioidotta käyttöolosuhteiden muutoksia, mikä johtaa pidemmällä aikavälillä kosteuden kertymiseen rakennukseen. Rakentamisen ja etenkin peruskorjauksen määrä tulee lähi-vuosina kasvamaan nykytasosta huomattavasti, eikä yhteiskunnan maksukyky kestä nyky-mallin toimintatapoja. Asiaa edistämään onkin perustettu useita hankkeita, joista merkittävimpiä ovat Rakennusteollisuuden TEHO-hanke, Kira-Digi-hanke ja Tampereen Teknillisen Yliopiston Combi-seurantahanke. Mainittujen hankkeiden on tarkoitus edistää mm. tietojen yhteensopivuutta ja ennustettavuutta rakennusalaalla.

Väestön ikärakenteen muutokset edellyttävät uutta ajattelua nykyisen rakennuskannan peruskorjaukseen ja uudisrakentamisen suunnittelulinjoihin. Väestön ikääntyminen ja huoltosuhteen muutokset johtavat hoitotyön rakenteellisen uudistamisen välttämättömyyteen koko maassa. Muutos on huomioitava erityisesti kasvukeskusten ulkopuolella, joissa muuttotappio kohdistuu työikäiseen väestöön. Muuttuvassa tilanteessa pyritään tukemaan mahdollisimman pitkään jatkuvaa ikääntyvien kotona asumista sekä mahdollistamaan omaisten ja vapaaehtoisjärjestöjen liittäminen osaksi palveluketjua samalla, kun mahdollistetaan yksilön valinnan vapaus hoitopäätöksissä. [6] Työikäisen väestön siirtyminen kaupunkikeskuksiin on globaali ilmiö, joten myös haasteet ovat yhteisiä ympäri maailmaa. Teknologiavientimahdollisuudet ovat liki rajattomat löydettyä totuuskelpoisia ratkaisuja kotona asumisen mahdollistamiseen ja hoitotyön tehostamiseen kotona. Nykyiset älykaupunkihankkeet ovat useimmiten päättyneet ulkopuolisen rahoituksen loppumiseen ja laajempaa yhteiskunnallista hyötyä hankkeista ei ole saatu. Jotta asukkaiden olosuhdetietoja voitaisiin kerätä kodeista ja koota keskitettyihin järjestelmiin tulee kyberturvan olla aukottomasti hoidettu.

Yhteinen nimittäjä ja mahdollistaja edellä kuvattujen haasteiden ratkaisijaksi on digitalisaation edistäminen rakennetussa yhteiskunnassa. Rakennushankkeen aikana tämä

tarkoittaa yhteensopivuuden varmistamista ja eheää tiedonhallintaa. Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä tulee päättäjillä olla tiedossa, mitkä ovat laadukkaan ja yhteensopivan lopputuloksen kannalta keskeisiä valintaperusteita, jotta rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana voitaisiin hyödyntää tehokkaasti rakennusaikaista tietoa, sekä liittää yhteensopiviin ratkaisuihin uusia palveluita tarpeen mukaan. [16] Muutoksen mahdollisuudet tiedostavilla päättäjillä on rakennushankkeisiin ryhtyessään etulyöntiasema ohjata rakennetun yhteiskunnan toteutusratkaisuja kohti kestäväää elinkaarimallia ja palveluyhteiskuntaa. Maankäyttöpolitiikka ja rakennusmääräykset ovat keskeisiä julkisen vallan työkaluja ohjattaessa laajemmin uudisrakentamista. Kilpailuttamisen ja valintojen kautta ohjaavuus koskettaa tietenkin laajemmin kaikkia merkittäviä kiinteistöomistajia.

Rakennusten käyttöikä on laskennallisesti useimmiten vähintään 50 vuotta, ja joissakin julkisissa kohteissa tavoitellaan jopa yli sadan vuoden elinkaarta. Tällöin suunnittelun kustannukset ovat pienet verrattuna rakennuksen käytönaikaisiin kokonaiskustannuksiin. Suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät parannukset tuovat onnistuessaan moninkertaisesti panoksensa takaisin alentuneina kokonaiskuluina, elinkaaren aikaisen käyttötehokkuuden ja viihtyvyyden parantumisen myötä. Lisäksi digitalisaation avulla mahdollistetaan kokonaisuuden ennakoiva hallinta sekä tehokkaampi muuntojoustavuus, joka lisää kiinteistön arvoa niin omistajan kuin käyttäjien keskuudessa. Muuntojoustavan rakennuksen käyttäjien ajantasaisia tarpeita vastaavat puitteet ovat tehokasta toteuttaa rakennuksen elinkaaren aikana. Ajantasaisten suunnitelmien ja käyttötilastojen avulla voidaan muutoksen vaikutukset myös testata ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista, jolloin virheinvestoinnit voidaan minimoida. Testauksessa voidaan hyödyntää 3d mallinnusta, jolloin loppukäyttäjät ja mahdolliset tulevat asukkaat pääsevät arvioimaan toteutusta ennakkoon. Vuorovaikutteisesta suunnittelusta on saatu hyviä kokemuksia esimerkiksi seniorikohteissa. [17]

Rakennus- ja kiinteistöalan toimintatapojen muutosta mahdollistava teknologia on olemassa mutta sitä harvoin käytetään asukkaiden tai yhteiskunnan hyödyksi. Kysynnän puutteesta johtuen yhteensopivuuteen ei välttämättä ole kaikkien toimijoiden osalta toistaiseksi panostettu, ja tällöin laadun sijasta kilpailun voittajaksi valitaan halvimmän hinnan esittänyt toimija. Rakennuttamiskustannukset edustavat etenkin julkisessa rakentamisessa ja teollisuudessa alle 10 % osuutta kokonaiskustannuksissa, jolloin laatutekijöihin ja jatkuvuuteen olisi kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota. [3] Toimintojen yhteensopivuuteen, avoimuuteen ja liitettävyyteen ei toistaiseksi ole juurikaan panostettu,

koska sitä ei ole hankkeissa vaadittu. Suuri toimintatavan yleistymisen este ovat vanhat vastuunjakomallit rakennuttamisessa, sekä loppuun asti kilpailutettu suunnitteluvaihe, mikä ei mahdollista laadukasta suunnittelutyötä. [3] Rakennusalan tarjontaa on mahdollista muuttaa kysynnän kautta, kun digitalisaation mahdollisuudet toimintojen tehostamisessa realisoidaan riittävästi sekä rakennushankkeeseen ryhtyville päättäjille, että rakennuksia hyödyntäville loppukäyttäjille ja asiakkaille.

4 Ilmastonmuutos ja energiatehokkuus

Energiatehokkuuden ja tuottavuuden tavoittelu sekä kotien palveluratkaisujen tarve toimivat lähivuosien kysynnän kiihdyttäjinä, ja uusissa ratkaisuissa hyödynnetään jo nyt runsaasti verkottunutta teknologiaa. Hyvällä suunnittelulla sekä yhteiskunnan ohjauksella ja kannusteilla voidaan yksittäiset toteutukset valjastaa palvelemaan todellisen älykaupungin tarpeita. [8] Verkottunut teknologia mahdollistaa logistiikan, palveluiden ja asumisen liittämisen osaksi verkostoa, jolloin hyvästä ennakkosuunnittelusta ja yhteensopivuudesta hyötyvät palveluntuottajat, yhteiskunta ja palveluita hyödyntävät käyttäjät ja asukkaat.

Nykyisin ei ole ennakkoon tarkasti tiedossa rakennusten lopullinen energiankulutus ja tällöin lämmitys- ja energiakulut voivat jäädä budjetoimatta riittävälle tasolle. Uusissa koulurakennuksissa on havaittu jopa 50 % ylityksiä rakennusten energialuokituksen mukaiseen kulutusodotukseen verrattuna. [18] Tällöin voidaan olettaa, että rakennuksessa on virheitä, tai rakennusten käyttötavat eroavat oleellisesti suunnitellusta. Todennäköisesti kyseessä on jälkimmäinen, eli suunnittelijat eivät tunne loppukäytön olosuhteita. Mikäli tietoa saataisiin kerättyä laajemmin ja tosiaikaisesti, olisi mahdollista suunnitella rakennukset siten, että suurimmat energiahävikit torjuttaisiin Erityisesti julkisessa rakentamisessa olisi hyödyllistä ulottaa suunnitteluvaihe käyttöönoton yli, jotta suunnittelija saisi työstään palautetta. [3]

Energian jakelussa ja tuotantotavoissa tulee tapahtumaan lähivuosina merkittäviä muutoksia. Hallitus on julkaissut vuoteen 2030 asti ulottuvan esityksensä, jonka mukaan nykyinen tuulivoimatuki lopetetaan ja samalla luovutaan myös pääosin kivihiiilestä. Energiatuotannossa keskitytään jatkossa uusiutuvien ja hyödynnettävien energialähteiden käyttöön. Tukimallit tarkentuvat myöhemmin, mutta hallituksen tarkoituksena on jakaa tukea tasaisemmin uusiutuvalla energialle tuotantotavasta riippumatta. [19] Suomen rakennusmääräyskokoelman energiavaatimukset kiristyvät edelleen ja vuonna 2030 on odotettavissa nollaenergiataloja ja nykyistä n. 30-40 % vähemmän energiaa kuluttavia uudisrakennuksia.

Hyvien suunnittelumenetelmien ja jatkuvan seurannan avulla on jo nyt mahdollista luoda raportoivia rakennuksia, jotka voivat kertoa, milloin ovat matkalla energiatehokkuuden

tai rakennusterveyden kannalta hälytysrajan ulkopuolelle. Kokonaisuuden ja käyttötarkoituksen hyvä suunnittelu ja yhteensopivuus ovat avainasemassa. Tiedon hallinta asettaa haasteita kokonaisuuden suunnittelijalle. Yhtäältä tulee miettiä eheä tiedonhallinnan kokonaisuus kymmeniksi vuosiksi suunnittelusta purkamiseen saakka ja toisaalta varautua uusiin käytäntöihin, kuten tietosuoja-asetusten muutoksiin. Tehokkaalla tiedonkeräyksellä ja tietojen järjestelmällisellä hyödyntämisellä on saavutettavissa merkittäviä energiansäästöjä ja pidemmällä aikavälillä tietoja voidaan hyödyntää myös suunnittelussa ja tuotekehittämissä. SE5-tutkimuksen mukaan pelkästään julkisessa rakennuskannassa tuhlataan heikkona energiatehokkuutena liki 800 miljoonaa euroa vuodessa. Kun laskennallinen energiahävikki yhdistetään huonon sisäilman aiheuttamiin ongelmiin, ovat kulut yhteiskunnalle liki kaksi miljardia euroa vuodessa. [8] Tiedon keräämisestä ja analysoinnista hyötyy pidemmällä aikavälillä koko rakennettu yhteiskunta vähentyneiden päästöjen ja edullisempien asumiskustannusten muodossa.

Tiedon hallinta rakennuksen elinkaaren aikana on myös omistajuus- ja immateriaalikiyrysymys. Jos tiedon omistajuutta ei ole riittävästi määritelty, saattaa rakennuksen käyttäjä ja ylläpitotoimet estyä laitevalmistajan- tai ylläpitäjän lopettaessa toimintansa. [20] Avustusvelvollisuus sopimuskauden päätteeksi on välttämätöntä kirjata sopimukseen, jotta toimijoiden vaihtaminen hallitusti olisi ylipäättään mahdollista taloteknisiä järjestelmiä sisältävissä kohteissa. Rakennushankkeeseen ryhtyvien osapuolten tulisi määrittää tiedonhallinnan kokonaisuus lähtökohtaisesti niin, että tiedon hallinta on turvattu määrittelystä käyttöön, purkamiseen ja kierrättämiseen saakka rakennuksen omistajalla ja että tiedon eheys sekä luotettavuus säilyvät hyvällä tasolla koko elinkaaren ajan. Todennäköisesti tämä tuottaa alalle uusia palveluita ja toimintamalleja rakentamisen tiedonhallinnan yleistyessä.

Panostamalla elinkaaren hallinnan kannalta kestäviin valintoihin jo rakennushankkeen kilpailutuksen ja perussuunnitelmien yhteydessä on mahdollista melko edullisesti varustaa rakennus anturiteknologialla, jolla voidaan optimoida säädöt käytön kannalta tehokkaasti ja terveellisesti. Toimintamallina tämä edellyttää muutoksia alan vastuunjakoihin sekä uusia palvelumalleja toteutusten jatkuvaan seurantaan. 2020-luvun energiatehokkuutta edellyttävät rakennusmääräykset johtavat todennäköisesti alueelliseen energiantuotantoon. Alueellista tuotantoa puoltavat myös huoltovarmuus sekä energian siirtohinnan jatkuva nousu runkoverkkoon perustuvassa sähköjakelussa. Alueellisen energia-

tuotannon optimointi johtaa ostoenergiankulutuksen minimointiin ja tietoiseen rajoittamiseen. Eräänä tapana kulutustapahtumien hallinnassa tulee olemaan kysyntäjoustop hyödyntäminen käyttöpaikkakohtaisen säädön avulla. Tällöin energian kulutuspiikkejä ohjataan ja hallitaan profiloimalla kulutustapahtumat ja käyttösykli, joiden avulla voidaan enustaa alueen kulutustapahtumien toteutumista ja optimoida näin eri energiamuotojen hallintaa. Alueellisessa hallinnassa tarvitaan optimoinnin suorittamiseksi tietoa ostoenergian hintakehityksestä, oman alueen hetkittäisestä tuotantohinnasta, varastointikyvystä sekä laajemmasta kulutusprofiilista- ja ennusteista. Kotiin ja toimistoon asti ulottuviin valvontamahdollisuuksiin liittyy vahvasti myös vastuu ja velvollisuus hallita merkittävää määrää yksilöiden ja yritysten tietosuojan liittyvää materiaalia.

Yksilön ja yritysten aktiviteetit voidaan helposti päätellä kohteen monitoroinnin perusteella ja myös ei-toivotut operaatiot voidaan ajoittaa väärin käsiin pääsevän aineiston perusteella. Ulkopuolinen tahto pystyy heikosti toteutetun suojauksen perusteella arvioimaan energian kulutusraportista, mikä on otollisin hetki kiinteistömurrolle tai mihin suuntaan yrityksen kasvunäkymät ovat menossa. Kiinnostavien henkilöiden asuntojen ja toimistojen seurantatiedoista tulee helposti kauppatavaraa väärin käsiin joutuessaan. Väärinkäyttynä kiinteistön tai asunnon seurantatieto muodostaa videotallenteen kaltaisen kokonaisuuden, josta voi päätellä huoneistossa oleskelevien henkilöiden määrän ja aktiviteetit. Tietojen joutuminen väärin käsiin voi olla yksilöiden kannalta kiusallista ja johtaa merkittäviin vahinkoihin. Käyttökohteiden jatkuva seuranta asettaa vaatimuksia palveluketjun luotettavuudelle ja tietojen varastoinnille, jonka laatu pitää varmistaa sopimuksin ja tarvittaessa auditoinnin kautta. Yritysten ja suojattavien julkisten kohteiden osalta seurantatiedot muodostavat toiminnan jatkuvuuden kannalta kriittisen kokonaisuuden, joka on huomioitava kyberturvan kannalta asianmukaisesti. Kotitalouksista ja yksittäisistä henkilöistä kerättävät tiedot saattavat muodostaa henkilörekisterin, jolloin tietosuojan vaatimukset tulee huomioida kattavasti ennakoon.

