

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# ENERGIADATAN VISUALISOINTI

Laadullinen tutkimus raportointinäköymistä

TEKIJÄ Tiina Matihaldi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Tiina Matihaldi			
Työn nimi Energiadatan visualisointi			
Päiväys	21.4.2022	Sivumäärä/Liitteet	110/13
Toimeksiantaja Savonia-ammattikorkeakoulun Green Data Future Solutions-hanke			
Tiivistelmä			
<p>Energiatehokkuuden kehittämisen rooli ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Tässä olennaisessa osassa ovat erilaiset digitaaliset järjestelmät, jotka tarjoavat mahdollisuuksia edistää hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Työkaluina energiatehokkuustavoitteiden asettamisessa ja edistymisen seuraamisessa toimivat erilaiset mitatun datan visualisointimenetelmät.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laadullisten haastattelujen ja järjestelmiin tutustumisen avulla selvittää, millaisia sovelluksia energiadatan visualisoinnille on olemassa, millaisia hyötyjä niistä on konkreettisesti saatu sekä mitä haasteita visualisoinnissa on havaittu. Haastattelut suoritettiin elokuun 2021 ja helmikuun 2022 välisenä aikana. Opinnäytetyö keskittyi erityisesti yritysten käyttämiin ja palveluntarjoajien tarjoamiin rakennusten energianhallintajärjestelmiin ja kokoaviin raportointijärjestelmiin, joissa energiadataa on visualisoitu. Lisäksi opinnäytetyössä haastateltiin kestävästä kehityksestä edistävien hankkeiden edustajia. Kyseisissä hankkeissa energiadatan visualisointi on ollut olennaisessa osassa. Työssä sivuttiin myös kuluttajille esitettäviä visualisointiratkaisuja. Saatujen tulosten perusteella kirjoitettiin blogipostaus Savonia-ammattikorkeakoulun blogiin yhdessä työn tilaajan Savonia-ammattikorkeakoulun Green Data Future Solutions -hankkeen kanssa.</p> <p>Tieto voidaan visualisoinnin avulla esittää paremmin ymmärrettävässä muodossa sekä löytää toimintahäiriöitä ja riippuvuussuhteita, joita ei muuten havaittaisi. Energiadatan visualisoinnista on hyötyä ammattilaisille esimerkiksi teollisuusprosessien, rakennusten energiatiedon ja yritysten toiminnan raportoinnissa. Rakennusten energiankulutuksen vähentämisessä tulee ensisijaisesti panostaa automaatioon, koska ihmisten aktiivinen rooli energiankulutuksen pienentämisessä ei ole realistinen tai tehokas ratkaisu. Visualisoinnit toimivat lämmityksen optimoinnin tukena älykkäissä ja automaattisissa energian ja olosuhteiden ohjausjärjestelmissä ja esimerkiksi Optiwatti Oy:n OptiWatti-järjestelmän avulla voidaan vähentää energiankulutuksesta koituvia kuluja jopa 40 %. Kerättyä energiadataa hyödynnetään päivittäisessä johtamisessa, toiminnan kehittämisessä ja päätöksenteon tukena. Vaatimusten mukainen ja uskottava ympäristö- ja energiajohtaminen, kestäväan kehitykseen panostaminen ja sen selkeä raportointi lisäävät yritysten kilpailukykyä. Visualisointien haasteena on, ettei aina ole selvää mitä niillä halutaan kuvata ja kuinka niitä pystytään käytännön tasolla hyödyntämään. Uusien työkalujen käytön opettelu ja hyödyntäminen vie myös aikaa. Haasteena ovat myös mittarointijärjestelmien rakentaminen jälkikäteen, datan laadunvarmistus ja virheellisten arvojen havaitseminen tarpeeksi ajoissa. Tarpeeton visualisointi johtaa dataähkyyn, joten visualisointi on suunniteltava todelliseen tarpeeseen ja ajatuksen kanssa. Jatkotutkimuksen aiheena voisi toimia energiadatan visualisoinnin vaikutukset kuluttajien toimintaan, koska aihetta vain lyhyesti sivuttiin tässä opinnäytetyössä.</p>			
Avainsanat digitalisaatio, hiilineutraali, esineiden internet, datan visualisointi, energiadata			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology	
Author Tiina Matihaldi	
Title of Thesis Energy Data Visualization	
Date 21 April 2022	Pages/Appendices 110/13
Client Organisation Green Data Future Solutions project of Savonia University of Applied Sciences	
<p>Abstract</p> <p>Developing energy efficiency plays an important role in mitigating climate change. An essential part of this are the various digital systems that offer opportunities in contributing to the achievement of carbon neutrality goals. Multiple methods for visualizing measured data serve as tools for setting energy efficiency targets and monitoring the progress.</p> <p>The aim of the thesis was to find out what kind of applications there are for visualizing energy data, what kind of benefits have been concretely obtained from them and what challenges have been observed in visualization. Interviews were conducted between August 2021 and February 2022. The thesis focused primarily on the energy management systems and energy reporting systems used by companies and provided by service providers. Furthermore, deputies of projects promoting sustainable development, where the visualization of energy data has played an essential role, were interviewed. Visualization solutions presented to consumers were also briefly addressed. Based on the results obtained in the thesis project, a blog post was written on the blog of Savonia University of Applied Sciences together with the Green Data Future Solutions project of Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>With the help of visualization, information can be presented in a more comprehensible form, discovering malfunctions and dependencies that would not otherwise be detected. Visualization of energy data is useful for professionals, for example, in reporting on industrial processes, energy information in buildings and business operations. Reducing the energy consumption of buildings should focus primarily on automation, as the active role of people in reducing energy consumption is not a realistic or effective solution. Visualizations support heating optimization in intelligent and automatic energy and condition control systems. Using OptiWatti smart system the costs of energy consumption can be reduced by 40 %. Collected energy data can be used in daily management, decision making and to improve operations. Compliant and credible environmental and energy management, investment in sustainable development and its clear reporting increase the competitiveness of companies. One challenge of visualizations is that it is not always clear what they are intended to describe and how they can be put to practical use. Learning and using new tools also takes time. Another challenge is the retrofitting of the measurement systems, ensuring the quality of the data and detecting erroneous values in time. Unnecessary visualization leads to information overload, so visualization needs to be designed with a real need in mind. A subject for further research could be the effects of energy data visualization on consumer activity, as it was only briefly addressed in this thesis.</p>	
<p>Keywords digitalization, carbon neutral, Internet of Things, data visualization, energy data</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	10
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	10
1.2	Tutkimus ja tausta-aineistot.....	10
2	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT .....	12
3	DIGITAALISUUS JA HIILINEUTRAALIUS .....	13
3.1	Hiilineutraalius .....	13
3.2	Digitalisaatio.....	16
3.3	Digitalisaation mahdollisuudet hiilineutraaliuden tavoittelussa .....	16
4	MITTAUSJÄRJESTELMÄT JA ESINEIDEN INTERNET (IOT) .....	18
5	DATAN VISUALISOINTI.....	20
5.1	Datan visualisointi käsitteenä .....	20
5.2	Datan visualisointi dashboard-ratkaisujen avulla.....	20
6	ENERGIADATAN VISUALISOINTI .....	21
6.1	Rakennuksista ja kiinteistöistä saatava data.....	21
6.2	Lainsäädännön ja säädösten vaatimukset .....	22
7	ENERGIADATAAN LIITTYVÄT HANKKEET .....	24
7.1	6Aika Energiaviisaat kaupungit -hanke .....	24
7.2	Making City -hanke .....	26
8	TULOKSET: ENERGIADATAN VISUALISOINNIN TOTEUTUKSET YRITYKSISSÄ .....	29
8.1	Niiralan Kulma Oy .....	29
8.1.1	Tavoite datan visualisoinnille .....	29
8.1.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	29
8.1.3	Visualisoinnin menetelmät.....	30
8.1.4	Saavutetut hyödyt ja haasteet .....	32
8.1.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	33
8.2	Olvi Oyj.....	34
8.2.1	Tavoite datan visualisoinnille .....	34
8.2.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	34
8.2.3	Visualisoinnin menetelmät.....	35
8.2.4	Saavutetut hyödyt ja haasteet .....	36
8.2.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	37

8.3	Stora Enso Oyj Varkauden tehdas .....	39
8.3.1	Tavoite datan visualisoinnille .....	39
8.3.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät .....	39
8.3.3	Visualisoinnin menetelmät .....	40
8.3.4	Saavutetut hyödyt ja haasteet .....	42
8.3.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	42
8.4	Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointi .....	42
8.5	Kuopion Vesi Oy .....	43
8.6	Savon Voima Oyj .....	45
9	TULOKSET: ENERGIADATAN VISUALISOINTIPALVELUJA TARJOAVAT YRITYKSET .....	48
9.1	Quentic GmbH .....	48
9.1.1	Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus.....	48
9.1.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	48
9.1.3	Visualisoinnin menetelmät.....	48
9.1.4	Hyödyt ja haasteet .....	50
9.2	Enerkey Oy.....	51
9.2.1	Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus.....	51
9.2.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	51
9.2.3	Visualisoinnin menetelmät.....	51
9.2.4	Hyödyt.....	57
9.2.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	57
9.3	Granlund Oy .....	58
9.3.1	Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus.....	58
9.3.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	59
9.3.3	Visualisoinnin menetelmät.....	59
9.3.4	Hyödyt ja haasteet .....	63
9.3.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	63
9.4	Fidelix Oy .....	65
9.4.1	Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus.....	65
9.4.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	65
9.4.3	Visualisoinnin menetelmät.....	65
9.4.4	Hyödyt ja haasteet .....	69
9.4.5	Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet .....	70

9.5	OptiWatti Oy.....	70
9.5.1	Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus.....	70
9.5.2	Käytetty data ja tietojärjestelmät.....	71
9.5.3	Visualisoinnin menetelmät.....	71
9.5.4	Hyödyt.....	72
10	YHTEENVETO.....	74
11	POHDINTA.....	77
	LÄHTEET .....	79
	LIITE 1: TUTKIMUSHAASTATTELUN KYSYMYKSET .....	89
	LIITE 2: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET 6AIKA ENERGIAVIISAAT HANKE 2018–2020 ..	90
	LIITE 3: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET NIIRALAN KULMA OY.....	92
	LIITE 4: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET OLVI OYJ.....	95
	LIITE 5: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET STORA ENSO OYJ VARKAUDEN TEHDAS .....	99
	LIITE 6: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET KUOPION VALTUUSTOTALON AURINKOPANEELIEN TUOTON VISUALISOINTI.....	102
	LIITE 7: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET KUOPION VESI OY .....	103
	LIITE 8: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET SAVON VOIMA OY .....	104
	LIITE 9: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET QUENTIC GMBH: QUENTIC .....	106
	LIITE 10: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET ENERKEY OY: EG ENERKEY SAAS.....	107
	LIITE 11: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET GRANLUND OY: GRANLUND MANAGER .....	108
	LIITE 12: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET FIDELIX OY: FIDELIX_FLOW_HOW .....	109
	LIITE 13: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET OPTIWATTI OY: OPTIWATTI.....	110

## KUVALUETTELO

KUVA 1.	Suomen kuntien yhteenlaskettujen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma vuonna 2019. Päästöt on laskettu Hinku-laskentasaäntöjen mukaisesti. (Ympäristöhallinto julkaisuaika tuntematon.) .....	14
KUVA 2.	Tunnuslukujen käyttö ja hyödyntäminen (KTI Kiinteistötieto Oy 2011a, 10). .....	18
KUVA 3.	IoT eli Internet of Things on laaja termi, joka kattaa useita toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä. Nämä voidaan jakaa esineiden internetiksi, teolliseksi internetiksi ja tavaroiden internetiksi. (Elisa Oyj & Quva Oy julkaisuaika tuntematon a, 4.) .....	19
KUVA 4.	Taloteknisten järjestelmien yhdistäminen rakennusautomaatiojärjestelmään. Kuva muodostettu Ekokumppanit Oy:n Haastateltava A:n haastattelun perusteella. (Maapallo. Kuva: Papunetin kuvapankki, papunet.net, Kuvako) .....	22

KUVA 5. Hervannassa sijaitsevan VTS Opiskelijankatu 31 rakennuksen tviitti lajitellun muovin määrästä (@VTS_Opi31).....	24
KUVA 6. Fiksu -energiasäästöpelin profiilinäkymä (Codecontrol Oy julkaisuaika tuntematon a).....	25
KUVA 7. Fiksu -energiasäästöpelin ekotekojen asettaminen (Codecontrol Oy julkaisuaika tuntematon b). ...	25
KUVA 8. Mikä on toimivin keino kannustaa ihmisiä ilmastoja parantaviin toimiin? Making City-hankkeessa oululaisille keväällä 2021 tehdyn kyselyn tulokset. (Making City-hanke 2021a.).....	28
KUVA 9. Vedenkulutuksen visualisointi liikennevalomallilla Niiralan Kulma Oy:n asukkaille jakamassa tiedotelehtisessä. Mallissa kiinteistön vedenkulutusta on verrattu muiden kiinteistöjen asukkaiden keskimääräiseen vedenkulutukseen 135 l/vrk liikennevalomallin avulla. Liikennevalomallissa keskimääräisen kulutuksen ylittävä kulutus on kuvattu punaisella, keskimääräinen keltaisella ja keskimääräisen allittava kulutus vihreällä. (Niiralan Kulma Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021a.).....	30
KUVA 10. VertoNordic Oy:n selainpohjaisen VertoLive:n huoneistokohtainen vedenkulutusnäköymä (VertoNordic Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021).....	31
KUVA 11. Ouman Oy:n Ounet rakennusautomaation nettivalvomon rakennuksen lämmönjakojärjestelmän näköymä (Ouman Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021).....	31
KUVA 12. Huoneistokohtaiset mittaukset Oumanin Ounet rakennusautomaation nettivalvomon näköymässä (Ouman Oy julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava D 2021). ....	32
KUVA 13. Microsoft Power Bi:n kokoava kulutusraportointi (Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021). ....	32
KUVA 14. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview:n selainpohjainen visualisointi. Näköymä tölkkilinjatiedoista. Käyttöhyödykkeiden kulutustiedot esitetty oikealla olevassa taulukossa. (Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava E 2021.) .....	35
KUVA 15. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview:n mittapistekohtainen trendinäköymä. Näköymässä esitetään mm. keskiarvokulutukset. (Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava E 2021.).....	36
KUVA 16. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Machine Track-järjestelmä, linjojen toimivuuden yleisnäköymä. (Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava E 2021.) .....	36
KUVA 17. Tekninen energiatase -yhteenveto Microsoftin Power Bi ympäristössä (Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021). ....	40
KUVA 18. Lämmön kulutusjakauma visualisointi ABB:n toimittamassa Vtrin/RTDb energian laskenta/raportointijärjestelmässä (ABB Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a). ....	41
KUVA 19. MES/OptiVision järjestelmän energianäyttö (Honeywell Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a).....	41
KUVA 20. Mittarikuvaajat ja trendinäköymä Wedge prosessitiedon analysointityökalussa (Trimble Inc julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a). ....	42
KUVA 21. Green Energy Finland Oy:n (GEF) Suomi Solar Oy:lle tuottama visualisointijärjestelmä. Kuopion valtuustotalon katolla olevien aurinkopaneelien tuoton visualisointi. Kuvakaappaus kesä-heinäkuun energiantuotannosta vuonna 2021 on otettu maaliskuussa 2022, joten osa tiedoista osoittaa nollaa. (Green Energy Finland Oy 2022.) .....	43
KUVA 22. Sähköenergian kulutus (MWh) pylväskaaviona Quenticin ympäristömoduulissa (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava L 2021). ....	49
KUVA 23. Sähköenergian, maakaasun ja vedenkulutustietojen visualisointi pylväskaavioilla Quenticin ympäristömoduulissa (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava L 2021). ....	49

KUVA 24. Kestävän kehityksen moduulissa asiakas voi asettaa tarkempia indikaattoreita vastuullisen toiminnan seuraamiseksi (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava L 2021). .....	50
KUVA 25. Esimerkki kestävän kehityksen moduulin dashboard näkymästä Quenticissa (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon d, 2). .....	50
KUVA 26. EG EnerKey Saas ohjelmiston etusivu (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava M 2021). .....	52
KUVA 27. CO <sub>2</sub> -päästöjen etusivu EG EnerKey Saas ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava M 2021). .....	53
KUVA 28. Tuntitason energiankulutus EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon d; Haastateltava M 2021). .....	53
KUVA 29. Oman sähköntuotannon raportointia EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon e; Haastateltava M 2021). .....	54
KUVA 30. Kuukausittainen sähkönkulutus pylväskaaviona ja maksimiteho viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon f; Haastateltava M 2021). .....	55
KUVA 31. Sähkönkulutuksen kustannukset viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon g; Haastateltava M 2021). .....	55
KUVA 32. Kuukausikohtainen sähkönkulutusprofiili, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon h; Haastateltava M 2021). .....	56
KUVA 33. Trendiraportti useamman vuoden ajalta, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon i; Haastateltava M 2021). .....	56
KUVA 34. Ennusteraportti, josta nähdään kulutusennuste vuoden lopussa, edellinen vuosi korjattuna ja edellinen vuosi toteutmana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon j; Haastateltava M 2021). .....	57
KUVA 35. Kehityksen alla oleva CO <sub>2</sub> -päästöjen tavoiteviiva EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon k; Haastateltava M 2021). .....	58
KUVA 36. Kulutushälytykset värillisinä kolmioina sähkönkulutuksessa EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon l; Haastateltava M 2021). .....	58
KUVA 37. Kiinteistön energian ominaiskulutus Granlund Oy:n Granlund Managerin dynaamisen raportin etusivulla (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava N 2021). .....	60
KUVA 38. Granlund Oy:n Granlund Managerin staattinen kulutuslajien koontiraportti (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon d; Haastateltava N 2021). .....	61
KUVA 39. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti kiinteistöjen energiankulutuksesta (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon e; Haastateltava N 2021). .....	62
KUVA 40. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti, kun kulutuslajina on sähkö ja tarkasteltavana attribuuttina on käyttötarkoituusluokka (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon f; Haastateltava N 2021). .....	62
KUVA 41. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaamisen raportin näkymä, kun tarkasteltavana attribuuttina on postiosoite (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon g; Haastateltava N 2021). .....	63
KUVA 42. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16 (Granlund Oy 2021 h, 6). .....	64
KUVA 43. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen hiilikädenjäljen muodostumisen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16 (Granlund Oy 2021 i, 8). .....	64



KUVA 44. Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_how yhteenvetönäkymä (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava O 2021). .....	66
KUVA 45. CO <sub>2</sub> -päästöjen kuukausittaiset toteutumat ja tavoitteet pylväskaaviona Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava O 2021).....	66
KUVA 46. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow_Howssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava O 2021). .....	67
KUVA 47. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow_Howssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon d, Haastateltava O 2021). .....	67
KUVA 48. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti vuositasolla Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon e, Haastateltava O 2021). .....	68
KUVA 49. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti kuukausitasolla Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon f, Haastateltava O 2021).....	68
KUVA 50. Ostoenergiankulutuksen päiväkohtainen tuntikulutusdata päämittausraportissa Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_How:ssa. Mitattu kulutus ja normeerattu kulutus saatavilla. (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon g, Haastateltava O 2021). .....	69
KUVA 51. Kokonaisjakauma, kokonaiskustannusten jakauma ja CO <sub>2</sub> -päästöjen jakauma ympyrädiagrammilla kuvattuna rakennusanalyysinäkymässä Fidelix Oy:n Fidelix_Flow_How:ssa. (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon h, Haastateltava O 2021). .....	69
KUVA 52. a) Fidelix Oy:n Fidelix Flow_how vuosiraportti b) EnerKey Oy:n EG EnerKey Saas - raportointijärjestelmän kuukausikohtainen raportti on esitetty histogrammina, jossa päivien tuntikohtaiset kulutukset on esitetty piikkeinä. Histogrammista poikkeamat havaitaan helposti. (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon i; Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon i; Haastateltava O 2021.).....	70
KUVA 53. Kiinteistöprofiilin yleisnäkyä OptiWatissa (OptiWatti Oy 2018a).....	72
KUVA 54. Tuntitasoinen lämpötilan huonekohtainen säätö OptiWatissa (OptiWatti Oy 2018b). .....	72
KUVA 55. Opinnäytetyössä haastatellut yritykset, hankkeet, toteutukset ja käytetyt järjestelmät. ....	74

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Suomen hallitus on asettanut tavoitteeksi, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Energiankäyttöä tulee tehostaa kaikilla sektoreilla ja uusiutuvan energian tuotantoa lisätä, jotta tämä tavoite voidaan saavuttaa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Savonia-ammattikorkeakoulun Green Data Future Solutions -hanke, joka on Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hanke. Hankkeen tavoitteena on edistää pohjoissavolaisten kiinteistö-, IT-, uusiutuvan energian ja matkailualan yritysten keräämän energiadatan hyödyntämistä kestäväen kehityksen edistämiseksi.

Teoriaosassa on käsitelty seuraavia aiheita:

- Hiilineutraaliuden tavoittelu
- Digitaalisuus
- Energiadatan visualisointi

Rakennuksissa käytetään lähes 40 % kaikesta Suomessa kulutettavasta energiasta ja hiilineutraaliutta tavoiteltaessa yli 30 % kasvihuonekaasuista aiheutuu kiinteistöjen lämmityksestä (kuva 1). Digitaaliset järjestelmät tarjoavat mahdollisuuksia edistää hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista ja tehostaa energiankulutusta. Tässä työkaluina toimivat erilaiset mitatun datan visualisointimenetelmät. Työn yhteydessä tehtyjen haastattelujen ja järjestelmiin tutustumisen avulla on selvitetty, millaisia sovelluksia energiadatan visualisoinnille on olemassa, millaisia hyötyjä niistä on konkreettisesti saatu sekä mitä haasteita visualisoinnissa on havaittu.

## 1.2 Tutkimus ja tausta-aineistot

Opinnäytetyön aiheisiin tutustuttiin haastatteluin, perehtymällä kirjallisiin lähteisiin sekä sähköisiin lähteisiin. Opinnäytetyön keskeisinä tutkimusmenetelminä oli energiadataa visualisoivien yritysten, visualisointipalveluja tuottavien yritysten sekä energiadatan visualisointiin liittyvien hankkeiden etähaastattelut sekä sähköpostihaastattelut.

Opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Laadullinen tutkimusmenetelmä valittiin koska haastateltavat yritykset poikkesivat toiminnaltaan niin merkittävästi ja käsiteltävät aiheet olivat niin laajoja, ettei haastattelukysymyksistä ollut mahdollista muodostaa esimerkiksi järkevää kyselylomaketta. Laadullinen aineisto kerättiin syksyllä 2021 ja talvella 2022.

Haastatteluja tehtiin 13 kappaletta. Haastattelujen runkona käytettiin liitteessä 1 esitettyjä kysymyksiä. Opinnäytetyössä haastateltiin kahta hanketta meneillään olevista ja menneistä hiilineutraaliutta edistävästä hankkeista, joissa energiadatan kerääminen ja sen hyödyntäminen on ollut olennaisessa osassa. Haastatteluista kuusi koski yrityksiä, jotka ovat isoja energiankäyttäjiä. Lisäksi heillä on pitkäaikainen kokemus erilaisten energiadataa visualisoivien järjestelmien käytöstä. Haastatteluista viisi koski yrityksiä, jotka tuottavat kiinteistöjen energiankulutuksen säätöjärjestelmiä ja seurannan raportointiratkaisuja yrityksille ja kuluttajille. Haastattelut suoritettiin etähaastatteluina Microsoft

Teams -sovelluksen välityksellä. Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisoinnin tapauksessa saatiin haastattelukysymyksiin vastaukset sähköpostitse.

Haastattelujen tulokset kirjoitettiin puhtaaksi ja analysoitiin. Tuloksia kuvailtiin sanallisesti. Haastattelujen olennaiset tulokset löytyvät taulukoituina liitteistä 2–13. Making City-hankkeen tuloksia ei koottu taulukkoon, koska hankkeessa ei ollut haastatteluvaiheessa vielä saatu muita tuloksia tutkimuskyselyn lisäksi. Saaduista tuloksista kirjoitettiin blogipostaus Savonia-ammattikorkeakoulun blogiin yhdessä opinnäytetyön tilaajan kanssa.

## 2 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Hiilineutraali	Tilanne, jossa hiilidioksidipäästöjä tuotetaan vain sen verran kuin niitä voidaan sitoa ilmakehästä hiilinieluihin eli mekanismeihin tai ekosysteemeihin, jotka keräävät ja varastoivat hiiltä sisältävää kemiallista yhdistettä.
Hiilijalanjälki	Tietyn rajattavissa olevan kokonaisuuden aiheuttamaa ilmastokuormaa eli toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä.
Digitalisaatio	Digitaaliseen muotoon muutetun informaation hyödyntämistä elämän jokapäiväisissä toiminnoissa.
ICT	Tiedonsiirtoon tarkoitettuja teknologioita, tietoteknisiä laitteita ja palvelinkeskuksia, jotka varastoivat ja käsittelevät verkoissa liikkuvaa tietoa (Toivonen 2020a).
IoT	Järjestelmä, jossa fyysiset laitteet aistivat ympäristöään ja toimivat tai viestivät älykkäästi aistimansa perusteella.
Datan visualisointi	Tiedon tekemistä ymmärrettäväksi visuaalisin keinoin.
Rakennusautomaatiojärjestelmä	Rakennuksessa olevat hallinta- ja kommunikaatioverkot, joiden avulla ohjataan tietoteknisiä vesi-, ilmastointi, lämpö- ja sähköjärjestelmiä. Järjestelmä koostuu kommunikaatio- ja prosessiyksiköistä, toimilaitteista sekä sensoreista.
ISO 50 001	International Standard Office:n laatima standardi energian hallintajärjestelmistä.
ISO 14 001	International Standard Office:n laatima standardi ympäristöjohtamisjärjestelmistä.
Datahub	Suomen kaikkia sähkömarkkinoiden osapuolia koskeva lakisääteinen tiedonvaihtojärjestelmä, joka otetaan käyttöön helmikuussa 2022. Järjestelmän tarkoitus on parantaa sähkönkäyttäjän, sähkönmyyjien sekä sähkönsiirrosta vastaavien osapuolten tiedonvaihtoa ja toimintaa. (Väre 2021.)
Energiadata	Rakennuksista saatavat lämmön-, sähkön-, vedenkulutuksen, alamittauksen- sekä energiantuotannon tiedot.

### 3 DIGITAALISUUS JA HIILINEUTRAALIUS

#### 3.1 Hiilineutraalius

Euroopan parlamentin (2019) mukaan ”Hiilineutraalius tarkoittaa, että hiilidioksidipäästöjä tuotetaan korkeintaan sen verran kuin niitä voidaan sitoa ilmakehästä hiilinieluihin. Nollapäästöjen saavuttamiseksi kaikki maailman kasvihuonekaasupäästöt on siis kyettävä ottamaan talteen.”

Ilmastonmuutoksen kannalta tärkeimpiä luonnossa esiintyviä kasvihuonekaasuja ovat Silvosen (julkaisuaika tuntematon mukaan) mukaan:

- vesihöyry (H<sub>2</sub>O)
- hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- metaani (CH<sub>4</sub>)
- otsoni (O<sub>3</sub>) ja
- dityppioksidi (N<sub>2</sub>O).

Myös monet ihmisen valmistamista kemikaaleista ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja. Merkittävimpiä ihmisten valmistamista kasvihuonekaasuista ovat kloorifluoratut hiilivedyt (CFC:t ja HCFC:t), fluoriyhdisteet (HFC:t, PFC:t ja SF<sub>6</sub>) sekä bromiyhdisteet (halonit, esim. CF<sub>3</sub>Br). Kasvihuonekaasut kykenevät sitomaan lämpösäteilyä ilmakehään. Vesihöyryn määrään ilmakehässä ihminen voi vaikuttaa vain vähän. (Silvonen julkaisuaika tuntematon.)

Ihmisten toiminnasta aiheutuvia ilmastopäästöjä kuvataan hiilijalanjäljen avulla. Hiilijalanjäljen koko ilmoitetaan massana joko grammoissa, kilogrammoissa tai tonneissa. Hiilidioksidiekvivalentti eli CO<sub>2</sub>ekv on kasvihuonekaasujen yhteismitta, joka kuvaa kaasun ilmastovaikutuksen painoarvoa suhteessa hiilidioksidiin. Sen avulla lasketaan yhteen eri kasvihuonekaasupäästöjen ilmastoa lämmittävät vaikutukset, jotka ovat eri kaasuilla erilaiset. Hiilidioksidiekvivalenttia tarvitaan, jotta eri kasvihuonekaasujen vaikutukset voidaan muuntaa hiilidioksidin kanssa yhdenmukaiseksi. Vasta tämän jälkeen vaikutukset voidaan laskea yhteen esimerkiksi hiilijalanjälkeä varten. (OptiWatti Oy 2019.)

Hiilijalanjäljen voi määrittää esimerkiksi yksittäiselle tuotteelle, palvelulle, kansalaiselle, yritykselle tai tilaisuudelle. Hiilijalanjäljen määrittämiseen on erilaisia ohjeistuksia ja standardeja, kuten tuotteen hiilijalanjäljen laskentastandardi ISO 14067 ja Greenhouse Gas Protocolin ohjeistukset yrityksen omien päästölähteiden (Scope 1), ostoenergian päästöjen (Scope 2) ja muiden epäsuorien päästöjen (Scope 3) laskemiseen. Internetistä löytää myös erilaisia päästölaskureita, joiden avulla voi määrittää hiilijalanjälkiä. Tällaisia ovat esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen kehittämä Ilmastodieettilaskuri, joka on tarkoitettu yksittäisen kansalaisen hiilijalanjäljen laskentaan sekä toimitilojen päästöjen laskentaan tarkoitettu WWF:n ilmastolaskuri. (Siitoinen 2018.)

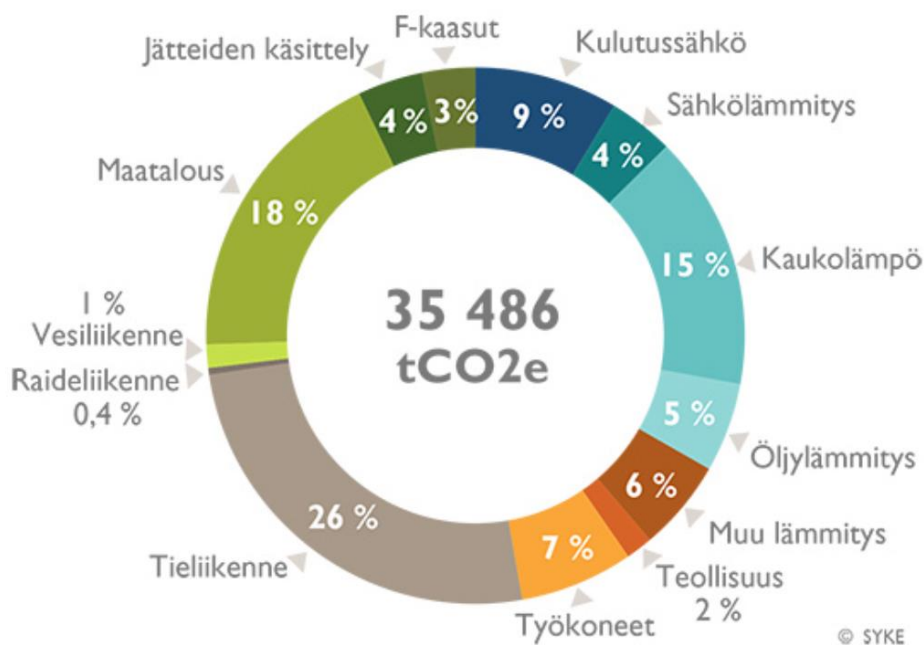
Pariisin ilmastosopimus on oikeudellisesti sitova ja kansainvälinen sopimus ilmastonmuutoksesta. Sopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa verrattuna esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saadaan rajoitettua alle 1,5 asteen. Sopimus solmittiin joulukuussa 2015, ja se astui voimaan marraskuussa 2016. (Ympäristömi-

nisteriö julkaisuaika tuntematon.) Suomen tavoite on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä. Kuntien ja alueiden tulee olla kunnianhimoisia päästövähennystoimenpiteissä, koska Suomen tulee täyttää sekä EU:n kiristyvät päästövähennystavoitteet että oma hiilineutraaliustavoite. (Ympäristöhallinto 2021.)

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kuntien vuoden 2019 päästöistä tekemän Hinku-laskelman (kuva 1) mukaan eniten kasvihuonekaasupäästöjä aiheutui tieliikenteestä (26 %), maataloudesta (18 %), kaukolämmöstä (15 %) ja sähkönkulutuksesta (lämmitys- ja kulutussähkö yhteensä 13 %) (Ympäristöhallinto 2021). Rakennuksissa käytetään lähes 40 % kaikesta Suomessa kulutettavasta energiasta ja ne aiheuttavat yli 30 % päästöistä (Rakennusteollisuus RT ry julkaisuaika tuntematon).

Kuntien päästöjä ovat Ympäristöhallinnon (2021) mukaan vähentäneet:

- Sähköntuotannon puhdistuminen muun muassa kasvaneen tuulivoimatuotannon seurauksena
- Öljylämmityksen korvaaminen muilla lämmitysmuodoilla
- Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön vähentäminen kaukolämmön tuotannossa
- Biokomponenttien käyttö liikennepolttoaineissa
- Ajoneuvokannan sähköistyminen
- Ajosuoritteiden pieneneminen.



KUVA 1. Suomen kuntien yhteenlaskettujen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma vuonna 2019. Päästöt on laskettu Hinku-laskentasääntöjen mukaisesti. (Ympäristöhallinto julkaisuaika tuntematon.)

Energiateollisuuden (2020, 5) energia-alan vähähiilisyystiekartan mukaan Suomen tie vähähiilisyyteen perustuu:

- Uusiutuvaan ja puhtaaseen energiaan
- Toimitusvarmoin sähk-, lämpö- ja kaasuverkoihin
- Toimivaan ja joustavaan energiamarkkinaan.

Uusiutuvaa energiaa ovat tuuli-, vesi-, aurinko- ja bioenergia, lämpöpumppujen lämmönlähteet sekä aalloista ja vuoroveden liikkeistä saatava energia. Bioenergiaan kuuluvat peltobiomassat, biokaasu, puuperäiset polttoaineet sekä kierrätyspolttoaineisen biohajoava osa. Lämpöpumput ja aurinkopaneelit ovat yleisimmin käytettyjä omavaraisessa energiantuotannossa. Näiden lisäksi hyödynnetään biopolttoaineita sekä pientuulienergiaa. (Sähkötieto ry 2017, 25.) Eri sähköntuotantomuotojen ilmastokuorma vaihtelee. Saastuttavinta on kivihiilisähkö. Bioenergia on ilmastolle huomattavasti vaihtoehtoisempi kuin tuulivoima tai aurinkosähkö. Uusiutuvista energialähteistä vähäpäästöisimpiä ovat tuuli, vesi ja aurinko. Ydinvoiman elinkaaren hiilidioksidipäästöt ovat samaa suuruusluokkaa. Fossiilienergiosta luopuminen merkitsee yhteiskunnan sähköistymistä. Lämpöä tuottavat lämpöpumput ja sähköautot lisäävät sähkönkulutusta, joten sähköntuotantoa tulee lisätä 40 prosenttia. Fossiilisista polttoaineista luopuminen ei ole hankalaa energiantuotannossa, mutta materiaalien valmistuksessa ja liikenteessä fossiilienergian korvaaminen on vaikeampaa. (Hänninen 2020.) Päästöjä on vaikeinta vähentää siellä, missä tekniikkaa ei joko ole vielä olemassa tai siirtyminen tulee kohtuuttoman kalliiksi. Päästöjä on myös vaikeaa vähentää sieltä, missä ihmisten on pakko muuttaa elintapojaan radikaalisti. (Stenroos 2019.)