Monimutkaisten järjestelmien yhteensovittaminen ja hallinta ovat haasteellista, kun uusia toimialoja ja toimintamalleja tulee mukaan tietoja hyödyntämään. Valtavien tietomäärien hallinta edellyttää uusia työvaiheita sekä palvelutuotantoa, jossa tietokokonaisuutta ylläpidetään ja hallinnoidaan mahdollisesti vuosikymmenten ajan. Pitkä säilytysaika tuo tullessaan monia haasteita. Lainsäädäntö ja käsitteistö päivittyvät todennäköisesti useampaan kertaan yksittäisen rakennuksen elinkaaren aikana. Mikäli järjestelmiin talletetaan

luottamuksellista aineistoa, tulisi näiden suojaus ja salaus järjestää siten, että menetelmä on riittävä aineiston käyttötapojen, kriittisyyden ja elinkaaren kannalta. [21]

Rakennusurakoitsijan takuuvastuu harvoin ulottuu kymmentä vuotta pidemmälle ja on usein vain murto-osan rakennuksen koko elinkaaresta. Huonoimmassa tapauksessa rakentamisen aikaiset dokumentit hävitetään viimeistään takuuajan päätteeksi, jolloin tietoa häviää eikä rakennusaikaisia ratkaisuita voida hyödyntää tulevien muutosten suunnittelun pohjana. On selvää, että muutoksia rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuu. Muutostenhallinta asettaa tehtävät valinnat kriittiseen tarkasteluun. Kehityskulku on osin järjestelmien monimutkaistumisen ja toisaalta tekemisen hajautumisen tulosta. Järjestelmien monimutkaisuus johtaa usein siihen, että ylläpito hankitaan palveluna, joka useimmiten tuotetaan etäyhteyden avulla keskitetyistä valvomoista. Ulkoistettaessa valvonta pitäisi huolehtia tiedon omistajuuden säilymisestä, jotta voidaan välttyä toimittajalukolta ja turvata näin rakennuksen arvon säilyminen. Palvelusopimukseen tulee liittää kuvaukset ja määritykset tietojen omistajuudesta ja siirtymisestä sopimuksen päättyessä. Kasvava laitemäärä tuottaa entistä tarkempaa ja yksilöivämpää tietoa, mikä asettaa haasteensa tiedon prosessoinnille, saatavuudelle ja säilytykselle. Tiedon käsittelyn ennakkosuunnittelu korostuu. Loppukädessä tiedon omistaja vastaa siitä, että tiedot ovat käytettävissä oikeaan aikaan ja että niiden käyttö on asianmukaista. Nykyaikaisen rakennuksen käytön kannalta tietojen hallinta on merkittävämpää kuin fyysisten toimilaitteiden omistaminen. Jos tiedot menetetään sopimuskumppanin vaihtuessa, joudutaan uusimaan koko järjestelmä tai tekemään asetukset ja säädöt alusta asti uudelleen. [20] Pahimmillaan sopimuskumppanin vaihtuminen johtaa koko rakennuksen käytön keskeytymiseen, kunnes saadaan järjestelmät uudelleen haltuun.

Energian jakeluverkkojen kustannukset ovat korkeat verrattuna vaihtoehtoihin siirtopoihin. Kotitalouksilta perittävä siirtotariffi mahdollistaisi Linturin mukaan saman energiamäärän siirtämisen ajoneuvoyhdistelmällä neljä kertaa tehokkaammin. [22] Nykyisestä kustannustasosta huolimatta jakeluyhtiöt ovat ilmoittaneet siirtohinnoissa olevan korotuspaineita tulevaisuudessa. Alueellinen energiantuotanto ja jakelun kannattavuus muuttuneen siirtoverkon kustannustasoa paremmaksi tuotantomenetelmien ja energiavarastoinnin kehittyessä. Alueellisen energiatuotannon malleja voivat olla esimerkiksi yhteishankintana tehtävät uusiutuvan energian laitokset. Alueellinen tuotanto voi perustua aurinkoenergiaan, maalämpöön, hakkeeseen, tai näiden yhdistelmiin. Energian käyttöä

voidaan tehostaa kulutusta jaksottamalla, jolloin voidaan hyödyntää rakennusten masahitauksia lämmityksen suhteen. Lisäksi voidaan ohjata kulutustapahtumia hintahuipujen ulkopuolelle. Kulutustapahtumien hallinta voi tapahtua esimerkiksi lämmitystä jaksottamalla tai hyödyntämällä energiavarastointia. Suunnitelmallinen ja hallittu jaksotus edellyttää kaksisuuntaisen tiedonsiirron mahdollistamista käyttöpaikoille ja kotitalouksiin saakka. Kotitalouksiin saakka ulottuva ohjaus mahdollistaa myös valvontapalvelut, jolloin asukkaan aktiviteetteja voidaan seurata. Turvallisuussyistä voidaan myös esimerkiksi poikkeavaan aikaan tai poikkeuksellisen pitkäkestoista tapahtumaa rajoittaa. Rajoituksen avulla voidaan vähentää riskiä, että muistisairaudesta kärsivä asukas unohtaisi keittolevyn tai saunan päälle.

Aurinkoenergian hinta tulee lähivuosina laskemaan merkittävästi nykytasostaan ja on 2030-luvun lopussa arviolta sentin murto-osia kilowattituntia kohden. Suomessa aurinkoenergian tuotto on geosväärisestä sijainnista johtuen voimakkaasti kausiluonteista, jolloin tuotto on hyvää kesäkuukausina ja vastaavasti pimeimpään talviaikaan tuottoa ei tule ollenkaan. Tällöin tarvitaan akkuteknologiaa tuotannon ja kulutuksen kohtauttamiseksi. Perinteisten kemiallisten akkuparien lisäksi on tutkimustyö käynnissä esimerkiksi liike- ja potentiaalienergiaan perustuvaan varastointiin liittyen. Aineiden olomuodon muutokseen perustuvaa tutkimusta on myös menestyksekkäästi tehty. Esimerkiksi vedyn tuottaminen on melko tehoton prosessi, tuottaen vain 40 %:n hyötysuhteen. Kuitenkin vedyn tuotanto on kannattavaa, mikäli tuotettu energia menisi muuten kokonaan hukkaan tai kun ostoenergia on poikkeuksellisen halpaa. Tällöin edullisesti tuotetulla vedyllä voidaan siirtää energiantuotannon hyödyt otolliseen käyttöhetkeen ja vähentää ostoenergian tarvetta. Vetyä voidaan hyödyntää esimerkiksi polttokennoissa, joiden avulla voidaan tuottaa sähköä tai lämpöä. [22] Kuluttajat ja kotitaloudet hyötyvät edullisesta energiantuotannosta, kun energia voidaan tehokkaasti tuottaa ja siirtää varastoitavaksi hetkiin, jolloin energian saatavuus on heikkoa ja hinta on korkea.

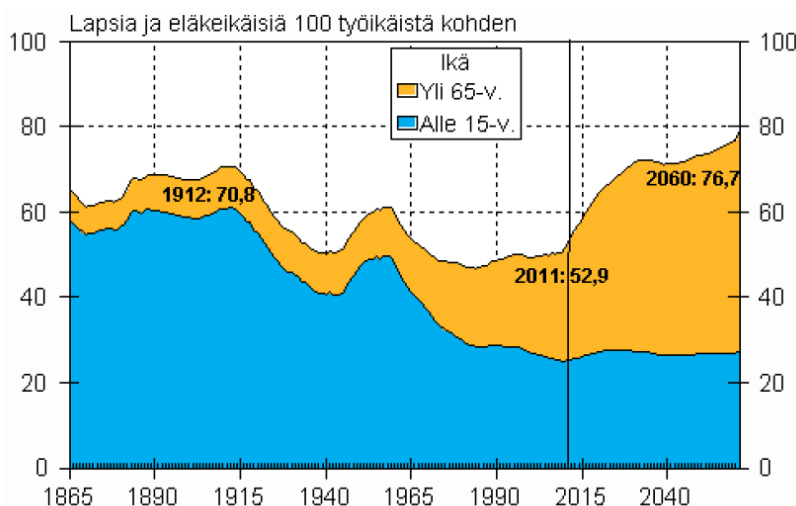
5 Ikääntyvän väestön palvelut

Keskuskuntien huoltosuhde pysyy muuttovoiton ansiosta likimäärin nykytasollaan, mutta muuttotappioisissa kunnissa Itä- ja Pohjois-Suomessa huoltosuhde nousee siten, että yhtä työssäkäyvää kohden on liki puolitoista huollettavaa, pääosin ikääntyvää henkilöä. [6] Kun jo yhden laitoshoitopaikan kuukausikulut ylittävät palkansaajien keskiansion [23], voidaan todeta, että yhteiskunnalla ei ole varaa tuottaa palveluita nykymallilla. Lisäksi muuttotappiokunnista loppuu hoitotyön työvoima huoltosuhteen heiketessä. Tällöin yhteiskunnan intresseissä on tukea kotona asumista mahdollisimman pitkään, samoin kuin nopeaa kuntoutumista sairaalahoidosta. Molemmat tekijät tukevat korkean teknologian ja palveluiden myyntiä asumispalveluiden osana.

Simulointimalleissa on mahdollista huomioida tilastolliset ennusteet väestön alueellisista liikkeistä ja ikäjakaumista, jolloin on mahdollista tarkastella muunnettavuutta pidemmällä aikavälillä. Kunnat keräävät osin lakisääteisesti ja osin sopimus pohjalta tarkkaa tietoa väestötilanteestaan ja ennusteistaan, joiden kautta mm. Tilastokeskus tekee havaintoja. Kun tämä tietomassa yhdistetään suunnitelmalliseen mallintamiseen, voidaan saavuttaa merkittäviä tuloksia julkisen rakentamisen ja kaavoituksen kautta alueiden palvelussa tehokkaammin tulevia tarpeita. Samoin tilastollisen suunnittelun avulla olisi mahdollista arvottaa korjausvelan kehittyminen tulevaan riskitasoon ja käyttöaikaan nähden. Tällöin olisi mahdollista arvottaa peruskorjauskohteita riskitason perusteella ja priorisoida kannattavimmat korjauskohteet ennakkoon.

Monet talotekniset laitteet voidaan valjastaa seuraamaan asukkaan terveydentilan kehittymistä. Aktiivista dataa seuraamalla saadaan selville henkilön vireystilan kehittyminen pidemmällä aikavälillä. Tietoja voidaan hyödyntää sekä ennakoivassa terveydentilan tarkkailussa, että aktiivisessa hoitamisessa ja valvonnassa. Esimerkiksi muistisairaana vanhuksen kotona pärjäämistä helpottavat erilaiset automaatiolaitteet, jotka voivat tarvittaessa sulkea sähkölaitteita tai hälyttää apua, mikäli asukas poikkeaa merkittävästi normaalista vuorokausirytmistään. Ruotsissa on saatu positiivisia tuloksia hoitotyön automatisoinnista. Asukkaiden turvallisuudentunne on lisääntynyt, vaikka hoitokäynnit ovat vähentyneet. Tällöin resursseja voidaan kohdentaa tarpeen mukaan. Yhdistämällä hoitotyöhön erilaiset automatisoidut logistiikkaratkaisut, voidaan ruoka- ja lääkehuolto osin

automatisoida. Samoin kontrollointi voidaan ulottaa itse diagnostiikan lisäksi jopa viemäriverdestä tehtävään analysointiin, jolloin havaitaan, onko lääkkeet otettu ohjelman mukaan. [3]



Kuva 5 alle 15 vuotiaiden ja eläkeläisten osuus väestöstä, Tilastokeskus

Tilastollisesti on havaittavissa, että syntyvyys on kääntynyt suhteellisesti laskuun, ja että tulevaisuuden väestönkasvuennusteet perustuvat maahanmuuton lisääntymiseen. Kuvasta 5 käy ilmi, että ikäluokan yli 65-vuotiaat osuus kasvaa huomattavasti lähivuosina. Ikärakenteen muuttuessa työvoima vähenee entisestään, mikäli maahanmuuttoennusteet eivät toteudu. Työkäisen väestön väheneminen saattaa johtaa jopa voimakkaampaan kaupungistumiseen ja syrjäseutujen taantumiseen kuin ennusteet olettavat.

Kotiin tuotettavat valvonta- ja hoitopalvelut mahdollistavat ikääntyvän väestön selviämisen kotihoidossa laitoshoidon sijaan, ja tällä on merkittävä vaikutus tulevaisuuden asumisen tarpeiden täyttämiseksi ylipäätään. Teknologiavalmiudet, nostavat asunnon kysyntää ja tuottavat uusia palvelumahdollisuuksia. Asumista tukevat palvelut voidaan ottaa tarpeen vaatiessa omakustanteisesti käyttöön jo ennen yhteiskunnan avustuskykyksen ylittymistä. Palveluasuminen on joka tapauksessa laitoshoidon parempi ratkaisu asukkaalle ja myös taloudellisesti perusteltu yhteiskunnan kannalta.