Hajautettu sähköntuotanto kuten aurinko- ja tuulivoima lisääntyvät keskitetyn tuotannon rinnalla, mikä muuttaa kuluttajien roolia passiivisesta energian kuluttajasta aktiiviseksi markkinaosapuoleksi. Osa kuluttajista toimii ajoittain tuottajina syöttäessään esimerkiksi aurinkopaneelien tuottamaa sähköä verkkoon ja kuluttajina ottaessaan verkosta sähköä käyttöön. (Kopsakangas-Savolainen 2019, 51.) Vaihteleva energiantuotanto aiheuttaa haasteita perinteiselle sähköjärjestelmälle. Perinteistä tuotantoteknologiaa käytettäessä on pysytty suunnittelemaan, milloin ja kuinka paljon energiaa tuotetaan kysynnän tyydyttämiseksi. (Kopsakangas-Savolainen 2019, 50.) Aurinko- ja tuulienergian yleistyminen tekee energiantuotannosta epätasaisempaa, koska vaihtelevassa tuotannossa tuotannon määrittävät aurinkosäteily ja tuulisuus. Tilannetta helpottavat älykkäät sähkö- ja lämpöverkot, jotka tasaavat vaihtelua. Laitteet, jotka eivät tarvitse jatkuvasti virtaa, käynnistyvät tuotantohuippujen aikana. (Hänninen 2020; Kopsakangas-Savolainen 2019, 50.)

Kopsakangas-Savolaisen (2019, 50) mukaan riittävän, kustannustehokkaan, ilmastoystävällisen ja vaihtelevan sähköntuotannon saaminen sähkömarkkinoille vaatii:

- joustavuutta sähköjärjestelmältä
- täydentävää tuotantoa vaihtelevan tuotannon rinnalle
- kulutuksen joustavuutta
- erilaisia energiavarastoja
- kysynnän ja tarjonnan säilymistä vakiona
- reaaliaikaista ja runsasta tiedonsiirtoa.

### 3.2 Digitalisaatio

COVID-19 pandemia on kiihdyttänyt digitaalisten ratkaisujen kehitystä ja tarpeellisuutta. Digitalisaatio on myös tärkeässä osassa EU:n politiikassa. Digitaaliset ratkaisut tarjoavat tärkeitä mahdollisuuksia ja ovat avainasemassa siinä, että Eurooppa elpyy ja säilyy globaalissa taloudessa kilpailukykyisenä. Euroopan unionin talouden elpymissuunnitelman mukaan jäsenmaiden tulee ohjata elpymis- ja palautumistuesta 134 miljardia euroa digitalisaation edistämiseen. (Euroopan parlamentti 2021.)

Digitalisaatiolla ei ole vakiintunutta ja yksiselitteistä määritelmää. Digitalisaatio voidaan määritellä tiedon käsittelyksi, siirtämiseksi ja tallentamiseksi tietokoneiden ymmärtämässä muodossa. Käsitteellä viitataan myös laajemmin yhteiskunnalliseen ja taloudelliseen muutosprosessiin, joka on seurausta tieto- ja viestintätekniiikan (ICT) kehityksestä. (Itkonen & Suomen Pankki, 2015.) Alasoinin (2015, 26) mukaan ”Digitalisaatio tarkoittaa digitaalitekniikan integrointia osaksi elämän jokapäiväisiä toimintoja hyödyntämällä kokonaisvaltaisesti digitoinnin mahdollisuuksia. -- Digitalisaatiossa on kyse yhteiskunnallisesta prosessista, jossa hyödynnetään teknologisen kehityksen uusia mahdollisuuksia.” Digitalisaatio sai länsimaissa alkunsa tietokoneiden käyttöönoton myötä 1980-luvulla. Digitalisaatio on esimerkiksi laajentanut yhteisöllisyyden ja kansalisdemokratian vaikutuskanavia, eri toimialojen liiketoimintamalleja sekä tehnyt yhteiskunta- ja talousjärjestelmistä kansainvälisempiä. (Koiranen, Räsänen & Södergård 2016, 24.) Euroopan parlamentin (2021) mukaan digitalisaatiolla tarkoitetaan digitaalitekniikoiden käyttöä yrityksissä ja kyseisten teknologioiden vaikutuksia yhteiskunnassa. Digitaaliset alustat, pilvipalvelut, tekoäly ja esineiden internet ovat teknologioita, jotka vaikuttavat esimerkiksi maatalouteen, liikenteeseen, energia-alaan, rahoituspalveluihin, tietoliikenteeseen, terveydenhuoltoon ja valmistusteollisuuteen ennennäkemättömällä tavalla. Teknologioiden avulla voidaan tehostaa tuotantoa, vähentää jätettä ja päästöjä, antaa yrityksille kilpailuetua ja luoda kuluttajille uusia tuotteita ja palveluja.

Digitalisaatio vaikuttaa McKinsey Global Institute (2014) mukaan taloudessa seuraavasti:

- Fyysiset tuotteet muuttuvat digitaalisiksi palveluiksi, mikä alentaa käyttö-, kopiointi-, jakelu- ja kuljetuskustannuksia.
- Digitaaliset alustat muuttavat paikalliset palvelut kansainvälisiksi, lisäävät tehokkuutta ja vähentävät liikkumistarvetta työelämässä.
- Perinteisen tuotannon tehokkuus parantuu ja esimerkiksi energiatuotantoa voidaan paremmin sopeuttaa kysyntään.

### 3.3 Digitalisaation mahdollisuudet hiilineutraaliuden tavoittelussa

Energiamarkkinat ovat murroksessa teknologiseen kehityksen, fossiilisten polttoaineiden vähenemisen ja ilmastonmuutoksen hillinnän vuoksi. Sähköntuotannon merkitys ja eri sektoreiden integraatio lisääntyy. Perinteinen liikenne ja lämmitys sähköistyvät, mikä tarkoittaa siirtymistä kohti vähäpäästöistä sähkötaloutta. (Kopsakangas-Savolainen 2019, 50.)

Digitalisaation avulla on mahdollista vähentää kasvihuonekaasupäästöjä yhteiskunnan eri aloilla, kuten rakennus- ja energia-alalla, teollisuudessa, logistiikassa ja liikenteessä. Systemaattista ja laaja-alaista tutkittua tietoa digitalisaation ympäristövaikutuksista ei kuitenkaan vielä ole. (Hongisto ym. 2020, 9.) Saatavilla olevat tiedot ovat hajanaisia ja osin keskenään ristiriitaisia (Toivonen 2020c).



Energia-alan digitalisaatio toimii merkittävänä kasvihuonekaasujen päästövähennysten mahdollistajana ja välilliset päästövähennysvaikutukset voivat kohota todella suuriksi. Tieto- ja viestintätekniikka eli ICT on energia-alalla ratkaisevassa roolissa siirryttäessä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa mahdollistaen muun muassa energiajärjestelmän energiatehokkuuden lisäämisen ja laajamittaisen uusiutuvan energian käytön. Erilaisten sovelluksien avulla voidaan lisätä kuluttajien tietoisuutta päästöjen muodostumisesta. (Hongisto ym. 2020, 3.) Toivosen (2020a) mukaan digitaalisilla ratkaisuilla voidaan muun muassa vähentää liikkumisen tarvetta, pienentää asuntojen energiankulutusta ja tehostaa tehtaiden toimintaa.

Sofigate (2021) mukaan kestävän kehityksen mukaista digitalisaatiota edustavat esimerkiksi seuraavat ratkaisut:

- Optimoidut energiajärjestelmät ja energian käytön ennustaminen
- Automaatio ja analytiikka älykkäässä kaupunkisuunnittelussa
- Kulutukseen perustuva latausinfrastruktuuri kuljetusalalla
- Hyperpaikallinen sääennustus maanviljelyssä
- Toimitusketjun hallinnan valvonta ja läpinäkyvyys.

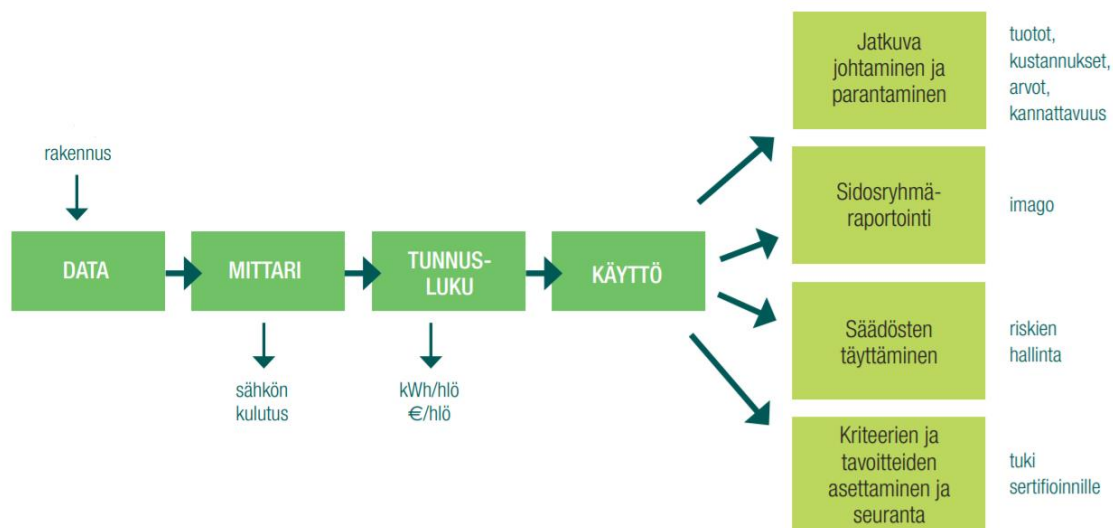
ICT kuluttaa merkittävästi energiaa ja tuottaa epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä. Näiden epäsuorien päästövaikutusten arviointi on haastavaa. (Hongisto ym. 2020, 3.) Oleellisessa osassa ICT:n energiankulutuksessa ovat palvelinkeskukset, jotka sijaitsevat ympäri maailmaa. Niiden tehtävänä on varastoida ja käsitellä mobiililaitteiden ja tietokoneiden tietoa. Arviot palvelinkeskusten osuudesta ICT:n kokonaisenergiankulutuksesta vaihtelevat viidenneksestä jopa puoleen. Niiden energiankulutus myös kasvaa jatkuvasti erilaisten pilvipalveluiden ja internetin käytön lisääntyessä. (Toivonen 2020a.) Hiilineutraaliuden kannalta tärkeät teknologiat kuten aurinkopaneelit, tuulivoimalat, akut ja sähköautot kilpailevat samoista arvokkaista metalleista (Toivonen 2020b).

Liikenne- ja viestintäministeriö Traficom (2020, 1) mukaan ICT-alan ilmasto- ja ympäristövaikutusten muodostuminen voidaan jakaa viiteen osaan:

- elektroniikan tuotanto: raaka-aineiden louhinta, komponenttien tuotanto, elektroniikan rakentaminen
- tukiteknologiat: nopea internet (valokuitu ja 5G), pilvipalvelut, esineiden internet
- teknologian käyttö: teknologioiden sovelluskohteet
- käyttäytymisen ja toiminnan muutokset: toiminta lisääntyy, toiminta vähenee, uusia toimintamalleja syntyy
- elinkaaren loppu: uusiokäyttö, kierrätys, kaatopaikka, jätteenpolto.

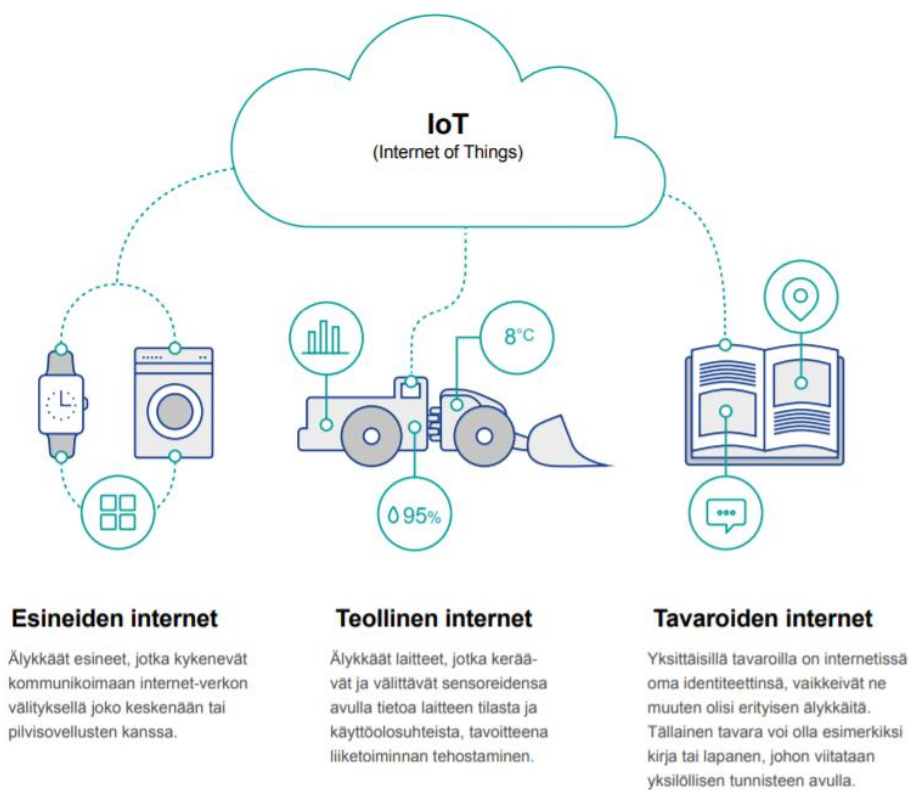
## 4 MITTAUSJÄRJESTELMÄT JA ESINEIDEN INTERNET (IOT)

Edellytyksenä minkä tahansa ilmiön kehittämiseen ja johtamiseen on, että sitä voidaan mitata ja siihen tarvittava pohjatieto on olemassa ja saatavissa. Mittaamiseen tarvittavaa tietoa syntyy rakennusten tapauksessa esimerkiksi kiinteistön hallintaan, ylläpitoon ja käyttöön liittyvien järjestelmien tuottamana. Mitattaessa eko- ja energiatehokkuutta voi tarvittava tieto olla esimerkiksi rakennuksen kokonaissähkönkulutus kilowattitunneissa ilmaistuna. Tiedon arvioimiseksi ja hyödyntämiseksi tulee se suhteuttaa johonkin yleisesti tunnettuun pohjatietoon. Rakennusten tapauksessa se tarkoittaa yleensä kohteen kokoa ilmaisevia tilavuus tai pinta-alasuureita. Energiankulutuksen tyypillisin tunnusluku on käytetty energia suhteessa kohteen pinta-alaan tai tilavuuteen. Arvioitaessa energiatehokkuutta, on tärkeää suhteuttaa energiankulutusta esimerkiksi rakennuksessa työskentelevien henkilöiden määrään, tuotteiden ja tuotettujen palvelujen volyymiin tai kohteen käyttöasteeseen ja -aikaan. (KTI Kiinteistötieto Oy 2011, 9.) Tunnuslukujen käyttöä ja hyödyntämistä on havainnollistettu kuvassa 2.



KUVA 2. Tunnuslukujen käyttö ja hyödyntäminen (KTI Kiinteistötieto Oy 2011a, 10).

Gartnerin määritelmän mukaan esineiden internetissä eli internet of things:issä (IoT) on kyse fyysisistä laitteista, jotka aistivat ympäristöään ja toimivat tai viestivät älykkäästi aistimansa perusteella (Elisa Oyj & Quva Oy julkaisuaika tuntematon, 4). Tavoitteena IoT:ssä on yhdistää yksittäiset itsenäisesti toimivat laitteet tai järjestelmät laajempaan kokonaisuuteen, jolloin niitä voidaan etähallita, niistä voidaan kerätä dataa ja niiden toimintaa voidaan automatisoida. Tämä vaatii tietoliikennetyksiä, ohjelmistoja ja antureita. Tiedon perusteella voidaan myös ennakoida tapahtumia ja esimerkiksi havaita ongelma prosessilaitteessa ennen laitteen rikkoutumista. Esineiden internetiä voidaan hyödyntää yksinkertaisissa laitteissa, kuten jääkaapissa ja pesukoneessa tai vastaavasti suuressa kokonaisuudessa, kuten kaupunkiliikenteen infrastruktuurissa. (Meola, 2016.) Internet of Things on laaja termi, joka voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: esineiden internet, teollinen internet ja tavaroiden internet (kuva 3).



KUVA 3. IoT eli Internet of Things on laaja termi, joka kattaa useita toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä. Nämä voidaan jakaa esineiden internetiksi, teolliseksi internetiksi ja tavaroiden internetiksi. (Elisa Oyj & Quva Oy julkaisuaika tuntematon a, 4.)

## 5 DATAN VISUALISOINTI

### 5.1 Datan visualisointi käsitteenä

Datan visualisointi tarkoittaa tiedon tekemistä ymmärrettäväksi visuaalisin keinoin. Tiedosta muodostetaan esimerkiksi diagrammeja, kaavioita, sirontakuviota sekä muita kuvaajia, joissa taulukko-muotoinen rivitieto kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi. (Pengon Oy 2016.) Tavoitteena visualisoinnissa on helpottaa monimutkaisten tietosisältöjen ymmärtämistä ja muistamista. Tiedon ollessa vaivattomasti saatavissa ja helposti ymmärrettävässä muodossa, voi liiketoimintaa kuvaavaa dataa havainnoida ja analysoida suurempi määrä ihmisiä. (Heer, Bostock & Ogievetsky 2010.)

### 5.2 Datan visualisointi dashboard-ratkaisujen avulla

Dashboardilla tarkoitetaan digitaalista tietoaalustaa, jossa datasta tehdyt tunnusluvut tai visualisoinnit esitetään ymmärrettävällä tavalla. Se on hyvä työkalu raportointiin ja muutosten nopeaan havainnointiin. (Nooga Oy Ab 2021.) Tietoaalusta voi myös sisältää teknologian esimerkiksi datan varastointiin ja siirtämiseen. Few (2006) mukaan digitaalinen dashboard tarkoittaa tärkeimpien tietojen visuaalista esittämistä yhden tai useamman organisaatiotavoitteen saavuttamiseksi, jolloin käyttäjä voi tunnistaa ja tutkia korjaavia toimia vaativista ongelmakohteista ja tiedottaa niistä. Yigitbasioglu ja Velcu (2012) mukaan dashboard mahdollistaa useista eri tietojärjestelmistä kerätyn tiedon esittämisen visuaalisena yhteenvetona.

Yrityksillä on yleensä paljon kerättyä dataa toiminnan prosesseista. Osaa tästä datamäärästä myös hyödynnetään, mutta usein tiedon tarjoama kehityspotentiaali jää myös merkittävältä osin hyödyntämättä. Joko tiedon olemassaolosta ei olla täysin tietoisia tai datan tulkitsemiseen ei ole riittävää osaamista. (Elisa Oyj & Quva Oy julkaisuaika tuntematon, 13.) Pauwels ym. (2009) mukaan yritykset ottavat käyttöön Dashboardeja yleensä seuraavien syiden takia: suorituskyvyn ja resurssien yhdenmukaisen raportoinnin tarve, vastuullinen kasvun tavoittelu sekä päätöksenteon kannalta olennaisen tiedon heikko organisointi ja käsittely. Dashboardin avulla kaikki olennainen tieto voidaan esittää yhdellä tietokoneen näytöllä vuorovaikutteisesti, jolloin tieto voidaan esittää yksinkertaisessa ja helposti ymmärrettävässä muodossa esimerkiksi erilaisten palkkien, kuvaajien ja liikennevalojen avulla. (Jääskeläinen & Roitto 2016.)

Wolf (2016) mukaan useimmat dashboardit on suunniteltu säädettyjen mittaustulosten tai suorituskykykymittareiden (KPI) eli Key Performance Indicators ympärille. Suorituskykykymittarit ovat mitattavia arvoja, joilla seurataan toimenpiteille ja prosesseille välttämättömiä toimia. Niiden avulla organisaatiot seuraavat kuinka tehokkaasti liiketoiminnan keskeiset tavoitteet saavutetaan. Esittämällä suorituskykykymittarit johdonmukaisessa muodossa dashboardilla, voidaan mittaustuloksista havaita muutoksia ja trendejä vaivattomasti.

Tärkeimpiä toiminnallisia ominaisuuksia dashboardeissa ovat datan joustavat esitysmuodot, porautuvuus, skenaarioanalyysit sekä automaattiset hälytykset. Porautumisominaisuuden ansiosta käyttäjät voivat perehtyä tarkemmin suorituskykykymittarin dataan ja hankkimaan yksityiskohtaisempaa lisätietoa moniulotteisen analyysin tekemiseksi. Automaattiset hälytykset auttavat käyttäjiä tunnistamaan välitöntä huomiota vaativat toimenpiteet. (Yigitbasioglu & Velcu, 2012.)

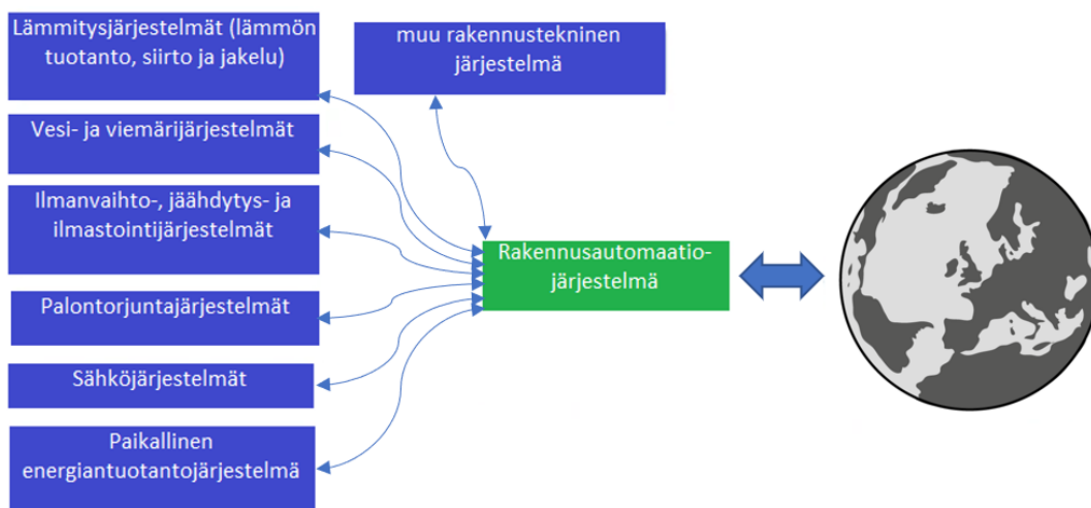
## 6 ENERGIADATAN VISUALISOINTI

### 6.1 Rakennuksista ja kiinteistöistä saatava data

Rakennuksista kertyy tai niistä kerätään runsaasti erilaista dataa eri järjestelmien avulla ja eri toimijoiden haltuun (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 8). Rakennusten energiatietoa ovat lämmön-, sähkön- ja vedenkulutus, energiantuotanto ja alamittaustiedot rakennusautomaatiojärjestelmästä (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 26). Rakennuksista yleisimmin saatavilla olevaa dataa ovat kiinteistön päämittaritason sähkönkulutus, kaukolämmönkulutus ja vedenkulutus. Lisäksi rakennuksessa voi olla tilakohtaisia mittareita eli alamittareita ja erillisiä IoT -antureita, joilla voidaan kerätä tilakohtaista, esim. sisäilmasto-olosuhteisiin liittyvää tietoa. Uudempien rakennusten rakennusautomaatiojärjestelmistä kertyy myös rakennuksen ylläpidon kannalta oleellisia tietoja. (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 8.) Rakennusautomaatiojärjestelmillä tarkoitetaan rakennuksessa olevia hallinta- ja kommunikaatioverkkoja, joiden avulla ohjataan tietoteknisiä vesi-, ilmasto- ja lämpö- ja sähköjärjestelmiä. Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 26.) Asetettujen energiatehokkuustavoitteiden edistymisen seuraamiseksi rakennuksesta tulisi mitata tilojen ja käyttöveden lämmityksen energiankulutus, ilmanvaihdon, jäähdytyksen, valaistuksen ja LVI-laitteiden sekä mahdollisten erillisten suurten energiankulutuskohteiden (esim. laitoskeittiöt) energiankulutus. (Pietiläinen ym. 2007, 64.)

Energiatiedon visualisointiin on useita eri tapoja ja syitä. Tavoitteena energiatiedon visualisoinnissa voi olla esimerkiksi tehdä rakennuksen käyttäjät tietoisemmaksi energiankulutuksesta, aktivoida heitä toimimaan energiaa säästävämmiin tai lisätä heidän ymmärrystään rakennuksen toiminnasta. Kiinteistönhallinta- ja huoltonäkökulmasta olosuhte- ja energiatietoa voidaan käyttää siihen, että rakennuksen käyttö on tehokasta ja optimaalista. (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 5.) Suurin este toiminnan muutoksissa on tiedon puute. Rakennusten käyttäjillä ei ole ymmärrystä siitä, miten heidän rakennuksensa käyttää ja tuhlaa energiaa sekä miten se vertautuu muihin samanlaisiin rakennuksiin. (Dietrich ym. 2010.) Energiatiedon ymmärrettävyydessä voi olla esimerkiksi seuraavanlaisia haasteita: käyttäjä ei ymmärrä näkymää, sovellus on vaikeakäyttöinen, ohjaus ei toimi toivotusti tai tietoa tulkitaan väärin (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 26).

Data-alustat, rajapinnat ja datalähteet asettavat reunaehdot visualisointeihin käytettävissä olevalle tiedolle (Energia- ja ympäristöministeriön raportit 2020a, 8). Talotekniset järjestelmät ovat normaalisti kiinteistön sisällä olevia erillisiä järjestelmiä, joilla on eri toimittajat. Järjestelmät kommunikoivat kiinteistöistä omiin järjestelmiinsä. Taloteknisten järjestelmien tulee kommunikoida rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa, jotta rakennuksesta kerättävää tietoa voidaan järkevästi visualisoida (kuva 4). Tällöin järjestelmät kommunikoivat keskenään yhden pisteen kautta. (Haastateltava A 2021.)



KUVA 4. Taloteknisten järjestelmien yhdistäminen rakennusautomaatiojärjestelmään. Kuva muodostettu Ekokumppanit Oy:n Haastattelutava A:n haastattelun perusteella. (Maapallo. Kuva: Papunetin kuvapankki, papunet.net, Kuvako)

## 6.2 Lainsäädännön ja säädösten vaatimukset

Euroopan parlamentin ja neuvoston energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU) eli EED (Energy Efficiency Directive) laitettiin kansallisesti käytäntöön vuonna 2015 voimaan tulleen energiatehokkuuslain (2014/1429) avulla. Energiatehokkuusdirektiivillä säädetään EU-tason ja kansallisen tason energiatehokkuustavoitteista ja energiansäästövelvoitteista sekä toimenpiteistä, joilla energiatehokkuutta voidaan edistää. Energiatehokkuuslaissa säädetään suuria yrityksiä suorittamaan pakolliset energiakatselmuksia neljän vuoden välein. Laissa suuri yritys määrittellään siten että sen työntekijämäärä on yli 250 tai liikevaihto yli 50 miljoonaa euroa ja tase yli 43 miljoonaa euroa. Suomessa PK-yritysten ja kuntien energiakatselmuksia ovat vapaaehtoisia. Tavoitteena energiakatselmuksissa on kartoittaa kohteen energiankäyttö, energiansäästöpotentiaali sekä antaa kustannustehokkaita toimenpide-ehdotuksia energiatehokkuuden parantamiseen. Pakollisista energiakatselmuksista vapautuu, mikäli yrityksessä on käytössä ISO 50 001 -standardin mukaisesti akkreditoitusti sertifioitu energianhallintajärjestelmä, ISO 14 001 -standardin mukaisesti akkreditoitusti sertifioitu ympäristönhallintajärjestelmä ja sen rinnalla ETJ+ -energiatehokkuusjärjestelmä. Myös energiatehokkuussopimus ja ETJ+-järjestelmä poistaa veloitteen pakollisista energiakatselmuksista. Energianhallintajärjestelmään tosin sisältyy itsessään katselmointivelvoite (Energiavirasto julkaisuaika tuntematon.)

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD (Energy Performance of Buildings Directive), edellyttää että kaikkien uusien rakennusten tulee olla nollaenergisiä. Julkisten rakennusten kohdalla edellytys tuli voimaan 31.12.2018 ja muiden uusien rakennusten kohdalla vuoden 2020 päättyessä. Määritelmät nollaenergiselle vaihtelevat kansallisesti. (Rakennusteollisuus julkaisuaika tuntematon.)

Suomessa kuluttajien tulee saada tietoa omasta sähkönkulutuksestaan ilman erillistä korvausta (Sähkömarkkinalaki (588/2013) 75 e § ja Valtioneuvoston asetus sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta (66/2009) kuudennen luvun 8 §). Tieto annetaan kuluttajalle tarjoamalla pääsy sähkönkulutustietoihinsa sähköverkkoyhtiöiden ylläpitämässä verkkopalvelussa tai muussa sovelluksessa. Sähkönkulutuksen mittauksesta vastuu on sähköverkkoyhtiöillä. Mitattu kulutus tulee esittää

enintään vuorokauden viiveellä. Tieto sähkömyyjälle laskutusta varten tulee verkkoyhtiöltä. Kuluttajat voivat sallia oikeuden tietoihinsa toisille osapuolille kuten kolmannelle palveluntarjoajalle. (Karhinen ym. 2020, 9-10.)

Valtioneuvoston asetus (2021/254) lämmityksen, jäähdytyksen ja veden kulutus- ja laskutustietojen ja kustannusten jakamisesta parantaa lämpöenergian ja veden käyttäjien tiedonsaantia omasta kuluksestaan. Samalla pyritään myös vähentämään ympäristökuormitusta ja kasvihuonekaasupäästöjä. Asetus sisältää yksityiskohtaiset säännökset kulutus- ja laskutustietojen toimittamisesta kaukolämmityksen, jäähdytyksen sekä veden loppukäyttäjille. Asetuksessa ohjeistetaan myös esittelemään kylmän ja lämpimän veden osuudet erikseen laskussa sekä veden lämmittämiseen kuluneet energiakustannukset. Asunto-osakeyhtiön osakkeenomistajia, vuokralaisia sekä asumisoikeuden haltijoita on informoitava kuukausittain kylmän ja lämpimän käyttöveden kuluksesta. Energiatehokkuusdirektiivin edellyttämistä ja 23.11.2020 Suomessa voimaan tulleissa lakimuutoksissa määrättiin, että uusissa rakennuksissa huoneistokohtaisien veden kulutusmittarien on oltava etäluettavia. Vanhoissa taloyhtiöissä huoneistoihin asennetaan etäluettavat vesimittarit putkisaneerausten yhteydessä. Vaatimus etäluettavuudesta koskee myös lämpöenergiamittareita. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2021.)

Säädännöt ja asetukset ohjaavat tekemään rakennuksista älykkäämpiä, vähentämään osaoptimointia ja ajattelemaan visualisointeja kokonaisuuksina (Haastateltava A 2021). Osaoptimoinnilla tarkoitetaan tilannetta, jossa järjestelmät eivät toimi keskenään parhaalla mahdollisella tavalla kokonaisuutena, vaan jokainen järjestelmä ajattelee omaa parastaan (Haastateltava H 2022). Energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) 2018 mukaiset toimet vaativat, että kiinteistön älykkyys ja järjestelmien keskinäinen kommunikointi laitetaan kuntoon tontin luovutusehdoissa tai korjausrakentamisen yhteydessä. Ympäristöministeriön asetuksessa eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista (718/2020) sekä laissa rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) edellytetään erityissuunnittelijan palkkaamista, joka laittaa kiinteistötasolla kaikki järjestelmät kommunikoimaan keskenään. Tätä ei kuitenkaan olla vielä otettu kunnolla käyttöön. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä (EPBD, Energy Performance of Buildings Directive) 2018 on määritelty, että älyindikaattori-kiinteistöjen (sri, smart readiness indicator) tulee täyttää asetukset 718 ja 733, jotka edellyttävät, että kiinteistön sisällä olevat järjestelmät kommunikoivat keskenään. Tällöin EU tasoiset älyindikaattorit kykenevät visualisoimaan kiinteistön älykkyystason. (Haastateltava A 2021.)

Energiadatan keräämisessä on tärkeää huomioida EU:n tietosuojasetus eli GDPR-asetus (General Data Protection Regulation). GDPR-asetus on henkilötietojen käsittelyä sääntelevä laki, jota alettiin soveltaa kaikissa EU-maissa keväällä 2018 (Tietosuoja julkaisuaika tuntematon).

## 7 ENERGIADATAAN LIITTYVÄT HANKKEET

### 7.1 6Aika Energiaviisaat kaupungit -hanke

Vuosina 2018–2020 toteutetussa 6Aika Energiaviisaat kaupungit -hankkeessa mietittiin uusia vähähiilisyyttä tukevia ja älykkäitä ratkaisuja kaupunkien palvelu- ja asuinkiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseen. Lisäksi tarkasteltiin alueellisten energijärjestelmien kehittämistä ja nollaenergiakortteleiden suunnittelua. (Energiaviisaat kaupungit julkaisuaika tuntematon.) Kahdesta hankkeen toteuttamasta pilotista ja hankkeen tuloksista haastateltiin Ekokumppanit Oy:n projektipäällikköä haastateltava A:ta. Haastattelu järjestettiin 21.9.2021.

6Aika Energiaviisaat kaupungit -hankkeen tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 2.

Osana Energiaviisaat kaupungit -hanketta Integrio Oy toteutti virtuaalivoimalaitoksen ja kaukolämmön optimointia VTS-kodit uudiskohteessa Opiskelijankatu 31. Tavoitteena oli saada säästöjä kaukolämmön tehomaksuista ja energiamaksuista. Kerrostalon automaatiojärjestelmästä tehtiin virtuaalivoimalaitos, jonka toimintaa pystyttiin visualisoimaan. Rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaa säädeltiin älykkäällä ohjauksella. Ohjauksessa hyödynnettiin muun muassa sääennusteita. Pakkasten tullessa kiinteistöjen betonimassaa lämmitettiin etukäteen ja ilmastointia sekä jäähdytyksiä ohjattiin ulkolämpötilan mukaan. (Haastateltava A 2021.)