Asuntojen valjastaminen palveluasumisen käyttöön edellyttää tahokasta tapaa liittää huoneistot osaksi palvelujärjestelmiä. Useimmat kulutuslaitteiden huoneistokohtaiset

ohjaukset vaativat tehokkaasti toimiakseen kaksisuuntaista liikennettä kulutuslaitteiden ja ohjausyksiköiden välille. Tehokas huoneistokohtainen ohjaus edellyttää vakioituja tietomalleja, jotta voitaisiin hyödyntää avoimia ohjelmistorajapintoja. KNX-järjestelmien osana on tehty aiheeseen liittyvää tutkimusta Helsingin Kalasatamassa. [24] Koteihin sensorijärjestelmät ovat tulossa erityisesti ikääntyvän väestön lisääntyvän hoidontarpeen kautta. Vaikka eläkevuodet alkavat aiempaa terveemmissä merkeissä, tuottaa elinajanodotteen lisäys lopulta nykyistä enemmän hoidon tarpeessa olevia. Ikääntyvien aktiviteeteissa on luonteenpiirteistä ja muista ominaisuuksista juontuvia eroja. Ihmiset ovat yksilöitä, ja todellinen päivärytmi selviää vasta aktiivisuuden seurannan kautta. Aktiivisuudella on merkitystä erityisesti sairauksien ennakkoinnin ja vaikutuksen seurannassa. Havaitsemalla muutos trendissä voidaan apua tuottaa ajoissa, vaikka potilas ei osaisi tai pystyisi sitä itse pyytämään. Myös muistisairaudet ovat haasteena kotihoidon toteuttamisessa, kun yksin asuva vanhus saattaa unohtaa keittolevyn päälle tai lähteä ulkoilemaan keskellä yötä. Tällöin automatiikka pystyy havaitsemaan poikkeamat ja hälyttämään apua ajoissa. Kehittyessään järjestelmät pystyvät hyödyntämään tietoja myös asukkaiden ennakoivan hoidon osana. [25]

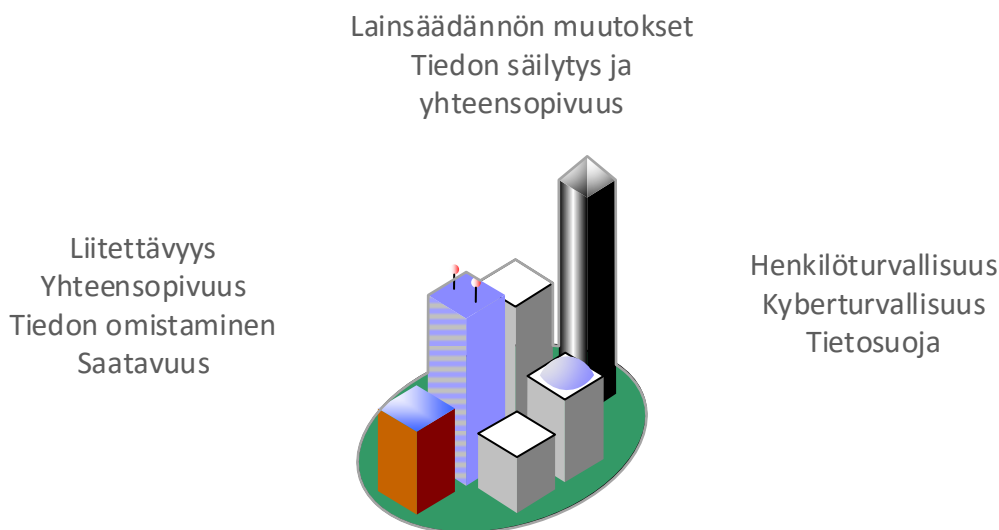
Anturiteknologiaa voidaan hyödyntää monipuolisesti hoitotyön osana. Japanissa on toteutettu materiaalitutkalla varustettu wc-istuin, joka pystyy analysoimaan, onko suunnitellut lääkkeet otettu. Sainion väitöskirjassa tarkasteltiin välittäjäaineiden nopeaa mittaamista neurologisiin sairauksiin liittyen. [26] Anturiteknologia on täten kehittymässä henkilön fyysisen läsnäolon seuraamisesta seuraavaan vaiheeseen, henkilön aktiiviseen ja ennakoivaan tarkkailuun. Sekä rakennusten että henkilöiden anturitietojen tarkkailuun voidaan käyttää yhteisiä siirtoteitä ja osin jaettua anturiteknologiaa. Analysointimenetelmien lisääntyessä mahdollistuu aiempaa tarkempi terveydentilan havainnointi myös kotiloissa. Taipumukset geneettisiin sairauksiin voidaan analysoida sylkinäytteen avulla, jolloin voidaan ennakkoon varautua ja muuttaa elämäntapoja riskin vähentämiseksi. Ajantasaista diagnosointia voidaan toteuttaa moni eri keinoin. Yhdysvalloissa on käynnissä ”Tricorder XPrize” -kilpailu, jossa on kokeilussa seitsemän eri laitetta, joiden tarkoituksena on tunnistaa 13 eri tautia luotettavasti ja automaattisesti. Laitteet on tarkoitettu maallikoiden käyttöön, mutta niiden havainnointi on koulutetun lääkärin diagnoosia parempi. [22]

Suunnittelujärjestelmät ovat kehittymässä suuntaan, jossa virtuaaliodellisuuden avulla on mahdollista liikkua tiloissa etäyhteyden avulla, ajasta ja paikasta riippumatta. Tämä

antaa mahdollisuuden ottaa loppukäyttäjät arvioimaan suunnitelmien toimivuutta jo varhaisessa vaiheessa, jolloin virheellisiltä arvioilta ja muutostöiltä vältytään. Laajennettu todellisuus puolestaan mahdollistaa tilojen muutosvaihtoehdon tarkastelun jo suunnitteluvaiheessa. Virtuaalitodellisuuden soveltamisesta on saatu hyviä kokemuksia esimerkiksi Espoon ”Asu ja Elä”-rakennusten kehitystyössä. Kun Kivenlahden kohteeseen oli aluksi tarkoitus tuottaa runsaasti kaksioita, havaittiin, että yhden henkilön asuttamille yksioille on enemmän kysyntää ja tilat muutettiin tarvetta vastaaviksi. [17] Kun uutta tilaratkaisua esiteltiin 3D-mallina hoitotyön asiantuntijoille, havaittiin, että rakennuksessa on muistisairaiden kannalta liian vähän muistamista tukevia yksityiskohtia. Suunnitelmia muutettiin havainnon jälkeen niin, että käytäville muodostettiin saarekkeita, jotka toimivat lukunurkkauskäyttösä lisäksi muistamisen tukena katkaisten pitkät käytävälinit. Virtuaalitodellisuuden avulla tehty suunnittelutyö säästi näin merkittävästi kustannuksissa, kun tilat saatiin kerralla valmiiksi tarkoitettuun käyttöön. Laajemmassa mittakaavassa menetelmä mahdollistaa kokonaisen kaupunginosan tai kaupungin tarkastelun maakuntakaavasta rakennuslupa- ja toteutuneeseen rakennukseen saakka. Ennusteiden avulla on mahdollista tarkastella populaation palvelutarpeiden kehittymistä tulevaisuudessa ja arvioida tietopohjaisesti rakennushankkeiden ja korjausten kannattavuutta.

Yksittäisiä palveluasuntoja on jo rakennettu suljettujen järjestelmien avulla toteutettavaa jatkuvaa seuranta- ja vaiheittaista palveluhankintaa tukevin järjestelyin. Kohteet toimivat ensisijaisesti hoivakotien ja palveluasumisen yhteydessä, jolloin vakioitu palvelu on ensisijainen tuote, jossa teknologia tuottaa toteutuksen suljetun järjestelmän avulla taustalla. Vastaavien avoimien järjestelmien valmiuksien toteuttaminen palvelutuotantoa varten pientaloihin ja asuntoihin rakentamisvaiheessa tulee olemaan selkeä kilpailuetu muuttuvilla markkinoilla. Halvimmillaan järjestely maksaa työpäivän verran aikaa ja muutamana tyhjän kotelon varauksena tuleville laiteasennuksille, ja parhaimmillaan menettelyllä saadaan tuotettua runsaasti lisämyyntiä ja palveluita jalostusarvon kasvaessa. Järjestelyllä on myös asukkaalle moninkertainen arvo kohteiden markkinoinnissa ja jälleenyntämisessä, kun kohteiden varustelutasoa on mahdollista muuttaa toteuttamaan palveluasumisen tarpeet.

6 Tiedon hallinta ja jakelu verkottuneessa yhteiskunnassa



Kuva 6 Rakennuksen tiedonhallinta on monimuotoista. Tiedon elinkaari vastaa rakennuksen käyttöikä.

Tiedonhallinta on merkittävässä asemassa nykyaikaisen rakennuksen käyttökulujen, ylläpidettävyyden ja arvonmuodostuksen kannalta. Kiinteistön ja käyttäjien palveluiden suorittamista varten tietoa myös jaetaan ja jatkojalostetaan eri osapuolten toimesta. Kuvasssa 5 on esitetty tiedonhallinnan muotoja ja osapuolia nykyaikaisen kiinteistönpidon kannalta. Tiedon käsittelyyn ja säilyttämiseen tulee seurattavaksi myös tietosuojaan liittyvät kysymykset, kun kerättävistä tiedoista muodostuu yksilöivä henkilörekisteri. On huomioitava, että henkilörekisterien osalta ihmisillä on myös oikeus tulla unohdetuksi, jolloin henkilöön liittyvä tieto on kyettävä poistamaan. Rekistereiden toteutus tulee suunnitella siten, että tietosuojan vaatimukset toteutuvat ja että tietosuojan asianmukaisella toteutuksella ei ole vaikutusta rakennuksen toimintaan. Oikeutta tulla unohdetuksi voidaan rajoittaa myös sopimusten tai veloitteiden kautta. Jos voidaan perustella yksilöivien henkilötietojen varastointi esimerkiksi pelkästään asunnon säätöön liittyvänä oleellisena tietona, voidaan mahdollisesti rekisteritiedot säilyttää riippumatta jälkepäin tulevista vaatimuksista. Tietosuojan toteutumisen kannalta oleellista on, että suunnitellaan ja sovitaan ennakkoon tiedon käsittelyn tarpeet ja osapuolet.

Vuonna 2018 voimaantuleva tietosuoja-asetus edellyttää henkilökostenien osalta tiedon käsittelyn ennakkosuunnittelua rekisterinpitäjältä ja ensisijainen tiedon kerääjän katsotaan tällöin olevan vastuussa asetuksen vaatimusten toteutumisesta. Tällöin rakennuksen haltija tai käyttäjä, joka tilaa tiedonhallintaan liittyvän palvelun, on vastuussa tietojen asianmukaisesta käsittelystä, vaikka tiedot siirrettäisiin varsinaiseen prosessointiin kolmannelle osapuolelle. Rakennuksessa tiedonhallintaa tapahtuu esimerkiksi huoneisto-kohtaisessa ilmastoinnin ja lämmityksen säädössä, jossa tietoa siirretään usein keskitettyyn valvontaan kiinteistön ulkopuolelle. Toinen esimerkki henkilökostenien käytöstä taloteknisissä järjestelmissä on kulunvalvonnan ohjaustietona käytettävä rekisteri työntekijöistä, joka saatetaan lukea suoraan HR-järjestelmästä. Osapuolten tulee tällöin varmistua, että tiedot on suojattu riittävästi käytön aikana, ja että tieto tuhoetaan, kun käyttötarve on päättynyt. Rekisteri ei saa olla käytettävissä asiattomasti tarkoituksiin, johon sitä ei ole suunniteltu. Se ei saa olla ylläpitohenkilöstön tahattomasti luettavissa eikä rekisteriä saa uudelleenkäyttää ennalta suunnittelemttomiin käyttötarkoituksiin tai luovuttaa eteenpäin, ellei tästä ole ennakkoon sovittu tiedon luovuttajien kanssa. Henkilökostenien voi muodostua myös sellaisesta tiedosta, joka voidaan yksilöidä ja liittää henkilöön ulkopuolisen rekisteritiedon perusteella. Esimerkiksi huoneiston tai työpisteen tiedoista kerätty data voidaan yksilöidä joissakin tapauksissa ulkoisen osoiterekisterin kautta henkilöön, jolloin tietoa hyödynnettäessä muodostuu todennäköisesti asetuksen vastainen uusi käyttötarkoitus. Tietojen hallintaan liittyy merkittävä jatkuvuusriski toimijoiden vaihtuessa sopimuskauden päätteeksi ja etenkin ennakkoimattomasti konkurssien ja riitojen yhteydessä. Rakennuksen omistajan, käyttäjien ja asukkaiden tulee huolella varmistua riittävien sopimusten ja käytäntöjen toteutumisesta säännöllisesti.

Kyberturvallisuus on käsitelmä, joka kattaa fyysisen, teknisen ja aineettoman turvallisuuden. [5] Viime vuosina aihe on ollut runsaasti esillä julki tulleiden tietovuotojen ja eri maiden vakoiluyksiköiden paljastuessa tiedonkeräämisoperaatioiden jälkeen. Yksi tunnetuimmista fyysiseen maailmaan kohdistuneista kyberhyökkäyksistä oli Irakin uraanirikastamoja kohtaan suunnattu Stuxnet-isku, joka koostui useista komponenteista. [27] Iskussa oli tunnettu kohdejärjestelmän käyttöympäristö ja prosessin pääpiirteet. Tämän jälkeen oli laadittu ohjelmisto, joka pyrki monistamaan itsensä mahdollisimman huomaamattomasti saatavilla oleviin muisteihin. Ohjelmisto aktivoitui tarkastaakseen, löytyykö ympäristöstä tietty automaatio-ohjelmiston versio. Oikean ohjelmistoversion löytyessä haittaohjelmisto saastutti käännösoperaation tuottaman konekielisen ohjelmiston. Hait-

taohjelmisto muutti kohdeohjelmistoa siten, että uraanin rikastuslaitteet rikkoutuivat fyysisesti, kun ohjelma suoritettiin. Haittaohjelma siis muutti alkuperäisen ohjelman toimimaan epäloogisesti ja siten, että fyysisten laitteiden suorituskyky ylitettiin. Stuxnetiä arvioitiin heti tuoreeltaan valtiollisen organisaation tuottamaksi sen monimutkaisuuden ja kohteen johdosta. Mikään taho ei kuitenkaan ole virallisesti tunnustanut olleensa ohjelmiston takana. Yleisesti uskotaan, että ohjelmisto on rahoitettu Yhdysvaltojen toimesta ja tuotettu ainakin osin Israelissa. Joka tapauksessa Stuxnet antoi esimerkin murtautumisesta suljettuihin sulautettuihin järjestelmiin, jollaisina myös verkottuneen talotekniikan järjestelmiä on perinteisesti pidetty. Stuxnet toi tietoturvaohjelmat konkreettisesti mukaan myös digitaaliseen yhteiskuntaan.

Tiedustelupalveluiden lisäksi kyberhyökkäyksiä toteuttavat rikollisjärjestöt ja yksittäiset alaan perehtyneet rikolliset. Viime aikoina yleistynyt ansaintatapa on lukita kohteen tiedostot ja vaatia lunnaita lukituksen purkamisesta. Lunnaksi vaaditaan usein virtuaalista lohkoketjuun taltioitua verkkorahaa, joiden käyttäjää on vaikeaa jäljittää. [5] Kyberrikolliset toimivat usein ammattimaisesti. Etukäteen on saatettu selvittää kohteen maksukyky ja asettaa lunnaat kohteen taloudellisen tilanteen kannalta tasapainoisesti. Rikollisilla on usein myös helpdesk, joka tukee tiedostojen avaamista maksun jälkeen tai antaa tietoja virtuaalisen verkkorahan hankkimisesta. Lisäksi edistyneempien järjestöjen kanssa voi neuvotella summasta ja maksuajasta. On todennäköistä, että vastaavat tahot tulevat jatkossa tuottamaan vahinkoa puhtaiden tietoteknisten järjestelmien lisäksi myös rakennettun yhteiskunnan laitteisiin ja palveluihin. Suomessa on ollut Aalto-yliopiston tekemän tutkimuksen perusteella tuhansia avoimesti internetiin kytkettyjä laitteita, jotka ovat alttiita hyökkäyksille. Syksyllä 2016 tätä tilaisuutta käytettiin hyväksi, kun muutamia laitteita onnistuttiin sulkemaan palvelunestohyökkäyksen avulla. Tapaus katkaisi lämmöt muutamasta kerrostalosta ja sulki jäähallin jäähdytyksen. Viimeistään näiden yksinkertaisten kyberhyökkäysten kautta pitäisi oppia suojaamaan rakennettu ympäristö vähintään talotekniikan tietoturvan perustasoa [20] noudattaen. Kyberturvaan liittyy oleellisesti tiedottaminen ja tiedonhallinta. Kyberhyökkäykseen liittyy usein väärän informaation jakelu tai informaation väärentäminen. Väärän tiedon avulla voidaan tuottaa epävarmuutta muun hyökkäyksen suorittamiseksi tai hyökkäyksen valmistelun tukena. Hyökkäyksen aikana voidaan välittää väärennetyjä uutisia ympäristön tilasta, jolloin tehdään vääriä korjausliikkeitä. Väärennösten varalta olisi tärkeää laatia ennakkoon rakennusten kyberturvallisuussuunnitelma. Suunnitelmassa tulisi määritellä toipumissuunnitelma ja menetelmät toimenpiteisiin ja tiedon hankintaan, kun epäillään tai tiedetään kokonaisuuden

olevan hyökkäyksen kohteena. Ennakkoon on syytä selvittää myös suunnitelma luotettavista tietolähteistä ja tiedonhankintatavoista, kun normaalit hankintakanavat eivät ole käytettävissä tai kun niihin ei voi luottaa.