Haastateltava A (2021) luettelee virtuaalivoimalaitoksen ja kaukolämmön optimoinnin tuloksiksi:

- Asukkaat eivät huomanneet käyttöveden lämpötilaan tehtyä parin asteen lämpötilan laskua pakkaspiikin aikana
- Huomattava energiasäästö
- Korttelitason varavoimalaitoksen käynnistykselle ei ollut tarvetta ja kulutuspiikit tasaantuivat, kun energiankulutus pidettiin vakiona myös pakkasilla.

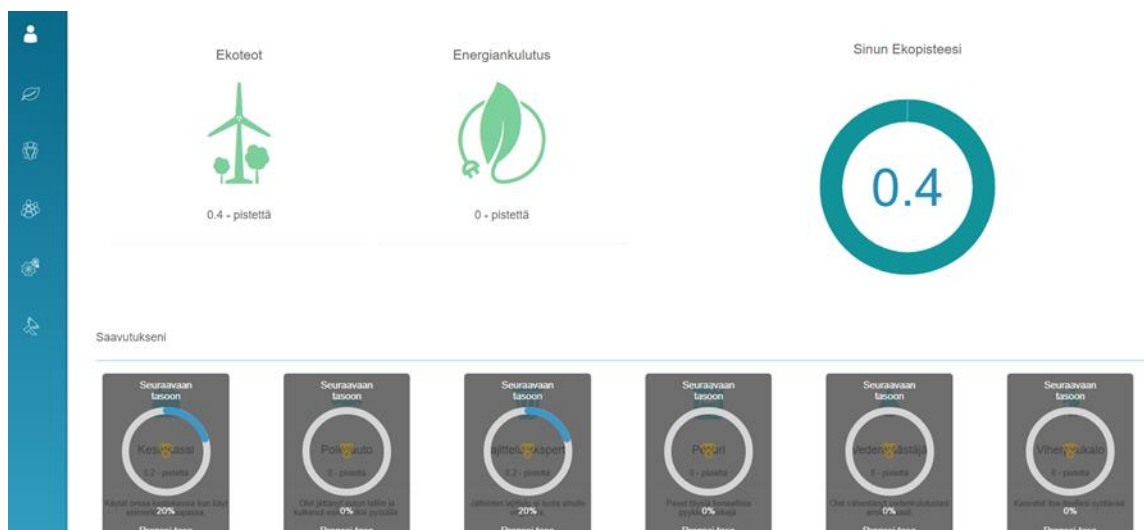
Kiinteistöistä tehtiin myös aktiivinen toimija sosiaalisessa mediassa. Rakennus tviittasi yhteisö- ja mikroblogipalvelu Twitterissä (kuva 5) taloteknisten järjestelmien tiedoista. Energiadataa voidaan siis visualisoida asukkaille myös sosiaalisessa mediassa. Rakennus voi esimerkiksi ehdottaa asukkaille sääennusteiden perusteella pyykin kuivaamista ulkona energian säästämiseksi. Tällainen ratkaisu voidaan toteuttaa yksinkertaisilla algoritmeilla ja reunaehdot tilin toiminnalle voidaan asettaa helposti. (Haastateltava A 2021.)



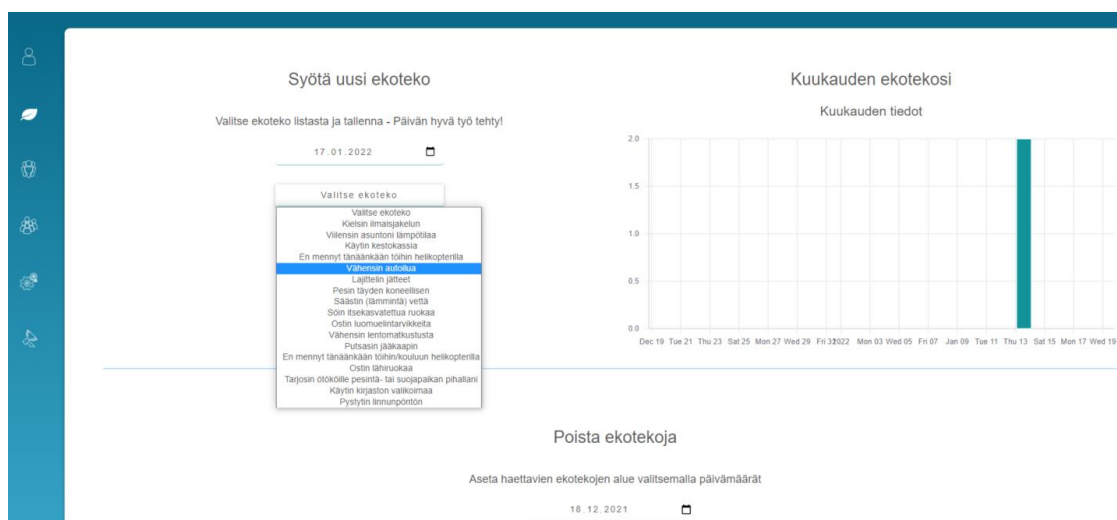
KUVA 5. Hervannassa sijaitsevan VTS Opiskelijankatu 31 rakennuksen tviitti lajitellun muovin määrästä (@VTS\_Opi31).



Fiksu pelillistäminen ohjaa energiansäästöön- pilotissa etsittiin ratkaisuja energiatehokkaiden älykiinteistöjen haasteisiin. Pilotissa testattiin tilojen käyttöasteen tunnistamista ja hyödyntämistä, olosuhdetietojen monitorointia sekä niiden optimointia. Mittaustiedot koottiin pelillistävälle Codecontrol Oy:n "Fiksu" -tietoalustalle. Pilotointi toteutettiin Ekokumppanit Oy:n tiloissa. Pelin ideana on, että se pystytään liittämään olemassa oleviin mittalaitteisiin ja se voi tehdä automaattisia mittauksia esimerkiksi sähkön ja vedenkulutuksesta. Pelin profiilinäkymä on esitetty kuvassa 6. Automaattisen mittauksen lisäksi pelissä voi asettaa ekotekoja (kuva 7). Peli on tehty avoimella koodilla. Peliä voi pelata esimerkiksi perheenjäsenten, työkavereiden, taloyhtiön, kaupunginosa tai kaupunkien välillä. (Haastateltava A 2021.)



KUVA 6. Fiksu -energiasäästöpelin profiilinäkymä (Codecontrol Oy julkaisu aika tuntematon a).



KUVA 7. Fiksu -energiasäästöpelin ekotekojen asettaminen (Codecontrol Oy julkaisu aika tuntematon b).

Pelin pelaamiseen ja tarkkailuun voi asettaa erilaisia motivaattoreita ja palkintoja. Peliä voi asettaa kilpailuttamaan sähkönsopimukset automaattisesti energiankäytön perusteella ja esittämään sopivimmat vaihtoehdot. Lisäksi peli voisi antaa toimintaehdotuksia kuten ottamaan yhteyttä energia-asiantuntijaan, mikäli havaitsee että kiinteistö kuluttaa keskimääräistä enemmän energiaa. Tällöin visualisointi on mahdollisimman automatisoitua ja jalostettua, eikä ihmisen tarvitse miettiä hänelle haastavia yksiköitä ja niiden tulkitsemista. (Haastateltava A 2021.)

Haastateltava A (2021) luettelee hankkeesta saatujen tulosten perusteella energiadatan visualisoinnin ongelmiksi ja haasteiksi muun muassa:

- Turha visualisointi kerryttää datasaastetta. Datamäärä on jo nykyisellään massiivinen ja määrän ennustetaan seuraavan 8 vuoden sisällä kaksinkertaistuvan nykyisestä.
- Dataa ei jalosteta ajoissa
- Turha datan siirto kuluttaa luonnonvaroja, serveritilaa, muistia ja prosessoritehoa monessa eri paikassa ja lisäksi se altistaa erilaisille kyberturvallisuushkille.
- Käsitteiden ymmärtäminen, ajan ja kiinnostuksen puute
- Kulutuskäyttäytymisen muutos vaatii selkeän hyödyn tai palkinnon, eikä muutos siitäkään huolimatta ole välttämättä pysyvää. Pienempi sähkölasku ei motivoi summien ollessa pieniä.
- Koettu ilmanlaatu voi poiketa visualisoinnin osoittamasta ja mitatusta ilmanlaadusta.
- Uudiskohteita rakennettaessa data on helppoa ja halpaa saada hallintaan. Vanhat rakennukset vaativat enemmän resursseja yritykseltä.
- Pelit ovat kalliita, joten kestävään kehitykseen ja energiankulutukseen liittyvän pelin tulee olla erittäin mielenkiintoinen, jotta sitä jaksaisi pelata.

Haastateltava A (2021) arvioi hankkeesta saatujen tulosten perusteella, että energiaohjauksen tulisi ensisijaisesti olla mahdollisimman automaattisia. Energiadatan visualisointi tosin mahdollistaa sen, että ihmiset saavat tietää kulutustietonsa tarvittaessa. Ihmiset eivät usein esimerkiksi tiedä paljonko heidän asuntonsa kuluttaa energiaa, vaikka kulut määräytyvät kulutuksen mukaisesti. Kiinteistön älykkyyks ja vaatimus järjestelmien keskinäisestä kommunikoinnista tulee laittaa kuntoon tontin luovutusehdoissa tai korjausrakentamisen yhteydessä. On tärkeää, että visualisoinnit tehdään ajatuksen kanssa, vain todelliseen tarpeeseen ja ympäristörasitus huomioon ottaen. Datan jätehuolto on tärkeää hoitaa kuntoon ja data tulee tuhota heti kun sitä ei tarvita. Myös kyberturvallisuushkat on huomioitava, koska esimerkiksi huoneiston olosuhde- ja energiamittauksista tehdyistä trendikuvajista voi havaita milloin asukkailla on tapana olla poissa huoneistostaan.

## 7.2 Making City -hanke

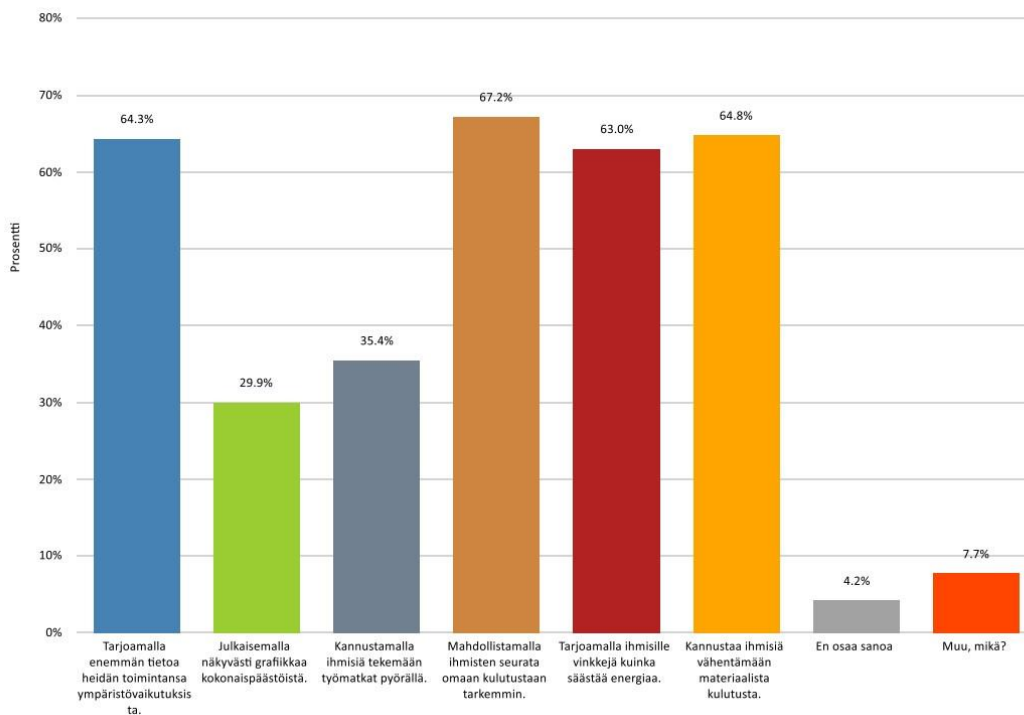
Kaupunkien vähähiilisyystavoitteiden saavuttamista tutkitaan meneillään olevassa (2018–2023) EU:n Making City-hankkeessa. Making City-hankkeen Oulun Kaukovainion pilotista haastateltiin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n erikoistutkija Haastateltava B:tä ja Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelujen projektipäällikköä Haastateltava C:tä. Haastattelu järjestettiin 24.01.2022. Pilotissa Oulun Kaukovainiossa sijaitsevan demoalueen asukkaille tarjotaan käyttöliittymää, jonka avulla he voivat seurata omaa energiankulutustaan. Tarkoituksena on tutkia, onko sillä vaikutusta ihmisten kulutuskäyttäytymiseen. Datankeruu alkaa kohteista keväällä 2022.

Osana Making City-hanketta ja myöhemmin julkaistavaa energia-aiheista tutkimusta VTT toteutti kyselytutkimuksen oululaisille keväällä 2021. Kyselyllä selvitettiin heidän näkemyksiään mm. sähkön tuottamisesta ja hinnasta, omista kulutustottumuksista, ympäristövaikutuksista ja niihin vaikuttamisesta. Kyselyyn vastasi 378 henkilöä. (Making City -hanke 2021.) Making City-hankkeen kyselytutkimuksessa kävi ilmi, että vaikka ihmiset kokivat ympäristöasiat tärkeiksi eivät he jaksaneet nähdä paljon

vaivaa energiankulutuksen pienentämiseksi. Perehtymiseen ei ole arjessa aikaa ja kulutuksen pienentämisestä syntyvät säästöt ovat pieniä. Suomessa ei ole energiaköyhyyttä, vaan ihmisillä on varaa lämmitykseen ja sähkөөn. Ne eivät siis ole ensimmäisiä asioita, joista aletaan karsia, jos oma mukavuus laskee. Kyselystä kävi myös ilmi, että vastaajat, jotka kaikista vähiten tietävät omasta sähkөөnkulutuksestaan, haluavat kaikista vähiten tietoa omasta sähkөөnkulutuksesta. Vastaajista 1/4 koki tärkeäksi, että he voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa positiivisesti luontoon ja ympäristöön. Toisaalta tämä ei saisi vastaajien mielestä lisätä kustannuksia. Vastaavia tuloksia on saatu EDES-hankkeeseen sisältyneestä kyselytutkimuksesta Consumer viewpoint on a new kind of energy market, joka julkaistiin vuonna 2020. (Haastateltava B & Haastateltava C 2022.)

Kyselyn mukaan sähkөөn ja energian kulutuksen ilmastovaikutuksiin voidaan vaikuttaa eniten teollisuuden ja liiketoiminnan sekä valtion ja kuntien hallinnon kautta. Myös yksittäisten kuntalaisten tekemillä teoilla koettiin olevan merkitystä. Suurin osa vastaajista pyrkii vaikuttamaan ympäristöön omien energiankulutustoimintojensa kautta. Ympäristöystävällinen vaihtoehto oltiin valmis valitsemaan aina, kun se on mahdollista ja siitä on vastaajalle hyötyä eikä siitä koidu heille lisäkustannuksia. Vain 5 % vastaajista koki, ettei heitä lainkaan kiinnosta oman toiminnan ympäristövaikutukset. Tärkeimmät syyt kulutuskäyttäytymisen muuttamattomuuteen olivat kiireinen elämäntilanne, liian aikataulun mukainen elämä ja halu pitää kiinni omasta valinnanvapaudesta. (Making City -hanke 2021.)

Vastaajien näkemyksiä ilmastotekoihin kannustavista keinoista on esitetty kuvassa 8. Vastaajat halusivat kulutustottumusten muuttamiseksi ja energiatietoisuuden vahvistamiseksi saada yrityksiltä paremmin visualisoituja kulutustietoja mm. tietoja omasta kulutuksesta, oman energiankulutuksen syistä ja vertailutietoa muihin kotitalouksiin. Kulutuksen optimoimiseksi vastaajat voisivat harkita mm. sähkөөnkulutuksen siirtämistä edullisempaan ajankohtaan esimerkiksi menemällä saunaan tai pesemällä pyykkiä eri aikaan. Kuntalaiset odottavat yrityksiltä suosituksia ja neuvoja energiansäästötoimenpiteisiin ja kulutusvalintoihin ympäristöystävällisemmän kulutuksen lisäämiseksi. Uusien ratkaisujen mahdollistama oman kulutuksen arviointi, kodin olosuhteiden ja mittareiden seuranta ja vianmääritys koettiin tärkeäksi. (Making City -hanke 2021.) Haastateltava B:n ja Haastateltava C:n (2022) mukaan energiankulutuksen visualisoinnilla ja hiilineutraaliutta edistävästä toimenpiteistä tiedottaminen ovat välillisiä ja hitaita mekanismeja, joilla muutetaan ihmisten näkemyksiä kestävämmästä käytöksestä pitkällä aikavälillä.



KUVA 8. Mikä on toimivin keino kannustaa ihmisiä ilmastoja parantaviin toimiin? Making City-hankkeessa oululaisille keväällä 2021 tehdyn kyselyn tulokset. (Making City-hanke 2021a.)

Haastateltava B:n ja Haastateltava C:n (2022) mukaan hankkeessa kerättävien kulutustietojen keräämisessä on huomioitava EU:n tietosuojasetuksen eli GDPR-asetuksen lisäksi myös datan keräyksen eettinen puoli kuten se mitä tietoja kerätään ja levitetään. Tiedoista pystyy esimerkiksi päätelemään, milloin ihminen on kotona. Tietojen väärinkäyttö on vielä todella helppoa. Hankkeen toteuttajien lakimiehillä on ollut eriäviä mielipiteitä siitä, onko asuinolosuhteista kerätty olosuhdetieto GDPR:n alaista tietoa. VTT:n lakimiesten näkemys on, että projektissa kerätty data on GDPR:n alaista. Tämä tarkoittaa sitä, että tietojen säilömisestä ja niihin pääsystä tulee tehdä tarkat säännökset ja tiedotteet. Tietosuojan varmistaminen hakee datan osalta vielä muotoaan.

## 8 TULOKSET: ENERGIADATAN VISUALISOINNIN TOTEUTUKSET YRITYKSISSÄ

Tähän osioon haastateltiin yrityksiä, jotka ovat isoja energiankäyttäjiä ja joilla on pitkäaikaista kokemusta erilaisten energiadataa visualisoivien järjestelmien käytöstä. Haastattelujen runkona käytettiin liitteessä 1 esitettyjä kysymyksiä. Kysymykset eivät kuitenkaan täysin soveltuneet kaikkiin kohteisiin. Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointi valikoitui tarkasteltavaksi, koska siinä aurinkopaneelien tuottoa visualisoidaan rakennuksen työntekijöille ja rakennuksessa vieraileville aulanäytön välityksellä. Oli mielenkiintoista selvittää mitä visualisoinnilla pyrittiin kyseisessä toteutuksessa saavuttamaan. Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointiin saatiin haastattelukysymyksiin vastaukset sähköpostitse. Kuopion Vesi Oy oli ajankohtainen haastateltava, koska vesilaitokset siirtyvät käyttämään etäluettavia mittareita, mikä mahdollistaa vedenkulutuksen monipuolisemman visualisoinnin asiakkaille. Savon Voima Oyj:n haastattelu oli tärkeä, koska energia- ja verkkoyhtiöllä on pitkä kokemus etäluettavista mittareista, niiden ongelmista sekä kulutuksen visualisoinnista asiakkaille. Haastattelut suoritettiin etähaastatteluina Microsoft Teams -sovelluksessa.

### 8.1 Niiralan Kulma Oy

Haastattelukysymyksiin Niiralan Kulma Oy:n osalta vastasi asumisen ja ympäristön palvelupäällikkö Haastateltava D. Haastattelu järjestettiin 30.8.2021. Niiralan Kulma Oy tarjoaa kohtuuhintaisia vuokrakoteja Kuopiossa ja sen lähialueilla. Yritys omistaa noin 700 rakennusta. Yritys on omakustannusperiaatteella toimiva vuokratalonyhtiö, eli vuokra muodostuu asukkaisen kulutuksista. (Finder julkaisuaika tuntematon a).

Niiralan kulma Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 3.

#### 8.1.1 Tavoite datan visualisoinnille

Haastateltava D (2021) kertoo Niiralan Kulma Oy:n energiadatan visualisoinnin tarpeiksi seuraavat syyt:

- Kiinteistösähkö-, kaukolämpö- ja vedenkulutusdatan seuraaminen haastavaa pelkästään yksittäisten kiinteistöjen sähkölaskujen, lämmityksen tai vedenkulutuksen seuraamisen osalta koska seurattavia rakennuksia on paljon ja energiankulutus on runsasta.
- Mittaustietoa eri talojen välillä voidaan vertailla
- Saada selville mistä tietyt energiaratkaisut ja kulutukset johtuvat kuntaliitosten myötä yritykselle siirtyneissä rakennuksissa.
- Asukkaiden tarkempi tiedottaminen heidän asumiskustannustensa muodostumisesta, koska vuokra muodostuu asukkaisen kulutuksista.
- Tukee päätöksentekoa hankesuunnitteluissa ja energiaremonteissa
- Näkee selkeämmin mitkä toimet pitävät lupauksensa ajan saatossa.
- Asukkaiden valistaminen.

#### 8.1.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

Hyödynnetty data saadaan Haastateltava D:n (2021) mukaan:

- Uusissa taloissa huoneistoihin asennetuista vedenkulutusmittareista.

- Huoneistoissa, joissa ei ole huonekohtaista vedenmittausta, hyödynnetään koko kiinteistön vedenkulutusdataa.
- Rakennusautomaatiojärjestelmän antureista, joita löytyy kiinteistöistä liittyen lämpöön ja kosteuteen. Näitä ei kuitenkaan ole kaikissa kiinteistöissä vaan esimerkiksi kymmenessä kiinteistön asunnossa. Antureita löytyy lämmönjako- ja talteenottojärjestelmästä.

### 8.1.3 Visualisoinnin menetelmät

Nykyisellään visualisointia asiakkaille on toteutettu staattisilla kuvilla jaettavien tiedotteiden, asukaslehti Nikulaisen ja vuosikertomuksen avulla (kuva 9).

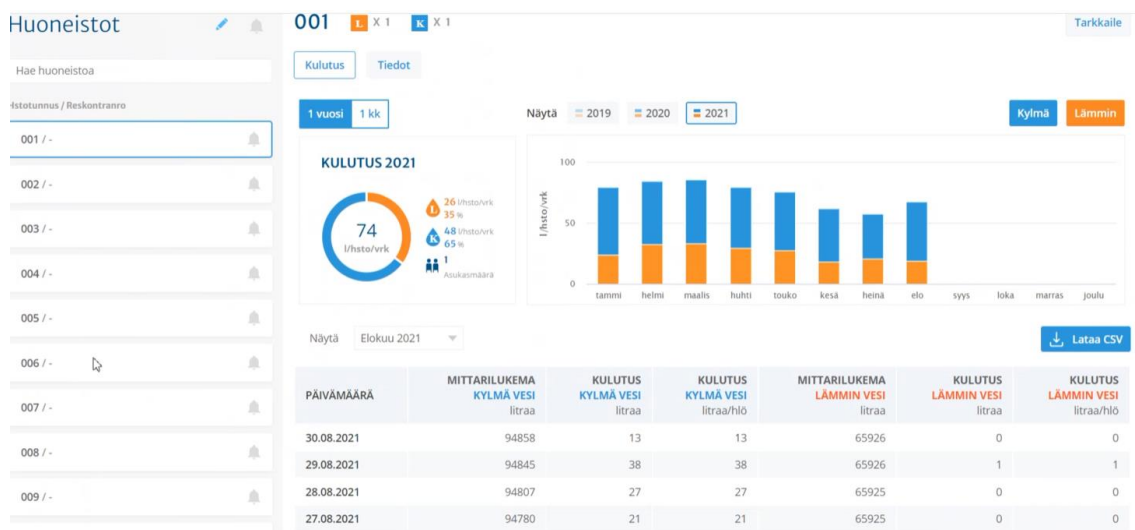


KUVA 9. Vedenkulutuksen visualisointi liikennevalomallilla Niiralan Kulma Oy:n asukkaille jakamassa tiedotelehtisessä. Mallissa kiinteistön vedenkulutusta on verrattu muiden kiinteistöjen asukkaiden keskimääräiseen vedenkulutukseen 135 l/vrk liikennevalomallin avulla. Liikennevalomallissa keskimääräisen kulutuksen ylittävä kulutus on kuvattu punaisella, keskimääräinen keltaisella ja keskimääräisen alittava kulutus vihreällä. (Niiralan Kulma Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021a.)

Haastateltava D:n (2021) mukaan vedenkulutusta visualisoidaan:

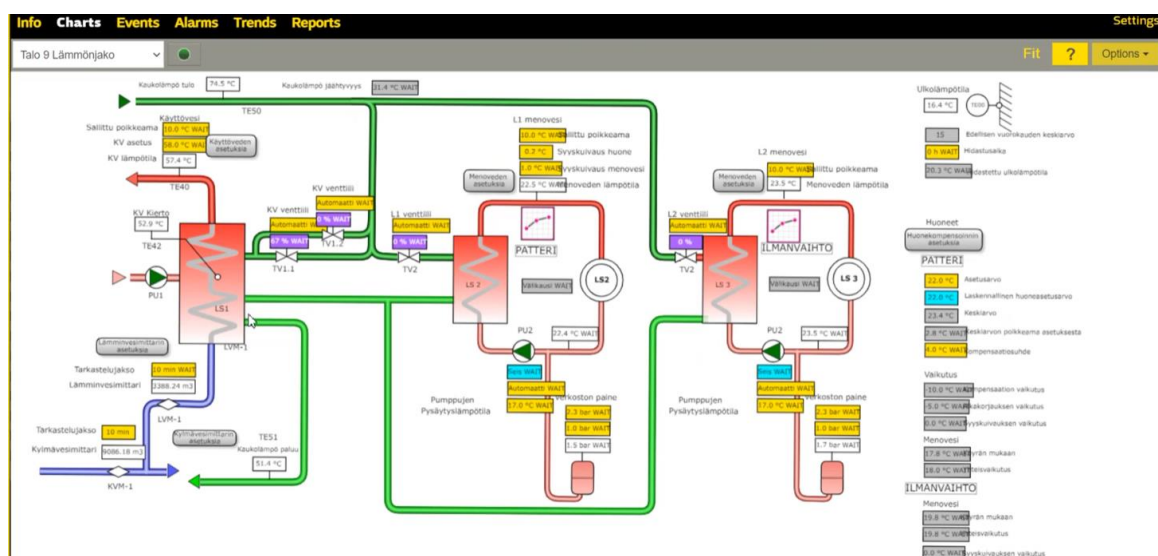
- Uusissa taloissa huoneistoihin asennetuilla vedenkulutusmittareilla, joiden diginäytöltä asukkaat näkevät päivittäisen vedenkulutuksen.
- Vanhoissa taloissa, joiden huoneistoissa ei huonekohtaista vedenmittausta, hyödynnetään koko kiinteistön vedenkulutusdataa ja tiedotetaan asukkaille heidän kulutuksensa tämän perusteella.

Niiralan Kulma Oy:n 5600 asunnosta veden etäluenta on käytössä 1200 asunnossa. Kiinteistö-huollon puolella yksittäisten huoneistojen veden kulutustietoa voidaan tarkastella VertoNordic Oy:n selainpohjaisessa VertoLivessä (kuva 10). Myös asiakkailta tulee ajoittain kysymyksiä omasta vedenkulutuksesta. VertoLivestä näkee päiväkohtaisen kulutuksen, tuntikohtainen kulutus tulee pyytää ohjelman toimittajalta. Tuntikohtaisesta kulutuksesta näkee selkeämmin yksittäiset vedenkulutuskerrat esim. vessakäynnit ja suihkuajan, jolloin asukas hahmottaa kulutuskertymän paremmin. (Haastateltava D 2021.)



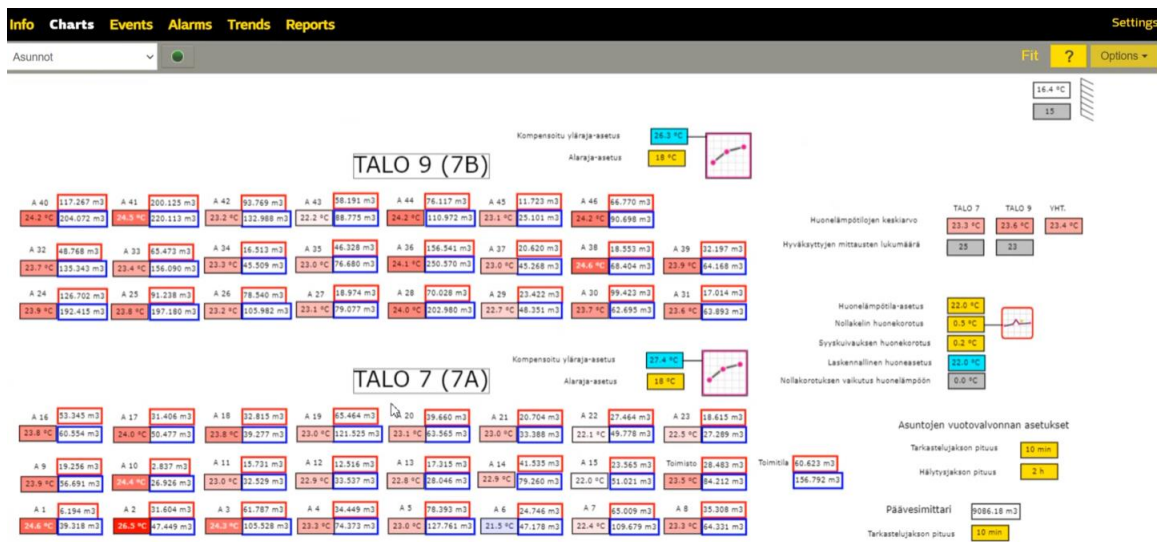
KUVA 10. VertoNordic Oy:n selainpohjaisen VertoLive:n huoneistokohtainen vedenkulutusnäkyvä (VertoNordic Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021).

Jatkossa kaikki Niiralan Kulma Oy:n kantakaupungin kiinteistöt liitetään Ouman Oy:n internetissä toimivaan Ounet-rakennusautomaatiojärjestelmään. Ounet rakennusautomaation nettivalvomon rakennuksen lämmönjakojärjestelmän näkyvä on esitetty kuvassa 11. Järjestelmän avulla voidaan säätää kaikkia kiinteistöjen lämmönjakoa. (Haastateltava D 2021.)



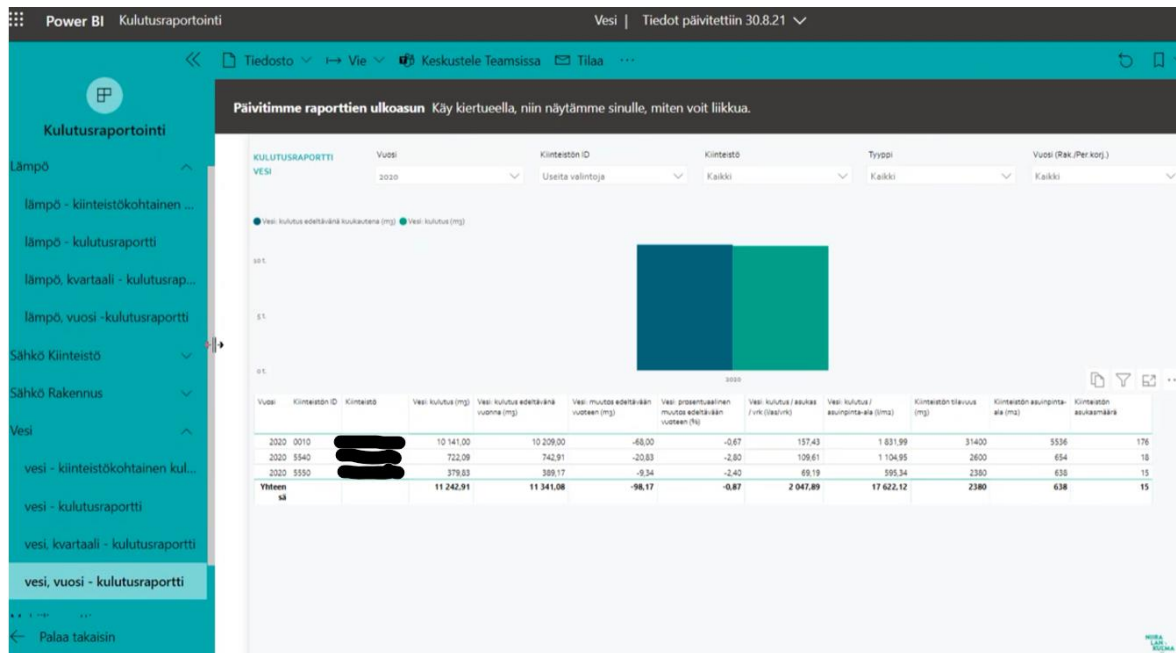
KUVA 11. Ouman Oy:n Ounet rakennusautomaation nettivalvomon rakennuksen lämmönjakojärjestelmän näkyvä (Ouman Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021).

Huoneistokohtaisia lämpötiloja ja kosteuksia voidaan tarkastella omassa näkymässään (kuva 12). Hälytykset ja varoitukset tulevat monista mittaustiedoista suoraan sähköpostiin ja järjestelmän ylläpitäjälle. Ounet antaa hyvin laajasti hälytyksiä ja sillä voi kätevästi ohjata ilmanvaihtoa, lämmönjakoa ja sähköä. (Haastateltava D 2021.)



KUVA 12. Huoneistokohtaiset mittaustiedot Oumanin Ounet rakennusautomaation nettivalvomon näkyvässä (Ouman Oy julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava D 2021).

Ounetin, VertoLiven ja sähköyhtiöiltä saatavan kiinteistösähkön tiedot kootaan Microsoft Power BI raportointijärjestelmään (kuva 13). Microsoft Power BI:ssä seurataan lämmitysenergian normitettua eli sääkorjattua kulutusta, jolloin se tuottaa kansallisen viitearvon. Kuopiossa normitetaan Jyväskylän lämpötiloihin, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia. Eri puolella Suomea energiankulutus on eri tasolla. Tuloksia pyritellään tarvittaessa Excelin kautta. (Haastateltava D 2021.)



KUVA 13. Microsoft Power Bi:n kokoava kulutusraportointi (Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon; Haastateltava D 2021).

#### 8.1.4 Saavutetut hyödyt ja haasteet

Haastateltava D (2021) luettelee asukkaille esitettävien visualisointien hyödyiksi:

- Syksyllä 2018 asukkaille järjestettiin Wattiwiisas-kilpailu, jossa seurattiin kiinteistöjen kokonaisenergiankulutusta ja sen tiputusta (kWh) edellisen vuoden kulutukseen verrattuna. Voittajakiinteistö vähensi kulutustaan 8500 kWh. Eniten kulutusta vähentäneen talon asukkaat palkittiin Kunnanpaikan kylpylälipuilla sekä päivällisellä tai lounaalla. (Nikulainen 2019, 11.)