Rakennetun yhteiskunnan palvelutarpeet muodostuvat yksilöiden tarpeista ja kumuloituvat kokonaisuudeksi, jossa hallitaan keskitetysti rakennuksia tai kokonaisia kaupunkeja. Tällöin yksittäinen palveluntuottaja ei voi yleensä toimia kaikkien alojen asiantuntijana, vaan tietoa jaetaan ketjun eri osapuolille. Verkottumisella on kaksi puolta, tehokas toiminta avointen rajapintojen kautta ja toisaalta kyberturvallisuuden vaatimukset. Rakennuksen toiminnot tulisi suunnitella kokonaisuutena siten, että voidaan määritellä tilaturvallisuuden, toimintojen kriittisyyden, jatkuvuuden ja tietosuojan kannalta tarkoituksenmukainen ja yhteentoimiva kokonaisuus. Liitettävyyden ja avointen standardien käyttö ovat suositeltavia toimittajaloukun välttämiseksi ja jatkuvuuden takaamiseksi sekä urakoitsijoiden että rakennuttajien kannalta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee varmistaa, että hankkeeseen liittyvät tekniset laitteet on suunniteltu ja toteutettu kokonaisuutena, joka tuottaa palveluita kohtuullisen ajan laitteiston takaisinmaksuaika ja rakennuksen elinkaari huomioiden. Asukkaille järjestelmien hallittu elinkaari mahdollistaa kriittisten palveluiden toteuttamisen rakennetun ympäristön laitekannan varaan.

Liitettävyyden lisääminen kasvattaa kyberturvallisuuden riskitasoja. Eri valmistajien ja toimittajien toteuttamiin järjestelmiin liittyy pidemmällä aikavälillä riskejä ajantasaisen päivitysten saatavuudessa. Mikäli laitteisto ei ole tietoturvan kannalta ajantasainen, se saattaa vaarantaa koko ympäröivän verkon ja kiinteistön käytettävyyden. Tämän johdosta sopimuksin tulee varmistaa riittävä saatavuus ylläpidolle ja tietoturvapäivityksille ja huolehtia, että päivitykset säännöllisesti ajetaan käyttöympäristöön, ja että varautumista testataan riittävästi myös käytön aikana. [20] Luottamuksellisuuteen ja eheyteen liittyvät uhat liittyvät tietojen siirtoon laitteiden ja palveluiden välillä. Tietojen siirto tulee suunnitella ja vastuuttaa siten, ettei luottamuksellista tai rakennuksen ylläpidon kannalta kriittistä tietoa siirretä selkokielenä. Automaatiojärjestelmä tulisi kokonaisuutena suunnitella siten, ettei järjestelmää voida ajaa järkevien säätöalueiden ulkopuolelle etäohjauksella. [20] Esimerkiksi huoneiston lämpöjä ei yleensä ole tarpeen kytkeä pois etäohjauksella.

Saatavuuden osalta pitää tarvittaessa priorisoida reaaliaikajärjestelmien liikennettä tai muodostaa oma automaatioverkkonsa riittävien laatuluokitusten turvaamiseksi. Kuormitustestaus ja yhteensopivuuden varmistaminen riittävällä testiaineistolla tulee vaatia osaksi toimitusprosessia, kun laitteita lisätään tai muutetaan. Jatkuvuuden ja eheyden varmistamiseksi tulee kriittisten järjestelmien osalta tarkastella siirtotien tarkoituksenmukaisuutta. Langattomat verkot saattavat olla herkkiä ulkopuolisille häiriöille ja muutoksille. [20] Kiinteistön ulkoinen liittymä sekä sisäiset järjestelmät kriittisiltä osiltaan tulisi toteuttaa mahdollisuuksien mukaan kiinteillä yhteyksillä parhaan huoltovarmuuden turvaamiseksi sekä kiinteistön että asukkaan kannalta. Rakennushankkeeseen ryhtyvä ja myöhemmässä vaiheessa rakennuksen haltuunsa ottava taho ovat osaltaan vastuussa rakennuttamisen ja käytönaikaisen tiedonhallinnan toteutumisesta tarkoituksenmukaisella tavalla, niin että rakennuksen käytettävyys säilyy ja että tietosuoja ja tietoturva tulevat asianmukaisesti hoidettua.

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää rakennuttamisesta seuraavaa:

119§

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaatimus huomioonottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.

168§

Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset, eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä. Rakennus ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset.

Vaatimus lain mukaisen kokonaisuuden ylläpidosta on haastava toteuttaa huomioiden rakennusten pitkä elinkaari. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on keskeinen vastuu tietoturvan hallinnan huomioidessa, ja tiedonhallinta tulee huomioida aina hankintoja ja palvelusopimuksia tehtäessä. Suurempiin toimistokiinteistöihin ja asuinrakennuksiin tulisi nimetä rakennusvaiheen ajaksi tietohallinnosta ja -turvasta vastaava taho, joka voisi toimia samalla tietosuojavastaavan roolissa. Tällöin on mahdollista, että tiedonhallinta hoidetaan järjestelmällisesti ja rakennuksen tai peruskorjauksen valmistuessa voidaan

vastaanottaa yhtenäinen dokumentaatio kokonaisuudesta, jolloin palveluiden toteuttaminen tulee mahdolliseksi.

Perinteisesti rakennusalan järjestelmät on tehty suljetuiksi erillISRatkaisuiksi rakennuksen sisään jopa niin, että eri kohteille on kullekin omat verkkonsa fyysisine kaapelointineen. Rakentamisen toimialat ovat eriytyneet omiin alueisiinsa sanastoja myöden. Vasta viime vuosina on ryhdytty panostamaan yhteensopivuuteen. Yksi ohjaava tekijä on keskitetyn valvonnan ja ohjauksen yleistyminen. Yhteensopivuuden tarve on tuottanut erilaisia teknisiä yhdyskäytäviä, jotka voivat muuntaa kaapeloinnin ja protokollan järjestelmästä toiseen. IP-verkot ja ethernet-kaapelointi on yleistynyt siirtoteiden rakentamisessa verkottuneen talotekniikan osalta ja käytännössä kaikki uudet wan-ratkaisut toteutetaan vakioituja verkkotekniikoita käyttäen. Yksi esimerkki sanomavälityksestä on ABB:n tuottama järjestely, [24] jossa Kalasataman kotien ohjausta on mahdollista tuottaa ja valvoa etäyhteyden avulla. Sanomaliikenne noudattaa IEC-61968-9 CIM -standardia, joka on avoin kaksisuuntainen kommunikaatiorajapinta verkottuneen talotekniikan ja älykkäiden sähköverkköjen laitteille. Rajapinnan avulla voidaan hallinnoida yksittäisen asunnon tai koko kiinteistön järjestelmiä.

Asuntojen seurantatietojen hyödyntämisestä on rakennusalan toimijoiden lisäksi lisäksi kiinnostunut kasvava joukko ryhmittymiä. Ikääntyvien henkilöiden kotihoitoon liittyvä palvelutuotanto tulee olemaan merkittävä kehityskohde lähivuosina. Asumisen osalta ikääntyvä väestö on merkittävä kohderyhmä ja yksilön valinnanvapauden perusteella henkilö saattaa hankkia kotihoidon peruspalvelut kunnalliselta toimijalta tai SoTe-tuottajalta, mutta käyttää palveluseleitä kotona tapahtuviin palveluihin [28]. Valinnanvapauden aikana sensoritietoa pitää kohtuudella pystyä lukemaan ja luovuttamaan eri tahojen tarpeisiin, myös huolestuneelle omaiselle ja kaveripalveluita järjestävälle vapaaehtoisryhmälle. Kun kotihoidon asiakkaan huoneiston ja hoitotekniikan mittaamat tiedot on saatu yhteensopivina palveluväylään, pitäisi vielä päättää, kenelle tietoa luovutetaan, miten osapuolet tunnistetaan, miten kauan luettu tieto on saatavissa, ja miten varmistetaan eriaikaisten tietojen eheys ja verkoston luotettava identifiointi. Yhteiskunnallisilla toimijoilla on käynnissä useita hankkeita, jotka tuottavat viitekehysten terveystietojen hallintaan ja henkilöiden tunnistamiseen, sekä osapuolten väliseen sanomaliikenteeseen, mutta todennäköisesti teknologia tuo tullessaan myös yksityiseen käyttöön suunnattuja laitteita ja verkostoja erityisesti kasvavan valinnanvapauden myötä. Tämän lisäksi on todennäköistä, että kotihoidossa hyödynnetään rakennuksen perustekniikasta saatavia

tietoja, kuten kuorisuojan ja läsnäoloantureiden tietoja ja sähköverkon ohjaustietoja. [28], Taloudellisesti olisi mielekästä, että yksityisesti hankittu laite olisi myöhemmin liitettävissä soveltuvien osien esimerkiksi kotisairaanhoidon palvelun tietolähteeksi. [25]

“Ennusteiden mukaan 65 vuotta täyttäneitä tulee olemaan vuonna 2030 noin 1,5 miljoonaa, mikä vastaa yli neljännestä koko väestöstämme. Erityisesti hyvin iäkkäiden osuus kasvaa voimakkaasti eliniän pitenemisen ja suurten ikäluokkien vaikutuksesta. Ikääntymiskehityksen myötä voidaan arvioida myös liikuntaesteisten määrän lisääntyvän.” toteaa ohjelmapäällikkö, FT Sari Hosionaho, ympäristöministeriöstä.

Yhteen ihmiseen ja asuntoon mahtuu vain rajallinen määrä teknologiaa. Jotta ensimmäisenä mittalaitteen liittänyt taho ei saisi asunnosta tai potilaasta monopolia, tulisi tulosten jakamisen ja yhteisen hyödyntämisen olla yhteiskunnallisena tavoitteena. Yhteentoimivuuden pitäisi olla erityisesti julkishallinnon mielenkiinnon kohteena, jotta markkinat voisivat toimia mahdollisimman avoimesti. Teknologian kehittämisen turvaamiseksi pitäisi määrittää lopputulos toteutustavan sijaan. Vakioitaessa ainoastaan liityntärajapinnat, pääsee toteutusteknologia vapaasti kehittymään eikä sitouduta tähänhetkisiin ratkaisuihin. [22] Yhteensopivuus mahdollistaa palveluiden toteuttamisen kotihoidon potilaille rinnakkain julkisen sektorin ja kaupallisten tuottajien kesken. Vakioitujen rajapintojen avulla on mahdollista toteuttaa vaikkapa apuvälineiden yksityisen hankinta ennen kuin julkinen hoitokynnys on ylittynyt. Yhteensopivat laitteet ja järjestelmät eivät mene hukkaan, vaikka yksityisesti varustetun huoneiston palveluista osan tuottaakin julkinen toimija.

7 Teknologiamuutokset rakennetussa yhteiskunnassa

Lähtöleveysuudessa tapahtuvia muutoksia on selvitetty kirjallisuuden ja tilastojen sekä eri ennusteiden avulla. Työhän on koottu merkittäviä tekijöitä, joilla on vaikutusta rakennettuun yhteiskuntaan. Muutokset tulisi huomioida rakentamisessa ja aluevarauksissa hyvissä ajoin Rakennetun yhteiskunnan muutokseen vaikuttavat merkittävästi globalisaatio, teollistuminen, asumisen ja palveluiden keskittyminen ja uuden teknologian logistiikkaratkaisut. Teknologian halpeneminen ja käyttötapojen monipuolistuminen tuottavat mahdollisuuksia koteihin tuotettaviin uusiin palveluihin. taantuvat alueet autoituvat, kun väestö ikääntyy ja koulutettu väestö siirtyy kasvukeskuksiin. [28]. Ikääntyvän väestön kotona asumisen edellytykset on yhteiskunnan kannalta turvattava, jotta tarpeettomalta laitoshoidolta vältytään. Kotien ja asuinalueiden palvelumahdollisuuksista muodostuu kilpailuetua kunnille, työnantajille ja kiinteistöjen omistajille.

Digitaalisten palveluiden avulla eri liikennemuodot yhdistyvät, ja liikkumiseen voidaan hankkia tarpeen mukaan kuukausi- tai kertamaksullisia paketteja ja näiden yhdistelmiä. Esimerkkejä näistä ratkaisuista ovat Tuup ja MaaS Global -yhtiöiden kuljetuspalvelut. Tuup on lanseerannut ”kyyti” – palvelun, josta voidaan hankkia tilausliikennettä runkolinjojen tueksi. MaaS Global puolestaan tuottaa autovuokrauksen ja julkisen liikenteen yhdistäviä palveluita. Myös tavaroiden kuljetuspalvelut ovat murroksessa, kun ensimmäisiä robottiliikenteeseen perustuvia laitteita on kokeiluasteella. Kuljetusyhtiö DHL on aloittanut Saksassa robottikopterilla säännöllisen postinjakelun saaristoon ja muihin hankalasti tavoitettaviin kohteisiin. [29] Samoin Suomen Posti on tehnyt ensimmäisen onnistuneen robottikopterin tuottaman kuljetuksen Suomenlinnaan [30]. Kuorma-autovalmistajat tutkivat robottiliikenteen mahdollisuuksia, ja ensimmäisten itseohjautuvien kuorma-autojen on arveltu olevan reittiliikenteessä vuoteen 2025 mennessä [22]. Monia uudentyyppisiä jatkuvan kuljetuspalvelun, vuokra-auton ja tilausajon yhdistelmiä on tulossa lähivuosien aikana käyttöön, kun eduskunta on hyväksynyt liikennekaaren eli lain liikenteen palveluista keväällä 2017 [31]. Julkisuudessa on arveltu lakimuutoksen lisäävän kaupunkien palveluita, mutta heikentävän taantuvien alueiden kuljetuspalveluiden saatavuutta.

Logistiikkaketjuihin vaikuttavat tulevaisuudessa 3D-tulostamisen mahdollisuudet, jolloin voidaan välttyä kokonaan kulutustavaroiden rahtaamiselta, kun tarvikkeet voidaan tulostaa käyttöpaikan läheisyydessä. [22] Kauppojen ja kioskien yhteydessä voi tällöin olla tulostimia, joilla voidaan tarpeen mukaan tuottaa käyttöesineitä ja varaosia niihin. [22]

Tällöin muotoiluosaamista ei myydä valmiina esineinä, vaan esineiden piirustuksina ja lisenseinä, jotka mahdollistavat näiden valmistamisen loppukäyttäjälle. Tämänkaltainen lähivalmistaminen tulee vähentämään merkittävästi perinteisen logistiikan tarvetta ja mahdollistaa tavaroiden tuottamisen alueellisesti tarpeen mukaan. Tavaroiden kierrättäminen paikallisesti uusiksi esineiksi on mahdollista, semminkin kun materiaali voidaan tunnistaa materiaalitutkien avulla ja kierrättää uusien 3d tulosteiden raaka-aineiksi. Logistiikan tehostuminen ja välivarastojen tarpeen väheneminen mahdollistavat kaupunkien tiivistämisen ja parantaa palvelumahdollisuuksia myös keskustojen ulkopuolella. Robotisaatio laskee jakelukustannuksia niin, että on mahdollista tuottaa nykyistä monipuolisempia palveluita ja ulottaa jakelu yksityistalouksiin saakka.

Liikenteen digitalisoinnilla on valtava kansantaloudellinen merkitys rakennetun yhteiskunnan kannalta, kun huomioidaan jakelun tehostuminen ja nykyisen autokantaan sitoutuneiden pääomien vapautumien muuhun kulutukseen. Tyypillisen perheauton kustannukset ovat keskimääräisen ajosuoritteiden perheillä noin tuhat euroa kuukaudessa, kun huomioidaan pääomakulut ja käyttökulut. [32] Yksityisauto on nyt käytössä keskimäärin puolesta tunnista tuntiin vuorokaudessa. Muuna aikana auto on pysäköitynä kotona, työpaikalla tai marketissa. Kun pysäköintiruudun koko on tyypillisesti 3x6 metriä, vaatii ajoneuvo vuorokauden mittaan pysäköintitilaa jopa pienen huoneiston verran ympärilleen. Autopaikat lisäävät nykyisin tarpeettomasti uudisrakentamisen kustannuksia, kun rakennusmääräyksissä vaadittavat autopaikat kuormittavat myös autottomia talouksia. Keskustojen autopaikat joudutaan usein louhimaan rakentamisen yhteydessä, jolloin yhdelle autopaikalle voi tulla hintaa jopa 40 000 euroa. Sama toistuu työpaikoilla ja marketeissa. Autoilun kokonaiskustannuksia tulisi tarkastella kansantalouden kannalta nykyistä laajemmin huomioiden väestön keskittymisen tuottamat muutokset liikkumisen tarpeisiin ja ylipäättään kulutuskäyttäytymiseen. Kaupunkien ja maaseudun ajallinen välimatka lyhenee liikenteen tehostuessa. Turun ja Salon välille kaavailtu [22] Hyperloop-putki pystyy kuljettamaan ihmisiä jopa 1200 km tuntinopeudella, jolloin fyysinen riippuvuus asuinpaikan ja työskentelykohteen välillä pienenee.

Liikenteen järjestelyissä tullaan näkemään lähivuosina merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna. Yksityisautoilun omistamisen mallit ovat muuttumassa ja logistiikkaan tulee uusia palveluita. Myös liikennepolttoaineiden käyttö ja kysyntä tulevat muuttumaan. On todennäköistä, että sähköautojen kysyntä kasvaa erilaisten tukimuotojen kautta. [22].

Liikenteen tilauspalveluiden kehittyminen merkitsee omistamisesta riippumatonta mahdollisuutta liikkumiseen erityisesti taajamien ympäristöissä ja runkoreiteillä. Yksityisautojen omistaminen todennäköisesti vähenee palveluiden kehittyessä. Uudet liikkumisen palvelut mahdollistavat tulevaisuudessa nopean siirtymisen paikasta toiseen riippumatta siitä omistaako ajokorttia tai kulkuneuvoa. Rakennettuun yhteiskuntaan tämä tulee vaikuttamaan siten, että tarve nykyisen kaltaisille automarketeille ja asuntokohtaisille pysäköintipaikoille vähenee. Muutos tulee huomioida maankäytössä ja rakennuttamispäätöksissä. [22] Marketeista tulee rakentaa muuntojoustavia siten, että tilat ovat helposti muutettavissa uuteen käyttöön, mikäli ostokäyttäytyminen tulevaisuudessa muuttuu ennusteiden mukaisesti tilauspalveluita ja –liikennettä suosivaksi. Liikenteen digitalisaation ja kulutuskäyttäytymisen myötä vapautuvia parkkihalleja ja automarketteja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa esimerkiksi kerrosviljelyn tarpeisiin, mikä mahdollistaa alueellisen ruokatuotannon myös kaupungeissa.

Kerrosviljelmässä kasvusto tuotetaan optimaalisissa olosuhteissa ilman luonnonvaloa. Valaistus on toteutettu led-nauhoilla, joiden tuottama valon aallonpituus on asetettavissa kasvuston kannalta optimaalisesti. Kasvualustoja voi olla useissa kerroksissa ja ne ovat automattisesti valvottuja ja valaistuja. [22] Vantaalla on Suomen ensimmäinen laajempi kaupallinen kerrosviljelmä noin 500 m²:n kokoisessa teollisuushallissa. Kerrosviljelyssä on saavutettu jopa tuhatkertaisia tehokkuuksia vastaavaan peltoviljelyyn käytettyyn pinta-alaan verraten. Alueellinen ruokatuotanto voidaan nähdä tulevaisuuden mahdollisuutena Suomessa erityisesti puhtaan veden ja edullisen energian saatavuuden johdosta. Alueellisen kerrosviljelyn mahdollisuudet ja tilavaraukset tulisi huomioida uudisrakentamisessa.



Kuva 7 alueellisen palvelutuotannon kehitysnäkymiä [16]

Kuvassa 7 havaitaan alueellisen palvelukehityksen painopisteet. Yhteisöllinen asuminen ja palvelut koetaan myös tulevaisuudessa tarpeellisina, vaikka niiden toteutustavat ovat muuttumassa. Palveluita hankitaan aiempaa useammin sähköisten kanavien kautta ja erilaiset automaattivarastot ja jakelumuodot ovat yleistymässä. Kuitenkin sosiaalinen verkosto ja kotiseutu koetaan tärkeänä osana asumisen identiteettiä [33] jolloin palveluiden yksilöllisyydestä voi muodostua kilpailuetua

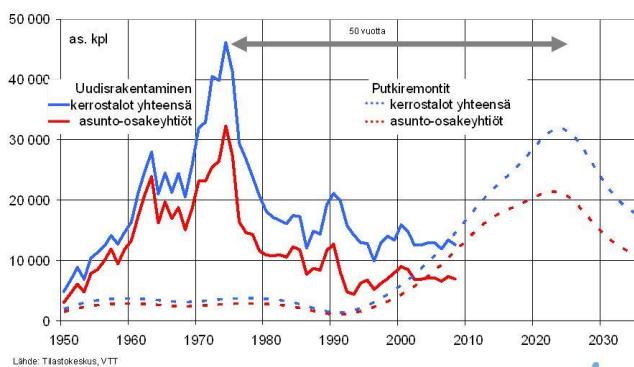
Rakennettu yhteiskunta tulee hyötymään monin tavoin erilaisista palveluroboteista, jotka tulevat korvaamaan tai helpottamaan ihmistyötä monissa rakentamisen työvaiheissa. Nyt on menossa kokeiluja, joissa ihminen saa supervoimat ympärillään olevan sähkömekaanisen apurobotin avulla. Ihmisen aisteja voidaan myös vahvistaa erilaisten materiaalitutkien ja optiikoiden sekä mikroaaltoihin perustuvien tutkien avulla, joiden myötävaikutuksella ihminen voi nähdä rakenteiden sisään tai seinien läpi. Robotiikkaa on tutkittu myös laajemmissa työvaiheissa: esimerkiksi 3D-mallinnuksen avulla on ohjattu laajaa drone-parvea, joka on yhdessä kantanut rakennuselementtejä piirustuksen mukaiseen kohteeseen. 3D-tulostamisen avulla on ruiskuvalettu kokonaisia kerrostaloja. [22]

Robotit voivat myös nauhoittaa vaiheistettua tekemistä, tai niitä voidaan ohjata virtuaalilasien kautta, jolloin ihminen näkee ja kokee olevansa robotin sisällä. Robotteja tulee rakentamisen lisäksi mukaan käytönaikaiseen palvelu- ja huoltotehtäviin. Taloyhtiön oma talkkaribotti voi vaikkapa kantaa kauppakassin kerrokseen tai pitää seuraa talon vanhuksille. Robotteja voidaan menestyksellisesti käyttää myös lemmikkien korvikkeena palveluasunnoissa.

Ylläpitovaiheen osalta on lisätyn todellisuuden (AR, *augmented reality*) avulla mahdollista liittää laitteiden tunnistetietoihin käyttö- ja huolto-ohjeita, jolloin voidaan osoittaa laitetta ja saada ajantasainen ohjeistus selattavaksi. Lisätyn todellisuuden ympäristöt voivat kommunikoida myös taustajärjestelmiensä kautta, jolloin laitteen tai rakenteen sijoitustieto tuottaa yhteyden rakennukseen ja liittää kohteen osaksi laajempaa kokonaisuutta. Lisätty todellisuus mahdollistaa osittain erillisistä näytöistä ja ohjauslaitteista luopumisen. Laitteiden ohjaukseen voidaan käyttää älypuhelin tai muuta päätelaitetta. Yhteinen käyttö edellyttää vakiintunutta määrittelyä esineiden ja laitteiden nimeämiselle ja sanastoille. Tätä työtä on tekemässä esimerkiksi Think2Data-työryhmä ja KIRA-digihanke.

Rakentamisen liiketoiminta tulee lähivuosina keskittymään ensisijaisesti peruskorjaukseen, kun merkittävä osuus Suomen rakennuskannasta saavuttaa peruskorjauksiensa. Toisaalta uudisrakentamistakin tarvitaan, sillä erityisesti työväestön muuttoliike kohdistuu lähivuosina keskuskuntiin ja näiden kehysalueille. Rakennuskannan suhteen on huomioitava väestön ikääntyminen. [16] Vuoteen 2030 mennessä ennustetaan olevan tarvetta liki miljoonalle esteettömälle asunnolle. Kotitalouksien vaurastuminen lisää kotiin tuotettavien palveluiden kysyntää ja luo markkinat teknologisesti korkeatasoisille asunnoille, jotka on helppoa liittää etäpalveluiden piiriin.

Kerrostaloasunnot rakennuskannassa 2008 ja putkiremonttien tarve



Kuva 8 VTT: kiinteistökannan korjaustarve rakennusvuoden perusteella

Kuvasta 8 voidaan havaita, että merkittävä osuus asuntokannasta saavuttaa peruskorjauksen seuraavien vuosien aikana. Erityisesti taantuvilla paikkakunnilla tämä voi tarkoittaa jopa asuntojen purkamista. Myös kasvukeskuksissa peruskorjaukset johtanevat rahoitusmallien pohdintaan.

8 Työpaikat ja maahanmuutto

Maahanmuutossa voi tapahtua voimakkaita muutoksia maailmantilanteen vaihdellessa äkillisesti esimerkiksi sotien tai luonnonkatastrofien seurauksena. Mikäli ilmastonmuutosta ei kyetä pysäyttämään nykytasolle, johtaa se pidemmällä aikavälillä, vuoteen 2050 mennessä, elinolojen muuttumiseen mahdottomaksi Välimeren ja päiväntasaajan seudulla. [34] Toteutuessaan olosuhteiden muutokset tuottavat miljardien ihmisten siirtymisen pois kotiseudultaan puhtaan veden ja ravinnon loppumisen vuoksi. Suomeen tämä tarkoittaisi vähintään 120 miljoonaa uutta asukasta mikä muuttaisi täysin nykyiset rakenteet ja ennustemallit.

Robottiikka ja kehittyvä tietotekniikan hyödyntäminen vievät lopullisesti työpaikkoja esimerkiksi teollisuuden, logistiikan ja palveluammattien osalta. Vastaavan tyyppinen työvoiman tarpeen muutos koettiin koneellistumisen yhteydessä, kun 50 vuoden aikana noin puolet kaikista työpaikoista katosi. Tämä teollisen vallankumouksen aikajaksoksi sanottu uudistuminen alkoi Englannissa 1800-luvun alun höyrykoneista. Työläiset jopa rikkoivat tahallaan koneita yrittäessään turvata työpaikkojaan. Muutos oli kuitenkin lopulta väistämätön ja johti merkittävään tuottavuuden kasvuun ja taloudelliseen hyvinvointiin. Teollistumisen aikakausi aloitti voimakkaan muuttoliikkeen maalta kaupunkiin. Tuotannon tehostuminen on merkinnyt perushyödykkeiden, kuten ruoan ja vaatteiden hinnan alentumista ja vapautunutta varallisuutta sijoitettavaksi esimerkiksi matkailuun ja palveluihin. Lähitulevaisuudessa tapahtuvat muutokset liikkumisessa ja kulkuvälineiden omistamisessa voivat muuttaa nopeasti kuluttajien käytössä olevaa varallisuutta ja mahdollistaa näin uusien palveluiden ja hyödykkeiden tuottamisen. Erityisesti asumisen palveluihin ja terveyteen ollaan valmiita panostamaan tulevaisuudessa nykyistä enemmän.

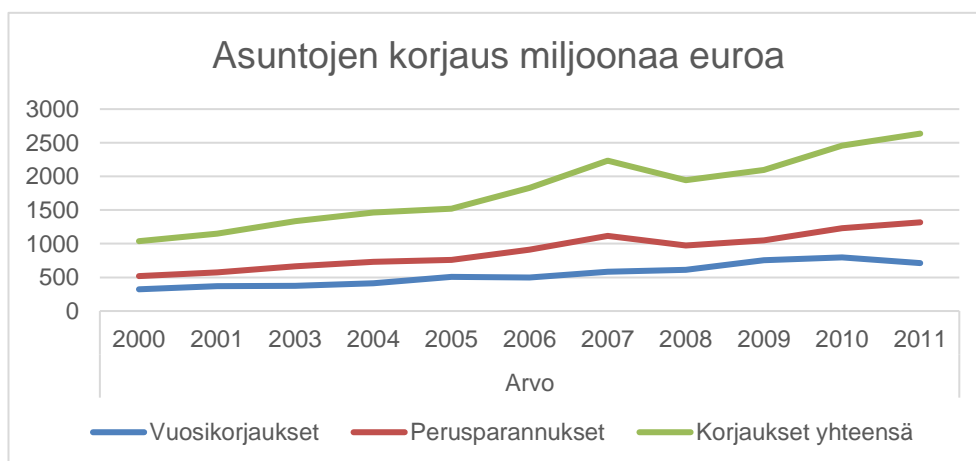
Joillakin toimialoilla teknologia ei ole nostanut tuottavuutta vuosien saatossa juurikaan. Esimerkiksi rakennusteollisuuden tuottavuus on pysähtynyt 1970-luvun tasolle. Tämä johtuu osin parantuneista työehdoista ja lisääntyneestä turvallisuusajattelusta. Nykyaikaisella rakennustyömaalla suojataan henkilöstö ja ympäristö työn kuluessa, mistä tulee väistämättä uusia työvaiheita. Robotisaation avulla on mahdollista tehdä merkittävä tuottavuusloikka, kun voidaan siirtää vaarallisimmat ja kuluttavimmat työvaiheet koneille. Toisaalta robotisaatio mahdollistaa aiemmin halvan työvoiman maihin ulkoistettujen töiden palauttamisen länsimaihin, lähelle kuluttajaa ja lyhyen logistiikkaketjun varrelle. On

olemassa toimialoja, joiden tuottavuuden kasvu ei kiihdytä tuotantoa. Esimerkiksi taiteilija ei voi esittää näytelmää nopeutetusti. Sen sijaan näytelmä voi perustua robotin kirjoittamaan käsikirjoitukseen. Japanissa robotti on jo pärjännyt kirjoituskilpailuissa. Robotti voi kirjoittaa uuden näytelmän viidessä minuutissa. [35]. Joitakin työtehtäviä voidaan tehdä tulevaisuudessa globaalisti ja työvaiheet voidaan palastella nopeaan tahtiin koneille ja ihmisille jaettavaksi [36] silloin, kun se on tehokasta. Koneellistamien koskettaa myös perinteisiä ammatteja, kuten puhelinmyyjää ja autonkuljettajaa. [37] Perinteisen työn katoaminen johtaa työttömyyden kasvuun erityisesti taantuvilla alueilla. Tällöin olisi tärkeää kannustaa työikäistä väestöä hankkiutumaan aloille, joilla on työskentelymahdollisuuksia. Yhteiskunnan toimet ovat merkittävässä asemassa ihmisten taloudellisen toimeliaisuuden ja yhteiskuntarauhan turvaamiseksi. Perinteinen ansiosidonnainen työttömyyspäiväraha on luotu suhdannevaihteluiden tasaamiseksi ennen kaikkea teollisuuden tarpeisiin, eikä se toimi laajassa rakennemuutoksessa. Pahimmillaan nykyinen työttömyystuki passivoi ja siirtää saajansa lopullisesti työmarkkinoiden ulkopuolelle. Eräänä vaihtoehtona on esitetty kansalaispalkkaa, josta aloitettiin kokeiluita vuoden 2016 aikana. Kansalaispalkan ja negatiivisen ja tasaverotuksen ajatuksena on eri painoituksin tuottaa tilanne, jossa tukimuodot yhdistetään niin, että tietyn pohjaosan jälkeen työnteko on lineaarisesti kannattavaa. Mikäli verotus- ja tukikäytäntöjä muutetaan merkittävästi nykyisestä, se vaikuttaa nopeasti asuntojen kysyntään ja hintatasoon asumistuen muutosten kautta. Välillisesti tämä vaikuttaa myös palveluihin ja liikenteeseen. [36]