- Vedenkulutuksesta järjestettiin vastaava kilpailu vuonna 2018. Kilpailu kesti 2–3 kuukautta ja sen aikana voittaja kiinteistön vedenkulutus putosi vuoden 2017 kulutuksesta 197 l/as/vrk kulutukseen 129 l/as/vrk eli pudotus oli 34 %. Kampanjan lopussa asukaskohtainen vedenkulutus oli siis huomattavasti matalampi kuin Motivan arvioima valtakunnallinen vuorokausikulutus 155 l/as/vrk.

Haastateltava D (2021) luettelee visualisoinnin haasteiksi:

- Rakennukset eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska niissä on erilaisia teknisiä ratkaisuja.
- Kiinteistösähkön ja kaukolämmön kulutusta on hankala esittää asukkaille. Niiralan Kulma Oy:llä on esimerkiksi sata vuotta vanhoja puutaloja, jotka eivät kulutuksen liikennevalomallia käytettäessä pääsisi koskaan vihreisiin liikennevaloihin verrattuna uudiskohteisiin.
- Joissain uudiskohteissa tuotetaan lämpöä maalämmöllä eli käytännössä sähköpumpujen avulla. Tämä puolestaan nostaa sähkönkulutusta. Lisäksi esimerkiksi sähköautojen latauspisteet hankaloittavat asukkaille raportointia.

#### 8.1.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Niiralan Kulma Oy tarjoaa asukkailleen netissä käytävää 14 tuntia kestävästä energiaexpertti-koulutusta, jossa opetetaan perusasiat asumisen energiankulutuksesta. Mikäli asukas käy koulutuksen ja pitää oppitunnin asukkaille, voi koko talonyhtiö saada alennusta vuokraan. (Haastateltava D 2021.) Tuloksia koulutuksen vaikuttavuudesta ei ollut vielä saatu haastattelun aikaan, koska koulutus oli tuolloin vasta meneillään.

Kuopion kaupunki tavoittelee saavuttavansa hiilineutraaliuden vuoteen 2030 mennessä. Niiralan Kulma Oy on Kuopion kaupungin omistama osakeyhtiö, joten konsernin yhtiön tavoitteita koskee samat tavoitteet. (Haastateltava D 2021.)

Haastateltava D (2021) kertoo Niiralan Kulma Oy:n hiilijalanjälkeä pienentäviksi toimenpiteiksi:

- Suurin hiilipäästön lähde on lämmitys, joten kaikki yrityksen kiinteistöt on vaihdettu hiilineutraaliin lämmitykseen.
- Kiinteistösähkö on vaihdettu hiilineutraaliksi.
- Yrityksen ajoneuvoissa käytetään Nesteen MyDieseliä, joka tuottaa 90 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin normaali diesel.
- Uudisrakentamisen hiilidioksidipäästöjä vähennetään.

Haastateltava D (2021) kertoo hiilineutraaliuden saavuttamisen haasteiksi:

- Hiilineutraalius on saavutettava lyhyessä ajassa.
- Muutosten tekeminen on kallista, koska kaikissa ratkaisuissa ei ole vielä paljon tarjontaa.
- Samaan aikaan tulee olla sekä kohtuuhintainen vuokrataloyhtiö että ympäristöystävällinen.

Haastateltava D (2021) kertoo tulevaisuuden kehityskohteiksi:

- Niiralan Kulman Kiinteistö-Kys rakennusten rappukäytäviin on tulossa kosketusnäyttöjä, joihin suunnitellaan esitettäväksi reaaliaikaista näkymää aurinkoenergian tuotannosta ja energiankulutuksesta.
- Kulutustiedot kokoavaan Microsoftin Power Bi ohjelmistoon on toiveissa lisätä hiilijalanjälki. Niiralan Kulma Oy toivoo, että hiilijalanjäljen laskentaan saataisiin kansallisia ja yhdenmukaisia hiilijalanjäljen mittareita esim. kaikkien kaupunkien vuokratyöyhtiöille.

Niiralan Kulma Oy ei ole tehnyt hiilijalanjäljen kompensointia. Pelillisiä ratkaisuja ja asukkaiden veden kulutusseurantaan sopivia sovelluksia ei toistaiseksi olla ostettu niiden hintavuuden vuoksi. Lisäksi asukkaiden valistamisen on koettu olevan myös energiayhtiöiden ja jätehuollon vastuulla. (Haastateltava D 2021.)

## 8.2 Olvi Oyj

Olvi Oyj on suomalaisen panimoyhtiön Olvi-konsernin emoyhtiö. Olvin Suomen panimo sijaitsee Iisalmessa. Lisäksi Olvilla on tytäryhtiöitä Latviassa, Liettuassa, Virossa, Valko-Venäjällä ja Tanskassa. Olvi valmistaa esimerkiksi alkoholijuomia, virvoitusjuomia ja energiajuomia. Vuonna 2021 yhtiön liikevaihto oli 462,2 miljoonaa euroa ja yhtiöllä oli 2111 työntekijää kuudessa eri maassa. (Olvi Oyj julkaisuaika tuntematon a). Haastattelukysymyksiin Olvi Oyj:n osalta vastasi Development Engineer Haastateltava E haastattelussa, joka järjestettiin 6.9.2021. Haastattelussa käsiteltiin pilottia, jossa Viron A. Le Coq tehtaalla otettiin käyttöön järjestelmä päivittäisten käyttöhyödykkeiden seuraamiseen. (Haastateltava E 2021.) Teollisuuden käyttöhyödykkeillä teollisuusprosesseille välttämättömiä tuotannon apuvälineitä kuten höyryä, prosessi- ja jäähdytysvettä, paineilmaa, polttoaineita, ilmanvaihtoa ja sähköä (Motiva julkaisuaika tuntematon). Olvin päästöjen laskennasta, hiilijalanjäljen koostumuksesta sekä kompensoinnista haastateltiin Olvi Oyj:n Iisalmen tehtaan Quality Manageria Haastateltava F:ää, joka vastaa myös ympäristön kestävyysasioista. Haastattelu järjestettiin 9.9.2021. Myös Haastateltava E osallistui haastatteluun, jossa käsiteltiin yhtiön ympäristöasioita.

Olvi Oyj:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 4.

### 8.2.1 Tavoite datan visualisoinnille

Prosesseista ja laitteista kerättyä dataa hyödynnetään Haastateltava E:n (2021) mukaan päivittäisessä johtamisessa, toiminnan kehittämisessä ja päätöksenteon tukena. Visualisoinnin avulla työntekijöistä tulee sujuvampaa, kun tieto saadaan paremmin ymmärrettävään muotoon ja löydetään riippuvuussuhteita, joita ei muuten havaittaisi.

### 8.2.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

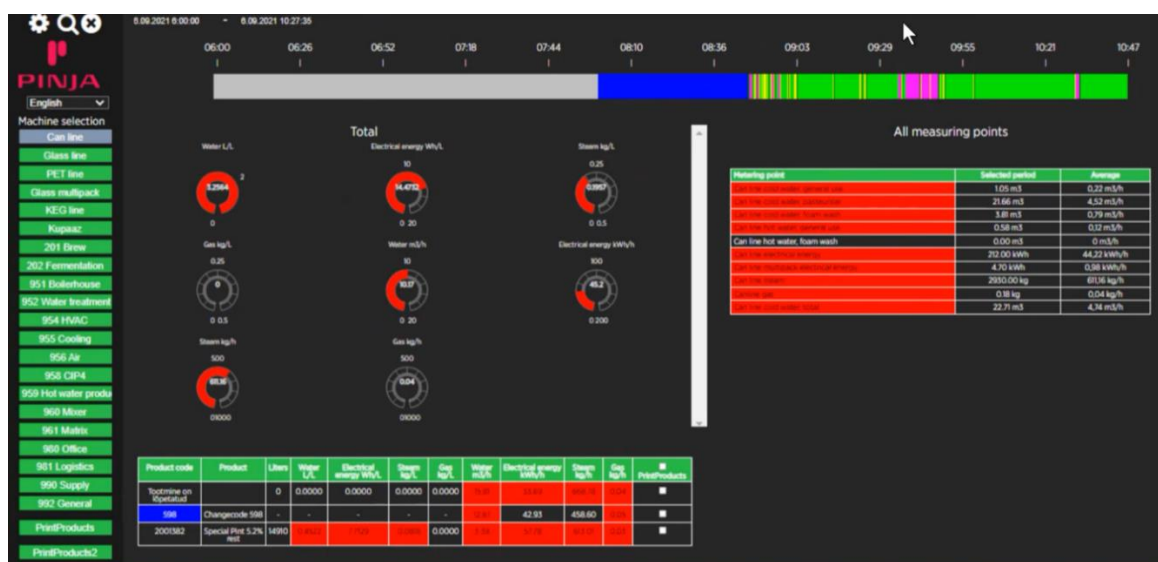
Kiinteistöautomaatio ja valvomotekniikka ovat olleet jo aiemmin osana infraa ja ne on tarkoitettu prosessin ammattilaisille. Datan visualisoinnin raportointityökaluissa haluttiin hyödyntää rakennettua tekniikkaa ja kerättyä dataa. Lisäksi jo kerätyn datan visualisointiin haluttiin lisätä tietoa myös käyttöhyödykkeiden kulutuksesta. Prosessin, tuotannon ja koneiden seurannan on toteuttanut ohjelmistoyhtiö Pinja (Pinja Group Oy). (Haastateltava E 2021.)

Haastateltava E:n (2021) mukaan tietoa kerätään:

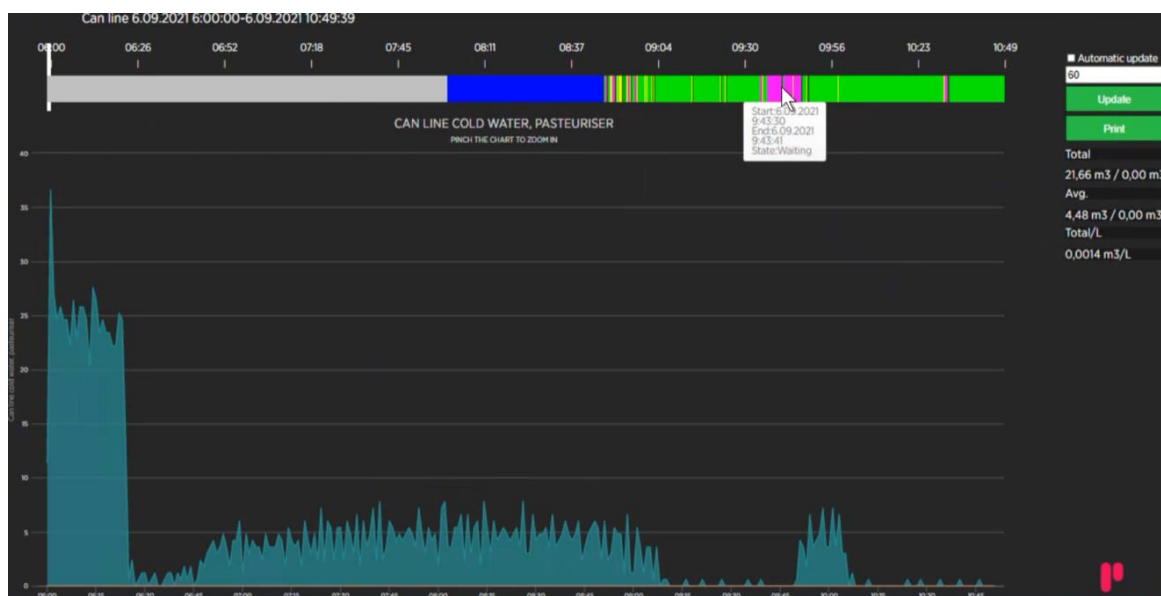
- Noin 150–200 mittapistestä.
- Iso osa on fyysisiä mittalaitteita, kuten virtausmittareita ja lämpötila-antureita.
- Osa digitaalisia mittapisteitä, jotka on johdettu fyysisistä mittareista tietynlaisilla laskenta-kaavoilla.
- Mittausantureita on joka puolella esim. käyttöhyödykkeissä, venttiileissä, putkissa ja pumpuissa.
- Yksittäisistä mittapisteistä kerätään dataa automaattisesti tai käyntitieto kulkeutuu koneista PLC:n kautta keruulogiikalle tietokantaan. Sieltä tietoa hyödynnetään ja kerätään eri tarpeisiin sekä jatkojalostukseen.

### 8.2.3 Visualisoinnin menetelmät

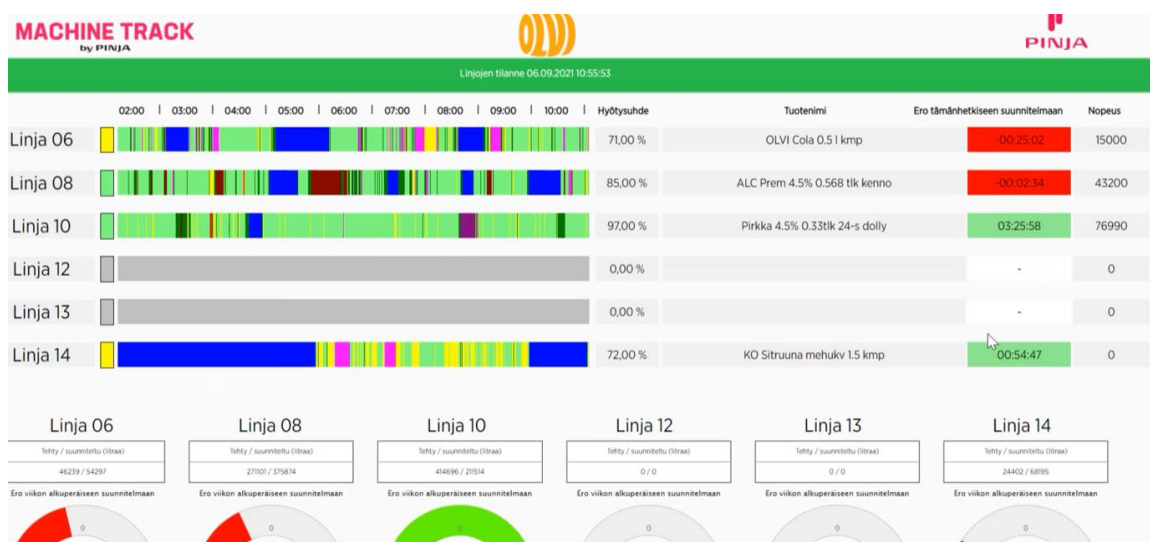
Visualisoinnit räätälöidään eri käyttötarkoituksiin eri käyttäjäryhmille. Pinja Arrow Energyview selainpohjaisen ohjelman yleisnäkymä on esitetty kuvassa 14. Kuvassa 15 on esitetty mittapistekohtainen trendinäkymä. Näkymät on tarkoitettu tehtaan päivittäiseen käyttöön sekä syvällisempään analysointiin. Näkymässä käyttöhyödykkeistä kerätty data pystytään yhdistämään kuhunkin tuotantolinjaan tai prosessiin, jotka toimivat Pinjan Machine Track-järjestelmän ympärillä. Yhdistäminen voidaan tehdä sillä tasolla, että pystytään seuraamaan, miten käyttöhyödykkeen mittapiste käyttäytyy esim. tietyn tuotteen tuotannon, prosessipesun tai tuotevaihdon yhteydessä. Tietyn valmistustilauksen perusteella voidaan etsiä tuotantotiedot. Tätä ei kyetä valvomon seurantaohjelmilla ja muilla kiinteistöautomaation visualisointinäytöillä tekemään. Iisalmen tehtaalla on käytössä muun muassa selainpohjainen Pinja Mascine Track josta voi tarkastella linjan toimivuutta (kuva 16). (Haastateltava E 2021.)



KUVA 14. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview:n selainpohjainen visualisointi. Näkymä tölkkilinjän tiedoista. Käyttöhyödykkeiden kulutustiedot esitetty oikealla olevassa taulukossa. (Pinja Group Oy julkaisu-aika tuntematon; Haastateltava E 2021.)



KUVA 15. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyviewn mittapistekohtainen trendinäköymä. Näköymässä esitetään mm. keskiarvokulutukset. (Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava E 2021.)



KUVA 16. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Machine Track-järjestelmä, linjojen toimivuuden yleisnäköymä. (Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava E 2021.)

#### 8.2.4 Saavutetut hyödyt ja haasteet

Haastateltava E (2021) luettelee Viron A. Le Coq tehtaalla visualisoinnista saaduiksi hyödyiksi:

- Kymmenien toimintahäiriöiden havaitsemisen, kun käyttöhyödykkeiden kulutustiedot on yhdistetty käynnissä oleviin prosessitietoihin
- Prosessin toiminnan parempi optimointi
- Kustannussäästöt virheellisen toiminnan nopeasta havaitsemisesta, isoissa tuotantolaitoksissa isot kulutukset
- Vastuullisen toiminta edistynyt, kun vuotoihin päästy nopeammin käsiksi
- Manuaalinen kirjaustyö vähentynyt.
- Tehdyillä toimenpiteillä ja selkeämmillä kulutustiedoilla voidaan tulevaisuudessa myös osoittaa yrityksen vastuullisuus paremmin ja tietoja voidaan hyödyntää markkinoinnissa. Nykyisin

yrittäjien vastuullisuudesta viestitään sillä tasolla, että kerrotaan tuotannossa hyödynnettävän uusiutuvaa energiaa ja ilmoitetaan paljonko sähkönkulutus on pienentynyt.

- Energiankulutustiedot voidaan yhdistää yksittäisiin tuotantotietoihin. Tällöin raportointi on tarkempaa ja voidaan tehdä syvällisempää analyysiä verrattuna siihen, että kokonaiskulutus-tietoja jaettaisiin tuotetuilla litroilla.