Julkisessa keskustelussa on puhuttu myös robottiverosta, mutta haasteena on kansainvälisen verotuksen käytännöt, joiden kautta konserniverotusta on usein mahdollista siirtää valtioiden välillä. Tämä voi tuoda merkittäviä haasteita pääomien keskittyessä globaalisti, kun henkilötyö ja samalla valtioiden verotulot laskevat. Luoville töille löytyy kysyntää ainakin lähivuosina aiempaa enemmän. Työpaikat ja työn käsite muuttuvat nykyistä kausiluonteisemmaksi ja yrittäjyys sekä verkostoituminen lisääntyvät. Tämä lisää liikkuvuutta työmarkkinoilla ja heijastuneeksi myös rakennetun yhteiskunnan kysyntään pidemmällä aikavälillä. Toimistojen tulee olla muuntojoustavia ja liikenneyhteyksien saatavissa. Etätyö, robottiliikenne ja nopeat runkoyhteydet kaupunkien välillä helpottavat työvoiman liikkuvuutta.

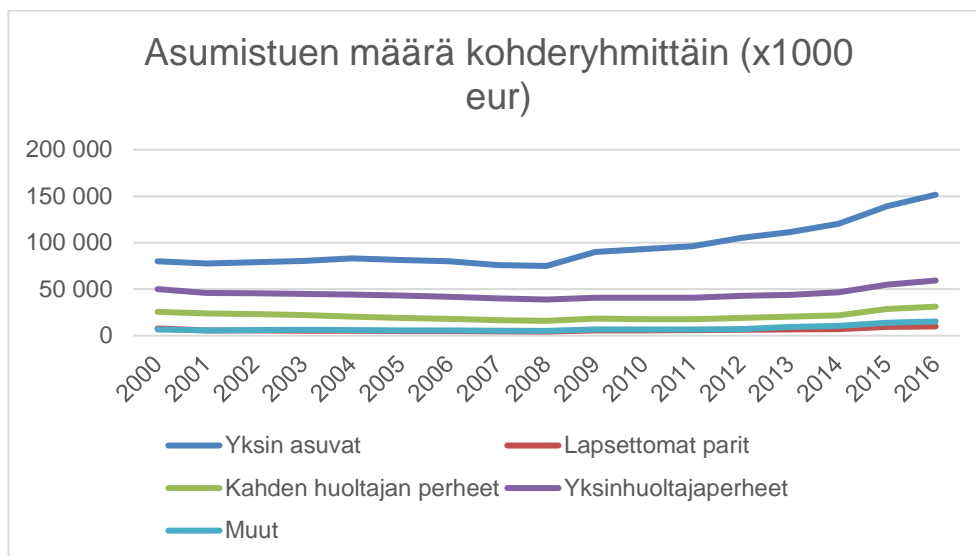
9 Tilastollinen aineisto

Viitteenä olevassa aineistossa on käytetty mm. Tilastokeskuksen avointa dataa. Aineistosta on kerätty tilastollisia ennusteita ja toteutumia sekä väestöennusteita hankkeen taustamateriaaliksi. Poiminnan perusaineisto on saatavissa Tilastokeskuksen sivuilta.



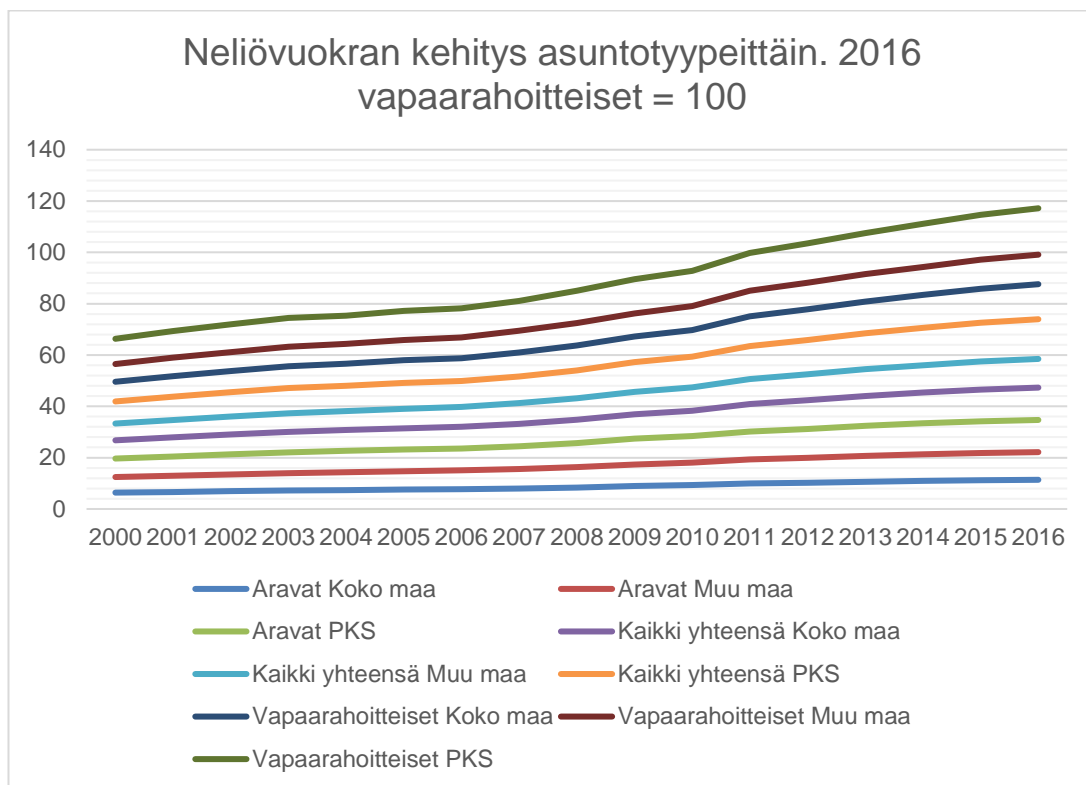
Kuva 9 rakentamisen tilastot, tilastokeskus [38]

Korjausrakentamisen arvo ohitti uudisrakentamisen arvon vuoden 2011 lopussa ja tilanteen on arveltu olevan pysyvä.



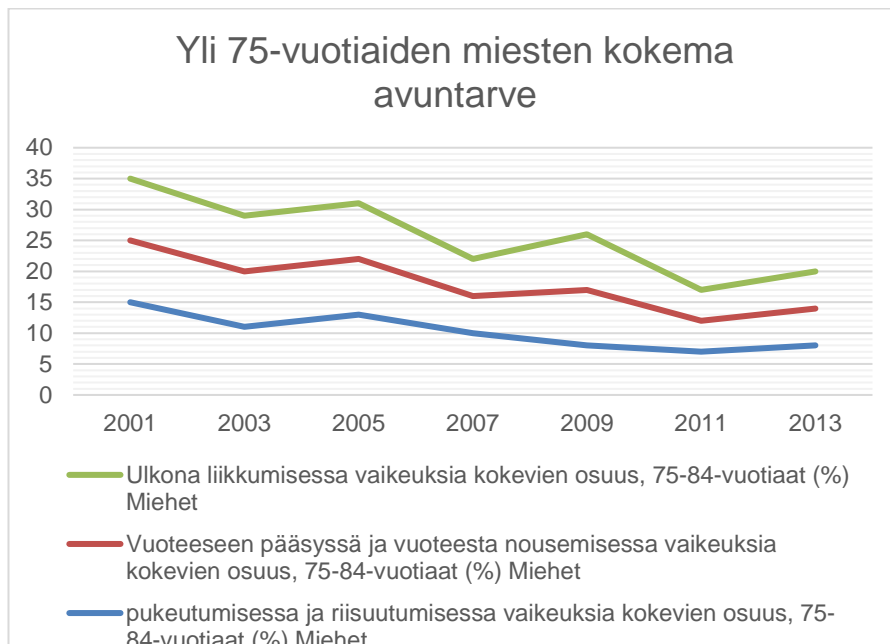
Kuva 10 asumistuen määrä [39]

Asumistuen määrä on kasvanut voimakkaasti etenkin yksin asuvien keskuudessa. Osaltaan vauhtia kiihdyttää jatkossa tuen irrottaminen neliövuokrasta, joka lisää lyhyellä tähtäimellä pienten asuntojen kysyntää ja rakennuttamista keskustojen tuntumaan. Muutokset asumistuessa johtaisivat todennäköisesti kysynnän muutoksiin, siten että kehyskuntien kysyntä kasvaisi.



Kuva 11 asumisen tilastot, [40]

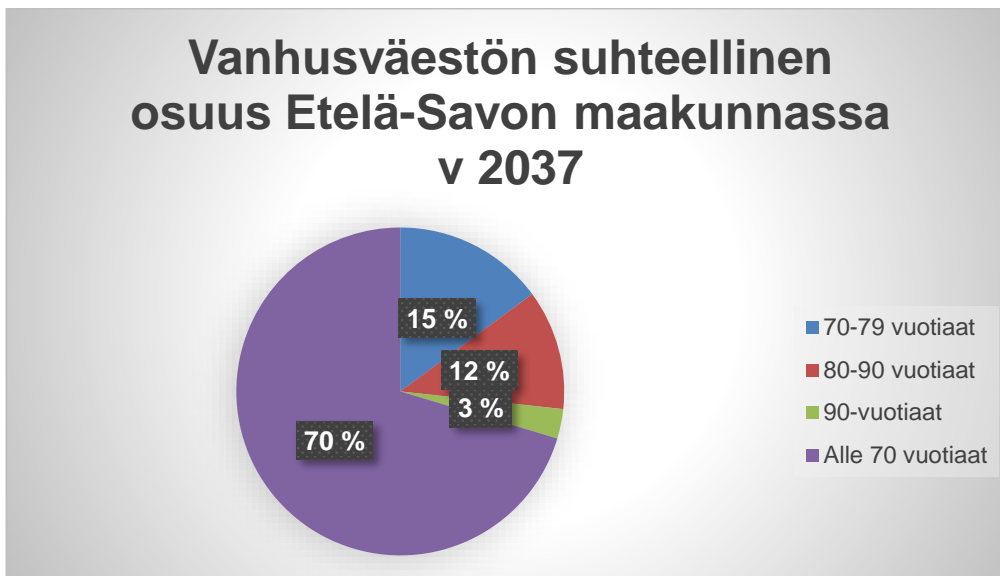
Asunnon vuokratason vaihtelu tyyppin perusteella v. 2000-2016. Pääkaupunkiseudun vapaarahoitteiset vuokra-asunnot ovat liki tuplanneet neliövuokransa 2000-luvun aikana, kun taas aravavuokrissa on ollut vain maltillista kehitystä. Vuokrat korreloivat toisiinsa selkeästi. Tilastokeskuksen toteumaraporttien lisäksi alueellista kehitystä voidaan selvittää ympäristöministeriön raporttien avulla, joissa on pyritty ennustamaan kehitystä pääkaupunkiseudulla [41]



Kuva 12 asumisen tilastot [42]

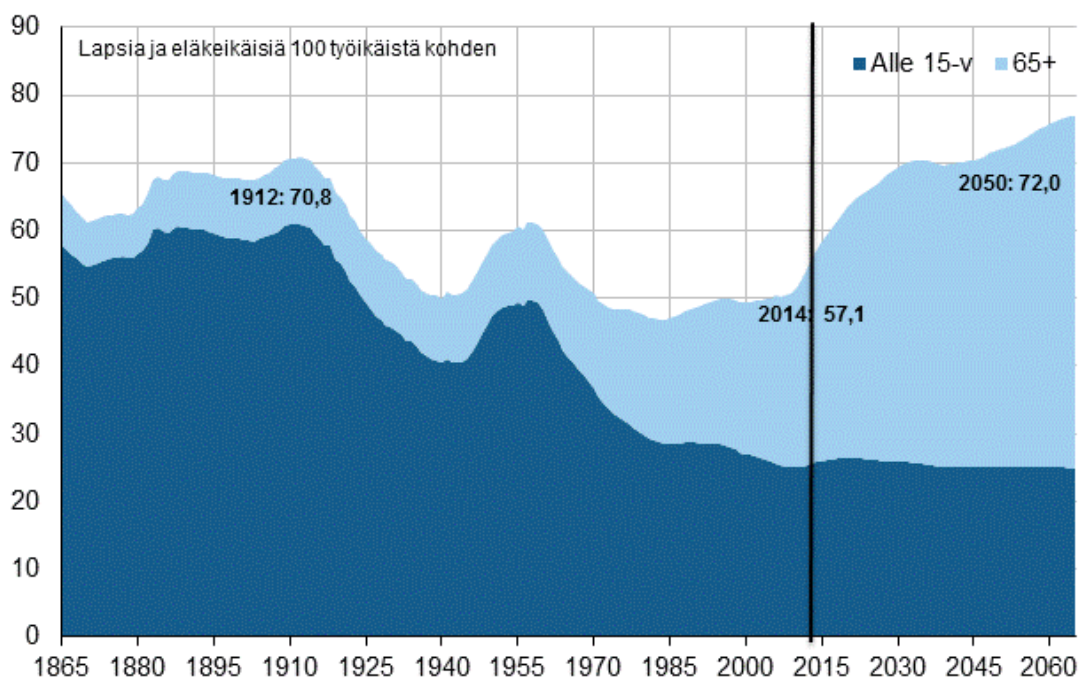
Kuvassa 12 havaitaan että miesten kokema avuntarve päivittäisissä toimissa v. 2001-2013 on vähentynyt merkittävästi. Naisten kokema avuntarve ei vastaavana aikana ole muuttunut. Tämä kertonee yleisemmin miesten elintapojen muuttumisesta kestävämpään suuntaan ja ennakoii pidempää mahdollisuutta itsenäiseen vanhuuteen. Koetun avuntarpeen kehityksestä on tehty seurantatutkimusta Terveysten- ja hyvinvoinnin laitoksen toimesta. [43]

Suomen väkiluku kasvaa ennusteen mukaan n. 300 000 henkilöllä 2030-luvun alkupuoleen mennessä. Vanhusväestön suhteellinen osuus kasvaa koko Suomen tasolla nykyisestä 15 %:n osuudesta yli 20 %:n tasolle. Tämä ei kuitenkaan tapahdu tasapuolisesti, sillä etenkin muuttotappioalueilla vanhusväestön osuus nousee yli 30 %:n tasolle (kuva 14). Huomioitavaa on, että suhteellista ja lukumääräistä nousua tapahtuu etenkin ikäluokissa 80-89-vuotiaat sekä yli 90-vuotiaat. Tämä ennakoii voimakasta kysynnän kasvua tehostettuun palveluasumiseen.



Kuva 13 Vanhusväestön suhteellinen osuus Etelä Savossa v. 2037 [44]

Taantuvien paikkakuntien taloudellinen toimeliaisuus heikkenee työikäisen väestön siirtäessä kasvukeskuksien ympäristöön. Korkeammin koulutettujen suurempi muuttohalukkuus ennakoii taloudellisen huoltosuhteen merkittävää heikentymistä nykytasoltaan. Yhteiskunnan toimilla on kehityskulussa merkittävä vaikutus. Tilastokeskuksen ennusteen mukaan suhteellinen osuus nousee nykyisestä n. 15% tasosta 20-30% paikkakunnasta riippuen. Määrällisesti ikääntyviä tulee olemaan ennusteen perusteella lähtötilanteen vajaan 100 000 henkilöstä liki 400 000 henkilön verran 2040 luvulla. [45]

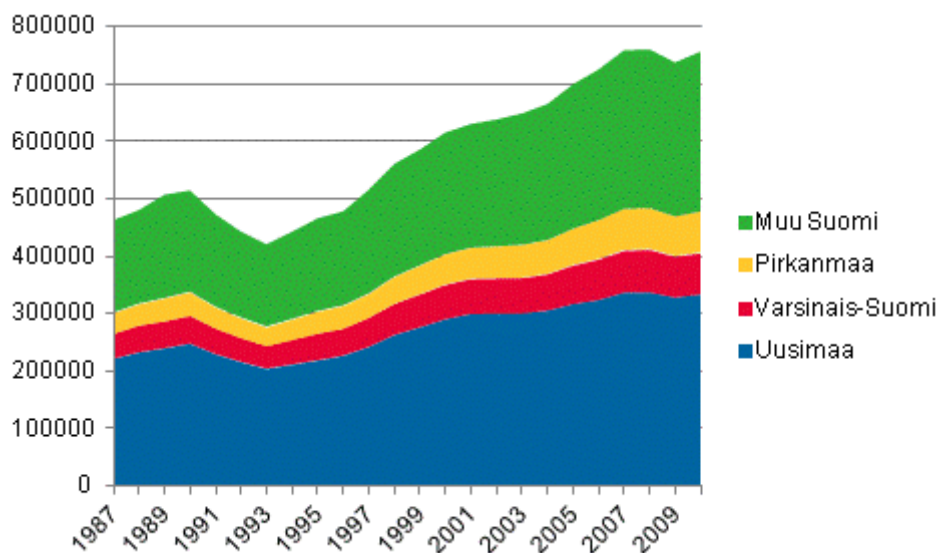


Kuva 14 Väestöllinen huoltosuhde 1865–2065 [45]

Taloudellinen huoltosuhde kuvaa työssäkäyvien suhdetta muuhun väestöön. Vuonna 2015 taloudellinen huoltosuhde oli 1,43, mikä tarkoittaa, että yhtä työssäkävijää kohden oli 1,43 hänen toimeentulostaan riippuvaa. Huoltosuhde on kääntymässä väestön ikääntymisen myötä nousuun, mikä tarkoittaa taantuvilla paikkakunnilla huoltosuhteen heikkenemistä jopa tasolle 2,50, jolloin yhtä työssäkävijää kohden on 2,5 hänen tulojensa varassa olevaa henkilöä.

Pendelöinti tarkoittaa oman kuntansa ulkopuolelle työskentelemään liikkuvaa työvoimaa. Noin joka viides työvoimaan kuuluva pendelöi. Pääkaupunkiseudulla tämä on ollut jo pitkään yleistä, mutta perinteisten työpaikkojen katoaminen tuottaa saman ilmiön myös maakuntiin, kuten kuvasta 16 voidaan havaita. Pohjois-Suomen maakunnassa pendelöivien osuus kasvoi lukumäärällisesti 25 % kymmenessä vuodessa. Liikenteen muodot ja kustannukset ohjaavat asumisen alueellista painopistettä, ja mikäli liikkumista tuetaan se edistää työvoiman saatavuutta ja hidastaa maaseudun autioitumista. Tulevaisuuden liikkumismuodot voisivat olla nopeita yhdistelmäkuljetuksia kaupunkien välillä ja joukko-

liikenteen sekä tilausliikenteen yhdistelmiä kaupungeissa. Maaseudulla henkilöauto lie-
nee vielä pitkään pääasiallinen liikkumismuoto. Liikennekaaren [31] tuottama normin
purku voi edistää liikennepalveluiden säilymistä autoituvalla maaseudulla, kun henkilö-
kuljetuksen yhteydessä on mahdollista tuottaa jatkossa myös muita kuljetuspalveluita.



Kuva 15 Pendelöinnin kehitys [46]

10 Yhteenveto

Yhteiskunnassa tapahtuu digitalisaation ja globalisaation myötä useita muutoksia vuoteen 2030 mennessä. Näkyvimpiä kokonaisuuksia tulevat olemaan liikkumisen ja logistiikan ratkaisut sekä kaikkialle ulottuva anturiteknologia lukuisine sovelluksineen. Merkittäviä yhteiskunnallisia muutoksia tulevat olemaan perinteisten työtehtävien siirtyminen roboteille prosessien automatisoinnista aina fyysiseen tekemiseen ja päättelyyn saakka. Kehitys tulee näkymään monella toimialalla tuottavuusloikkana, mutta vastapainona tulee työttömyyttä ja monet joutuvat miettimään uransa uudelleen. Väestö ikääntyy, mutta pysyy nykyistä pidempään toimintakuntoisena.

Maaseutu autioituu ja palvelutaso heikkenee työikäisen koulutetun väestön siirtyessä kasvukeskuksiin. Rakennettuun yhteiskuntaan liitettävien verkottuvien palveluiden kysyntä kasvaa erityisesti energianhallintaan liittyvissä kohteissa. Myös hoiva- ja valvontapalveluiden kysyntä kasvaa merkittävästi. Yhteiskunnalla riittää kysyntää vanhusten asuttamiseksi itsenäisesti mahdollisimman pitkään, kun nykyisen kaltaiseen laitoshoittoon ei enää ole varaa. Toisaalta varttuneemman väestön maksukyky on kasvamaan päin, jolloin ollaan valmiita maksamaan palveluista myös itse. Maksajia kiinnostaa, että investointi palvelee pitkään ja tällöin kilpailuetua saavat yhteensopivat tuotteet ja palvelut. Ilmiö on globaali ulottuen myös kehittyviin maihin. Tuottamalla edistyksellistä teknologiaa valvontajärjestelmien soveltamisessa on tällöin mahdollisuuksia teknologia ja ohjelmistovientiin.

Anturiteknologian ja siirtoteiden osalta parhaaseen tehokkuuteen päästännee vakioituja järjestelmiä käyttämällä ja tuotesuojauksessa kannattaa keskittyä järjestelmien ja palveluiden suojaamiseen suljetun teknologian hyödyntämisen sijasta. Avoimiin järjestelmiin tukeutuminen mahdollistaa teknologian nopean hyödyntämisen ja laskevat laitekulut antaen samalla kuluttajalle mielikuvan laajasti tuetusta ja liitettävästä ratkaisusta. Liitettävyyden varjopuolena on jatkuva ylläpidon tarve järjestelmien ja tietojen hallintaan liittyen.

Energiatehokkuus ohjaa kehittämään paremmin säädettäviä rakennuksia, joiden rakenteellisia ominaisuuksia on mahdollista tarkkailla käytön ja ylläpidon aikana. Samalla on mahdollista luoda lisäarvoa asukkaille ja omistajille taloudellisten tekijöiden lisäksi vih-

reitä arvoja korostamalla. Uudet energiamääräykset antavat laajan mahdollisuuden toteuttaa laskennallinen energiatehokkuus. Tällöin verkottuneen talotekniikan avulla on mahdollista tuottaa massiivista eristepaksuutta vastaava energiatehokkuus, kun hyödynnetään lämmön talteenottoa ja muita käytettävissä olevia teknologioita. Verkottuneen talotekniikan avulla on järjestettävissä uudisrakennuksen tai peruskorjauskohteen jatkuva valvonta. Rakennusten vertailutietoja keräämällä ja hälytysrajoja asettamalla voidaan nähdä ennakkoon rakennustekniset ja käyttötavoista aiheutuvat ongelmat. Raportoivaa rakennusta voidaan pitää kilpailuetuna. Datan kerääminen ja analysointi tuottaa myös uutta liiketoimintaa ja erityisesti havainnointiin liittyvät algoritmit voivat muodostaa arvokkaan tuotekokonaisuuden.

Yhteiskunnalla on mahdollisuus ohjata yhteentoimivuuden edistämistä. Kunnallisten ja valtiollisten toimijoiden hankintapäätösten tekijöillä on useita hyviä syitä ryhtyä edellyttämään hankinnoissa laajaa yhteentoimivuutta, mikä lopulta mahdollistaa älykkäiden talojen, kaupunkien ja maakuntien rakentamisen ja alan kysynnän kasvattamisen. Alan toimijat voivat edistää yhteentoimivuuden tavoitteita jakamalla tietoa päättäjille ja rakennushankkeeseen ryhtyville alan edunvalvontajärjestöjen yhteistyön ja julkisen keskustelun kautta.

Yhteentoimivuu rakennetussa yhteiskunnassa lähtee yksittäisen rakennushankkeen systemaattisesta toteuttamisesta. Suunnittelun, testauksen ja ennakoivan päivityspolun kustannuksia pitäisi arvioida kohteen elinkaaren tuottavuuden ja käyttövarmuuden kautta. Tällöin kyberturvaan, liitettävyyteen ja jatkuvuuteen panostaminen muodostaa kertaluonteisen kulun sijasta jatkuvia tuottoja ja palvelumahdollisuuksia kohteen omistajille ja tilaajille. Asukkaille ja tilojen käyttäjille panostaminen jatkuvuuteen ja kyberturvaan antaa luotettavan kuvan kokonaisuudesta ja tuottaa lisäarvoa, josta ollaan valmiita maksamaan. Kysyntä kasvaa myös tietoisuuden lisääntymisen kautta. Kun päättäjien tietoisuus teknisten järjestelmien mahdollisuuksista ja uhista kasvaa, tullaan merkittävimpiä ominaisuuksia sekä kyberturvallisuusvalmiuksia vaatimaan tarjouspyyntöjen yhteydessä. Tällöin markkinoiden edelläkävijät ovat hyvissä asemissa, kun asiat on valmiiksi mietitty alan parhaiden käytäntöjen mukaisiksi.

Yrityksille ja yhteisöille rakennustiedon hallinnasta muodostunee merkittävää liiketoimintaa erityisesti palvelumallien kautta. Keskeiset toimijat voivat hyödyntää laajoja tietovarantoja sekä koneoppimista, kunhan tiedot ovat anonymoitu riittävästi. Tiedolla johtaminen tuottaa kilpailuetua erityisesti ylläpitovaiheessa, jolloin on mahdollista optimoida rakennuksen käytönaikaisia kuluja ja ennakoida toimenpiteiden vaikutuksia vastaavaan rakennuskantaan vertaillen. Vertailutiedon keräämisestä ja analysoinnista saattaa muodostua oma liiketoiminta-alueensa.

Rakennusten lisäksi voisi olla mahdollista tutkia laajemmin esimerkiksi hoivapalveluita käyttävien ihmisen käyttäytymistä ja havainnoida merkittävät muutokset henkilöiden aktiivisuudessa ja muissa elintoiminnoissa. Tällöin voidaan tarpeen mukaan ennakoivasti reagoida muutoksiin ja lähettää automaattisesti apua paikalle ennen kuin vakavampaa vahinkoa on tapahtunut. Havainnointi voi perustua läsnäolotunnistimin suoritettavaan aktiivisuusmittaukseen ja trendivaihteluiden seurantaan tai näytteenottoon perustuvaan aktiiviseen valvontaan. Helppokäyttöisyys, datan luotettava analysointi ja palvelumallien tuotteistaminen ovat menestyksen avain. Hankkeissa tarvitaan monialaista osaamista ja eri toimijoiden verkottumista sekä suunnittelun että toteutuksen ja jatkuvan palvelun aikana. Vuoteen 2030 mennessä tarvitaan yli miljoona esteetöntä asuntoa, jolloin valmius tuettuun asumiseen on kilpailuetua uutta tai vanhaa asuntoa myydessä.

Yhteiskunnan kannalta tulee olemaan merkittävää, että liitettävyys ja yhteentoimivuus ovat tavoitteina uudisrakennushankkeiden sekä merkittävien perusparannushankkeiden osana. Tällöin tulee olemaan mahdollista taata ikääntyvän väestön turvallinen ja tasa-
puolinen kotona asumisen mahdollisuus sekä tuottaa merkittäviä kansantaloudellisia kustannussäästöjä paremman asumisenlaadun ja elinympäristön muodossa. Uudisrakentamisessa ja peruskorjauksessa tulee laajasti huomioida teknologiakehitys ja pyrkiä hyödyntämään tulevat mahdollisuudet lisäpalveluiden myynnillä, mikä lopulta koituu kiinteistön käyttäjien ja omistajien eduksi rakennuksen parantuneena käytettävyytenä ja pidempänä elinkaarena. Yhteensopivuus, avoimuus ja liitettävyys luovat edellytykset uusien palveluiden syntymiselle ja taloudellisen toimeliaisuuden lisääntymiselle. Rahatkin tässä työssä kuvattuun palvelumuutokseen ovat jo olemassa. Yhteiskunta ja rakennusten omistajat tuhlaavat heikon energiatehokkuuden ja sisäilmaongelmien [8] kautta yli kaksi miljardia euroa joka vuosi.

11 Liitteet

Liite: Taulukko kehittymässä olevista liiketoiminta-alueista

Liiketoiminta-alue	Kehityskohde	Teknologiavalmius	Asiakkaat ja sidosrymät	Edellytykset
Energiatehokkuus	Raportoiva rakennus, vertailutietojen kerääminen ja analysointi. Ennakoiva säätäminen	X	Kunnat ja suuret kiinteistöomistajat/käyttäjät	Mittaustapojen vakiointi.
Tietojen varastointi	Yhteensopivan datan luokittelu ja poiminta siirtoväyliltä. Datan hallintaan ja versiointiin liittyvien menettelyjen luonti	X	Rakennusten omistajat ja käyttäjät, rakennusliikkeet ja urakoitsijat, yksityiset kiinteistöomistajat, viranomaiset	Kira digi ja TEHO -hankkeiden suositukset siirtoväylistä
Energiatuotanto	Alueellisen kulutuskäyttäytymisen ohjaus ja ostoenergian optimointi	X	Kiinteistöjen omistajat ja käyttäjät. Kunnat	TEHO hankkeen suositukset. kysyntäjouoston sanomaliikenne. Säätietopalvelut. Mittaustietojen vakiointi

Kyberturvallisuus	Turvallisuuden osa-alueiden yhteensovittaminen kiinteistön elinkaaren aikana. Vaatimusten ja teknologioiden päivittäminen uhkien ja lainsäädännön muuttuessa	X	Kiinteistöjen omistajat ja käyttäjät. Vakuutusyhtiöt ja viranomaiset. Kiinteistösijoittajat.	Verkottuneen talotekniikan ST-ohjeistus, Vahti-ohjeistus
Palveluliiketoiminta	Sanomaliikenteen vakiointi, osapuolten ja sopimusten luotettava tunnistaminen. Esimerkiksi talonmiehen, kotsiivoojan ja koiran ulkoiluttajan palveluiden hankinta	X	Kiinteistöjen omistajat ja käyttäjät. Vakuutusyhtiöt ja viranomaiset. Kiinteistösijoittajat. Alueelliset palveluyritykset. Palo- ja pelastusviranomaiset	Vakioitu sanomaliikenne. Osapuolten luotettava tunnistaminen. Asiointivaltuudet. KaPA
Terveys ja kotisairaanhoidon palvelut	Olevan anturidatan hyödyntäminen. Uusien palveluiden ja järjestelmien toteuttaminen	(x)	Yksityiset henkilöt, hoivapalveluiden tuottajat, kunnat	Valmius osittain olemassa. Lääketieteelliset laitteet vaativat raskaan hyväksymisketjun järjestelmänä. HL7-rajapinnat. Edellyttää monialaista verkostoitumista
Rakennusterveyden valvonta	Olevan anturidatan hyödyntäminen. Antureiden lisääminen läpivienteihin ja muihin riskirakenteisiin. Rakennusten elinkaaren mittainen valvonta mahdollistaa ennakoivan huollon.	X	Kiinteistöjen omistajat ja käyttäjät, vakuutusyhtiöt, kunnat. Rakennuttajat	Thing2Data, TEHO, KiRA Vakioidut mitausmenetelmät luotava vertailukelpoisuuden toteuttamiseksi
Liikkumisen palvelut	Uusien liikennepalveluiden huomiointi rakennusvaiheessa. Riittävät latauspisteet ja mahdollisuus kuljetuspalveluille	X	Kaikki	Liikennekaari

Taulukko 2 Yhteensopivuuden kannalta merkittäviä teknologioita ja hankkeita

Smart grid	http://www.smartgrids.eu/	Määrittää siirtoverkkojen sanomavälitykseen ja ohjaukseen liittyviä standardeja
OID	Globaalisti yksilöivä avaintieto http://www.oid-info.com/	Käytetään esimerkiksi terveydenhuollon rakennusten ja tilojen yksilöinnissä. Toinen yleinen käyttökohde on tietojärjestelmien sovel-luspakettien yksilöinti
Think2Data	Globaalisti yksilöitävä esine https://www.sovelto.fi/ajankoh-taista/tiedotteet/tavarat-alykkaiksi-laajan-konsortion-voimin	Yksilöidään esineet globaalisti rakenteella, joka mahdollistaa verkosta riippumattoman tiedon hallinnan sekä tavaran omistajan vaihtamisen. Yksilöintiin voidaan liittää myös vakuutus ja maksutapahtumia lohkoketjun avulla.
KaPA	Kansallisen palveluväylän avulla toteutetaan mm. lainsäädäntöön perustuva asiointipalvelurekisteri	Suomessa toimivat yritykset, yhteisöt ja yksityiset henkilöt mahdollista yksilöidä ja tunnistaa sekä tuottaa valtuusrekisteri esimerkiksi tiedon siirron luvittamiseksi

KIRA digi, Teho	Rakennuksen tiedonsiirtotarpeiden kuvaus ja yksilöinti	TEHO tuottaa tietomallin, jota tarkoitus käyttää rakennusten digitalisaatiossa. Kira Digi tuottaa laajemman yhteensopivuuden koko toimialalle
YTV, building smart Finland	yleiset tietomallivaatimukset	Yhtenäistää suunnittelun ja ylläpidon rakenteita
HL7	<p>Terveydenhuollon rajapintojen va- kionti</p> <p>www.hl7.fi</p>	Neuvottelukunta määrittää menettelyt liittymille terveydenhuollon järjestelmiin

12 Lainatut lähteet

- 1 Juhanko ym, "Suomalainen teollinen internet - haasteesta mahdollisuudeksi," ISSN 2323-2455 (online), 2015, Luettu 28.5.2017.
- 2 Kytö ym, Muuttoliikkeen voittajat ja häviäjät - tutkimus alueiden välisistä muuttovirroista, ISBN 978-952-5801-90-3 (pdf) Sastamala: Kunnallisanalan kehittämissäätiö, 2013. Luettu 15.4.2017

- 3 Ollenberg ym. Digitalisaatio rakennushankkeissa, opas päättäjille, ISBN 978-952-68449-2-3 Espoo: Avoin automaatio, 2016. Luettu 15.1.2017
- 4 Airaksinen ym. "Energiamuotokertoimet," VTT-CR-01154-16, VTT, Espoo, 2016. Luettu 1.3.2017
- 5 Lehto ym. "Suomen kyberturvallisuuden nykytila, tavoitetila ja tarvittavat toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi, ISBN Web: 978-952-287-368-2, Valtioneuvosto, Helsinki, 2017. Luettu 15.4.2017
- 6 Tilastokeskus, "Huoltosuhde," 21 2 2013. [Online] Luettu 10.5.2017. http://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2013-02-21_001.html.
- 7 RAKLI, Kiinteistöalan yhteiskunnallinen ja kansantaloudellinen merkitys, Helsinki: RAKLI, 2014 Online, Luettu 13.4.2017.
- 8 E. Korhonen, "Sisäilmasto ja energiatehokkuus, ISBN 978-952-293-336-2 (pdf) " Kuntaliitto , Helsinki, 2015. Online, Luettu 14.4.2017
- 9 J. Ruokojoki, "Kosteus- ja homeongelmien määrä ja syyt kuntien rakennuksissa 2005," ISBN 952-213-109-1 Helsinki, Kuntaliitto, 2006 Online, Luettu 15.5.2017
- 10 Turunen ym, "Indoor environmental quality in school buildings and the health and wellbeing of students," Tieteellinen artikkeli, International Journal of Hygiene and Environmental Health 2014 s 733-739.
- 11 "Sisäilmaongelmat ajamassa väistötilojen väistötiloihin," yle, [Online]. <http://yle.fi/uutiset/3-9582576>. Luettu 17.4.2017.

- 12 Nieminen ym, Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaatteita, ISBN 978-951-38-8079-8 Espoo: VTT, 2013 Online, luettu 1.5.2017.
- 13 Vinha ym, Rakennusmateriaalien rakennusfysikaaliset ominaisuudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden funktiona, ISBN 978-952-15-2745-6 (PDF) Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, 2005. Online, Luettu 15.5.2017
- 14 Englund ym, "Kuituoptiset anturit siltarakenteiden mittauksessa," CMC-3929 Fortum Power and Heat Oy, Contesta Oy, 2008. [Online]. http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/kuituoptiset_anturit_2008.pdf. Luettu 27 05 2017.
- 15 EUROPEAN COMMISSION, ISBN 92-894-5664-7 "Ventilation, Good Indoor Air Quality and Rational Use of Energy," 2003.
- 16 Airaksinen ym, "Rakennetun ympäristön roadmap," ISBN 978-952-457-528-7, Tekes, Helsinki, 2011.
- 17 Projektiutiset, "Kauklahden elä ja asu -seniorikeskus," 2012. [Online]. <http://www.projektiutiset.fi/kauklahden-ela-ja-asu-seniorikeskus/>. Luettu 27.5.2017.
- 18 Ruusala, "Toteutunut sekä laskennallinen energiankulutus, luentomoniste, 28.2016. [Online]. Available: http://www.tut.fi/cs/groups/public_news/@l102/@web/@p/documents/leit/x150751.pdf. Luettu 10.5.2017
- 19 Huttunen ym, "Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030," ISBN:978-952-327-190-6 31.1.2017. [Online]. URN:ISBN:978-952-327-190-6.Luettu 10.5.2017.

- 20 Ollenberg ym, Verkottuneen talotekniikan tietoturvaohje, ISBN 978-952-231-163-4 (painettu) ISBN 978-952-231-152-8 (pdf) Espoo: Sähkötieto ry, 2015.
- 21 Liikenne ja viestintäministeriö, "BIG data strategia," 2013. [Online]. <https://www.lvm.fi/lvm-mahti-portlet/download?did=139030>. Luettu 10.05.2017
- 22 Linturi ym, "Pilkahduksia tulevaisuuteen," 15 2 2017. [Online]. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-251-836-1>. Luettu 10 05 2017 ISBN PDF 978-952-251-836-1.
- 23 Yle, Laitoshoidon päivähinta, <http://yle.fi/uutiset/3-6493311>. Luettu 28.5.2017
- 24 ABB, "An interface for smart devices," ABB, 2016. [Online]. https://fiksukalasadama.fi/wp-content/uploads/2015/05/Harri-Liukku_An-interface-for-smart-devices.pdf. Luettu 28.5.2017
- 25 T. Rintala ym, "Teknisten apuvälineiden hyödyntäminen kotiin," Valtion tarkastusvirasto, Helsinki, 2015.
- 26 S. Sainio, Carbon based hybrid nanomaterials for electrochemical detection of neurotransmitters, Espoo: Aalto, 2017.
- 27 T. Laitila, "Stuxnet sytytti kybersodan," 6.12.2016. [Online]. http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/stuxnet-sytytti-kybersodan-haittaohjelmaa-on-verrattu-ydinaseen-kayttoon-6608061. Luettu 16.5 .2017

- 28 Nieminen ym, "Vaikuttavat lähipalvelut - loppuraportti, ISBN 978-952-293-420-8 Kuntaliitto/ FCG, 2015. [Online]. Luettu 10 05 2017
- 29 DHL, "DHL," [Online]. Available: http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2016/all/parcel_ecommerce/successful_trial_integration_dhl_parcelcopter_logistics_chain.html. Luettu 28.5.2017
- 30 Posti, "Posti," [Online]. Available: https://www.posti.fi/tiedotteet/2015/20150901_robottikopteri.html. Luettu 28.5.2017
- 31 Liikenne ja viestintäministeriö, "Liikennepalvelulaki (liikennekaari)," 2017. <https://www.lvm.fi/liikennekaari>. Luettu 28.5.2017
- 32 Autoliitto, "Autoilun kustannuslaskuri," [Online]. <https://autoliitto-fi.directo.fi/tietopankki/autoilun-kustannukset/laskurit/kustannuslaskuri/>. Luettu 28.5.2017
- 33 K. Zimmerbauer, "Alueellinen imago ja identiteetti liikkeessä," ISBN: 978-952-10-4148-8 Helsinki, 2008. <http://hdl.handle.net/10138/17929> Online, Luettu 15.3.2017
- 34 MTV, "Suomessa 50 vuoden päästä Unkarin kaltainen ilmasto," MTV, 25 07 2016. <http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/suomessa-50-vuoden-paasta-unkarin-kaltainen-ilmasto-tulossa-maailman-historiansuurin-muutos/5998708>. Luettu 27.05.2017
- 35 "A Japanese AI program just wrote a short novel...", 2017. [Online]. Available: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/japanese-ai-writes-novel-passes-first-round-national-literary-prize/>. 10.5.2017

- 36 Kangas ym, "Ideasta kokeiluihin - Loppuraportti perustulokokeilun toteuttamisvaihtoehdoista, ISBN Web: 978-952-287-326-2 Valtioneuvoston kanslia, 2016 Online, luettu 10.5.2017
- 37 Andersson ym. Robotit töihin, ISSN 2342-8090 (pdf) Helsinki: EVA, 2016 Online, Luettu 15.2.2017
- 38 "Suomen virallinen tilasto (SVT): Korjausrakentaminen verkkojulkaisu Tilastokeskus, Helsinki, 2017. [Online]. <http://www.stat.fi/til/kora/>. Luettu 28.5.2017
- 39 "Suomen virallinen tilasto (SVT): Yleinen asumistuki [verkkojulkaisu] Kansaneläkelaitos, <http://www.stat.fi/til/astuki/>. Luettu 28.5.2017
- 40 Tilastokeskus, "Suomen virallinen tilasto (SVT): Asuntojen vuokrat [verkkojulkaisu].", Tilastokeskus, 2017. [Online]. Available: http://www.stat.fi/til/asvu/2017/01/asvu_2017_01_2017-05-04_tau_004_fi.html. Luettu 28.5.2017
- 41 Ympäristöministeriö, "Kysyntälähtöinen asuntotarve Helsingin seudulla 2016-2025," [Online]. ISBN 978-952-11-4628-2 (PDF) Luettu 28.5.2017
- 42 Tilastokeskus, "Eläkeikäisen väestön terveystyminen 1993-2011," Tilastokeskus, 2013. [Online].: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ter__evtk/010_evtk_tau_101.px#_ga=2.84837404.482692698.1495980586-1342271524.1495980586. Luettu 10.5.2017
- 43 Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos, "Eläkeikäisen väestön terveystyminen ja terveys keväällä 2013 ja niiden muutokset

- 1993–2013,” 2014. [Online]. Available: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-188-4>. Luettu 28.5.2017
- 44 Tilastokeskus, ”Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu],” Tilastokeskus, 2007. [Online]. http://www.stat.fi/til/vaenn/2007/vaenn_2007_2007-05-31_tie_001.html. Luettu 10.5.2017
- 45 Tilastokeskus, ”Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu],” 2015. [Online]. Available: http://www.stat.fi/til/vaenn/2015/vaenn_2015_2015-10-30_kuv_001_fi.html. Luettu 28.5.2017
- 46 Tilastokeskus, ”Kolmasosa työssäkäyvistä pendelöi,” 2013. [Online]. Available: http://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2013-04-11_001.html. Luettu 28.5.2017
- 47 Virtanen ym, ”Valtion rahoittaman rakentamisen ongelmat,” [Online]. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79554/Valtion%20rahoittaman%20rakentamisen%20ongelmat_FINAL.pdf?sequence=1. Luettu 30.3.2017.
- 48 ” Kestävä asuminen ja ympäristö,” Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Ladec Oy, 2014. [Online]. https://www.ladec.fi/filebank/2550-ladec_k-easy_loppujulkaisu2014.pdf. Luettu 28.5.2017

Liite 3. Digitalisaatio rakennushankkeissa – Opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle kansilehti

Liitteenä esitetty "opas rakennushankkeen ryhtyvälle päättäjälle" on julkaistu Avoin Automaatio ry:n toimesta PDF julkaisuna

ISBN 978-952-68449-2-3

Opasta päivittää Avoin automaatio ry

Digitalisaatio rakennushankkeissa

Opas rakennushankkeeseen ryhtyvälle päättäjälle

Investoi turvalliseen ja joustavaan tulevaisuuteen



Digitalisaatio rakennushankkeissa

Julkaisija: Avoin automaatio ry

Päätoimittaja Janne Ollenberg

Espoo 14.9.2016