Haastateltava E:n (2021) mukaan haasteena Viron A. Le Coq tehtaalla pilotissa oli:

- Kokonaisuuden hahmottaminen. Alussa oli tärkeää miettiä kuinka järjestelmä tulisi rakentaa, jotta kiinteistövalvonnan automatiikka saataisiin yhdistettyä prosessin tuotantotietoihin.
- Useat mittapisteet olivat työläisiä yhdistää kiinni logiikkaan.
- Mittalaitteita korvattiin vastaamaan nykyajan vaatimuksia, mistä aiheutui kustannuksia. Päätös järjestelmän rakentamisesta on tehty konsernitasolla, joten hankinnoissa on johdon tuki takana.

### 8.2.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Olvi Oyj on mukana:

- Elintarviketeollisuuden energiatehokkuussopimuksissa
- ISO 14001 -ympäristöjohtamisjärjestelmän sertifikaatissa, joka on käytössä kaikilla muilla paitsi Viron tehtaalla. Viron tehtaalla on käytössä ISO 50001 -energiatehokkuusjärjestelmän sertifikaatti
- YK:n Global Compact yhteisvastuualoitteessa. Vastuullisuuden tavoitteet vastaavat useita YK:n kestävän kehityksen tavoitteita (Agenda 2030).
- CDP (Carbon Disclosure Project) -raportoinnissa, jonka avulla tiedotetaan yrityksen ympäristö ja ilmastoteoista. Olvin hiilijalanjälkilaskennat ovat siellä julkisesti saatavilla ja ne ovat sidosryhmille annettavaa tietoa. Muun muassa kauppakumppaneilla ja sijoittajilla on vaatimuksia vastuullisuudelle ja he ovat kiinnostuneita tuloksista. (Haastateltava E 2021; Haastateltava F 2021; Olvi Oyj julkaisuaika tuntematon.)

Pörssiyhtiönä Olvin täytyy raportoida energiankulutuksestaan vuosittain toimintakertomuksessaan ja kertoa tavoitteista sekä niiden toteutumisesta. Hiilijalanjäljen laskenta tehdään kerran vuodessa Excelissä. Laskennan tavoitteena on ymmärtää mistä yrityksen päästöt koostuvat, jotta niihin voidaan vaikuttaa. Hiilijalanjälki ei vielä kuulu lainsäädännöllisesti pakollisiin raportoitaviin, mutta yritys osallistuu CDP-raportointiin, joka on ympäristö- ja ilmatoriskien hallintaan keskittyvä raportointi. Hiilijalanjälki lasketaan nykyisin koko toiminnan osalta, mutta tuotekohtaista hiilijalanjälkeä aletaan laskea myöhemmin. Laskenta on tehty GHG Protocol (Green House Gas Protocol) mukaisesti. GHG antaa tarkat ohjeet siihen mitä laskennassa tulee olla mukana ja miten ne huomioidaan. (Haastateltava F 2021.)

Päästöt eritellään Scope -luokkina:

- Scope 1-luokkaan eli Olvin itse tuottamaan hiilidioksidiin kuuluvat itse tehty höyry, lämpö ja sähkö, prosessista karkaava hiilidioksidi ja oman kuljetuskaluston tuottama hiilidioksidi.

- Scope 2 -luokkaan eli epäsuorasti tuotannon ostoenergiaan kuuluviin päästöihin sisältyy ostettu sähkö.
- Scope 1 ja Scope 2 -luokat muodostavat yhdessä tehtaan tuottamat päästöt.
- Scope 3 -luokkaan kuuluvat arvoketjun päästöt. Siihen kuuluu 15 eri kategoriaa, jotka sisältävät muun muassa kuten materiaalin tuottamisesta syntyvät päästöt, ulkopuolisen kaluston kuljetuksesta muodostuvat päästöt, työmatkat, liikematkat ja investointien päästöt.
- Tuloksia esitetään eri tavoin joko kokonaissummana, tehtaan omasta tuotannosta aiheutuvinä päästöinä tai arvoketjujen päästöinä. Tulokset voidaan halutessa pilkkoa yksittäiseen raaka-aine ryhmään. (Haastateltava F 2021.)

Hiilijalanjäljen laskennassa haasteena ovat Haastateltava F:n (2021) mukaan:

- Luotettavan datan saanti ja arviointi.
- Yhdenmukaiset ja riittävän yleispätevät standardit, jotta eri yritysten hiilijalanjälkiä voi verrata keskenään. Huomioitavia lukuja rajaamalla saadaan aikaiseksi isoa eroja.
- Laskentaan tarvittavien standardien tulkinta ajoittain haasteellista.
- Eri alojen ominaispiirteet aiheuttavat haasteita laskentamenetelmiin.

Hiilijalanjälkeä ei olla vielä hyödynnetty markkinoinnissa, koska ensimmäinen kokonainen hiilijalanjälki on laskettu vuoden 2020 päästöistä. Vuoden 2021 tietoja on hyödynnetty vuosiraportissa, joka on pääasiassa tarkoitettu yhteistyökumppaneille ja sijoittajille. Jossain vaiheessa tietoja aletaan hyödyntää myös kuluttaja- ja asiakasviestinnässä. Hiilikädenjälkeä ei Olvilla olla laskettu koska toiminnassa ei ole selviä kädenjälkiä. Kompensointia ei vielä harjoiteta koska ensisijaisesti turhat päästölähteet poistetaan. Joitakin päästölähteitä ei kuitenkaan voida poistaa ja niiden päästöt tullaan kompensoimaan tulevaisuudessa. Iisalmen tehtaalla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2023, mikä vaatii kompensoinnin käyttöönottoa lähiaikoina. (Haastateltava F 2021.)

Haastateltava F (2021) toteaa kompensointikentän olevan nykyisellään haastavaa koska:

- tarjonta monipuolista
- Luotettavuuden ja toimivuuden arviointi hankalaa.
- Kompensointimallin tulisi sopia yrityksen imagoon.
- Kansainväliset laskentamallit ovat myös haasteellisia. Jos yritys haluaisi esimerkiksi istuttaa puita Suomeen, laskettaisiin päästöhyöty Suomen valtiolle eikä yritykselle.

Hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen on haastavaa koska päätöksiä on tehtävä nopealla aikataululla ilman vakiintuneita käytäntöjä. Päätöksissä tulee luottaa tiettyihin standardeihin ja malleihin. (Haastateltava F 2021.) Konsernitasolla on tehty päätös, että vuoteen 2030 mennessä kaikki tehtaat toimivat 100 % uusiutuvalla energialla. Vuoteen 2023 mennessä tavoitteena on, että kaikki tuotettu sähkö on vihreää. Olvin tuotteille on myönnetty töpselikukka-merkki. Merkki kertoo siitä, että tuote on valmistettu kestävästi ja uusiutuvilla energialähteillä. (Haastateltava E 2021.)

Virossa käyttöönotettu Pinjan Energy Track -järjestelmä on tarkoitus ottaa Suomessa käyttöön vuonna 2022, sillä konsernilla ei vielä Suomessa ole järjestelmää päivittäisten käyttöhyödykkeiden seuraamiseen. Tällä hetkellä Suomen tehtailla energiankulutusta seurataan kuukausikohtaisella tulokorttijärjestelmällä, joka on Excelissä. (Haastateltava E 2021.) Nykyisin prosessitiedoista tehdyt

visualisoinnit ovat prosessin ohjauksen käytössä, mutta jossain vaiheessa tietoja voidaan alkaa hyödyntämään myös apuvälineenä tuotekohtaisten päästöjen laskennassa. (Haastateltava F 2021.)

### 8.3 Stora Enso Oyj Varkauden tehdas

Stora Enso Oyj on suomalais-ruotsalainen pakkaus, biomateriaali, puutuote ja paperiteollisuuden uusiutuvien tuotteiden maailmanlaajuinen toimittaja. Lisäksi yritys on yksi maailman suurimmista yksityisistä metsänomistajista. Yritys työllistää noin 22 000 henkilöä. Vuonna 2021 Stora Enson liikevaihto oli 10,2 miljardia euroa. (Stora Enso Oyj julkaisuaika tuntematon.) Haastattelukysymyksiin Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaan osalta vastasi PJU Energy Consulting Oy:n energiakonsultti Haastateltava G haastattelussa, joka järjestettiin 13.9.2021. Stora Enson Varkauden tehdas muodostuu sahasta, pakkauskartonkitehtaasta ja LVL-tehtaasta. (Haastateltava G 2021.)

Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaan tutkimushaastattelun vastaukset on kootusti taulukossa liitteessä 5.

#### 8.3.1 Tavoite datan visualisoinnille

Haastateltava G:n (2021) mukaan tavoitteena energiadatan visualisoinnissa on:

- Muokata monimutkaisesta toimintaympäristöstä kerätty tieto yksinkertaisempaan ja helpommin ymmärrettävään muotoon.
- Henkilökunta hyödyntää graafeja esimerkiksi energiatehokkuuden kehittämässä ja asetettujen tavoitteiden seurannassa. Visualisointeja hyödynnetään omassa ja ulkoisessa käytössä.

#### 8.3.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

Haastateltava G:n (2021) mukaan dataa kerätään:

- Lähes kaikista energiavirroista eli lämmön ja sähkön tuotannosta ja kulutuksesta sekä lauhdevesien virtauksista
- Höyrylinjoihin laitetuista antureista.
- Mittaukset tapahtuvat pääosin putkilinjoissa olevien massa- ja tilavuusvirtausmittausten perusteella. Höyryistä mitataan myös lämpötilaa ja painetta, jotta voidaan määrittää tarkka massavirran energiasisältö. Sähkön energiavirrat mitataan lähtökohtaisesti sähkönjakeluverkossa olevien prosessikohtaisten kWh-mittausten perusteella.

Tiedon keruussa ja visualisoinnissa on useita tasoja: automaatiojärjestelmä, tiedon keruu- ja tallennusjärjestelmä ja loppukäyttäjän järjestelmä, jossa varsinainen käyttöliittymä on. Varkauden tehtaassa energian-, höyryn-, veden-, ja sähkönkulutuksen mittaustiedot siirtyvät mittalaitteista ensin automaatiojärjestelmiin. Automaatiojärjestelmistä tieto tallennetaan erilaisiin tiedon tallennusjärjestelmiin. Varkauden tapauksessa ensisijainen reaaliaikaisen prosessitiedon tallennuspaikka on PHD-järjestelmä (Process History Database), josta saadaan valtaosa visualisoinnissa käytettävästä energiadatasta. Lisäksi käytössä on järjestelmiä, jotka on aikanaan hankittu eri käyttötarkoituksia varten. Varkauden tehtaalla on käytössä MES-tehdasjärjestelmä, Vtrin/Rtdb-järjestelmä teknisen kuukausittaisen energiataseen laskentaan ja uusimpana Microsoftin Power BI järjestelmä. Eri järjestelmissä tapahtuu osittain päällekkäistä raportointia ja visualisointia. (Haastateltava G 2021.)

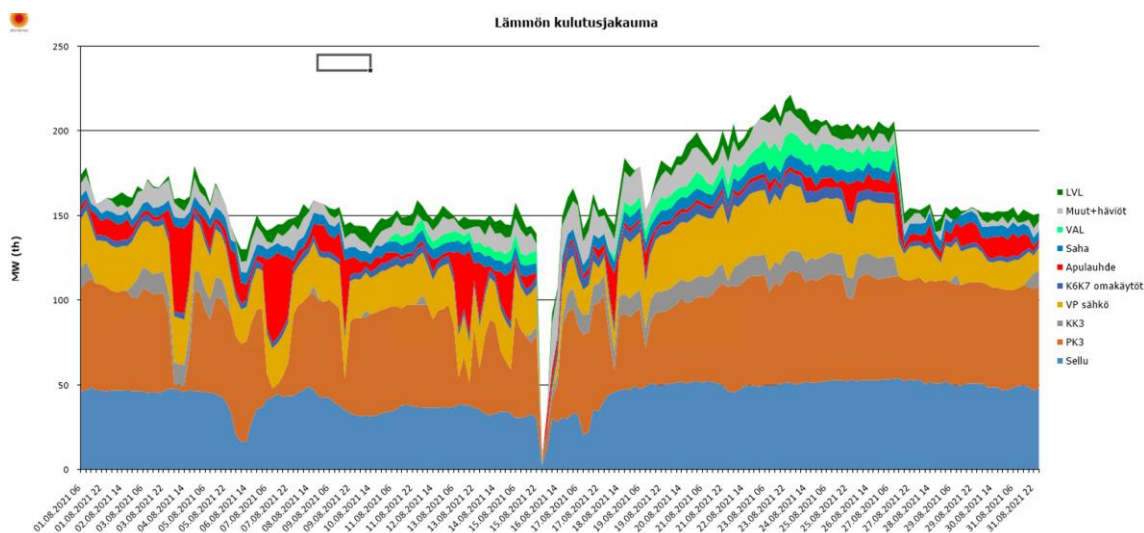
### 8.3.3 Visualisoinnin menetelmät

Varkauden tehtaalla ehkäpä suosituin loppukäyttäjien raportointijärjestelmä on Microsoftin Power Bi. Järjestelmään on kerätty tietoa noin puolitoista vuotta. Kuvassa 17 on esitetty teknisen energiataseen yhteenvedon visualisointi energian historiatrendit välilehdeltä. Tiedot Power Bi ympäristöön kerätään ABB:n toimittamasta Vtrin/RTDb -järjestelmästä, jossa tehtaan tekniset energiataseet lasketaan. Myös Vtrin/RTDb- järjestelmässä tietoa on visualisoitu (kuva 18). Lähtökohtaisesti visualisoinnit on tarkoitettu tehtaan omalle henkilökunnalle ja niille, jotka vastaavat esimerkiksi tehtaan energian tuotannosta, energiatehokkuudesta ja energian budjetoinnista. Kuukausitason lukuja ja visualisointeja käytetään mm. energian tuotannon ja kulutuksen seurannassa, seuraavan vuoden energiabudjetin suunnittelussa, kannattavuustarkasteluissa sekä esitysmateriaaleissa. Kolmantena järjestelmänä käytössä on Honeywellin MES/OptiVision tehdasjärjestelmä, jonka avulla tehdään tuotannonohjausta (kuva 19). MES-järjestelmässä esitetään tiivistetysti muun muassa tehtaan höyryntuotanto, polttoainejakaumaa ja sähkön tuotantotietoja. Historiatietoja näkyy muutaman vuorokauden taaksepäin. Neljäntenä on käytössä Wedge-prosessitiedon analysointijärjestelmä (kuva 20), joka on tekninen työkalu mm. energiatietojen reaaliaikaisen tiedon seuraamiseen ja analysointiin. (Haastateltava G 2021.)



KUVA 17. Tekninen energiatase -yhteenveto Microsoftin Power Bi ympäristössä (Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021).

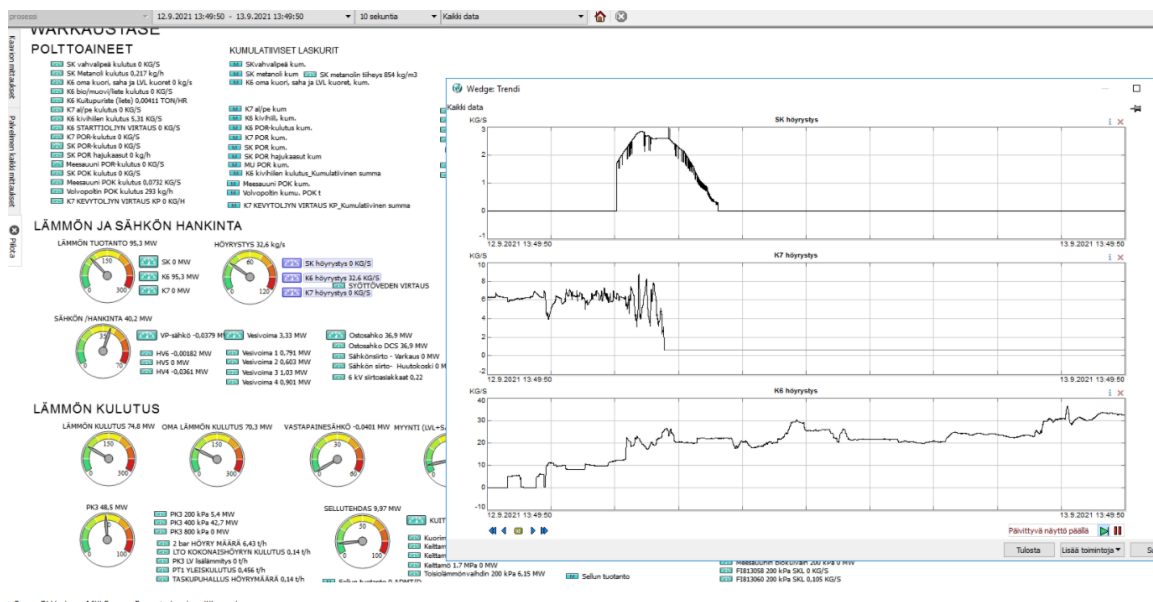




KUVA 18. Lämmön kulutusjakauma visualisointi ABB:n toimittamassa Vtrin/RTDb energian las-kenta/raportointijärjestelmässä (ABB Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a).



KUVA 19. MES/OptiVision järjestelmän energianäyttö (Honeywell Oy julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a).



KUVA 20. Mittarikuvaajat ja trendinäkömä Wedge prosessitiedon analysointityökalussa (Trimble Inc julkaisuaika tuntematon; Haastateltava G 2021a).

### 8.3.4 Saavutetut hyödyt ja haasteet

Visualisointi on tehnyt monimutkaisen metsäteollisuusintegraatin energiatiedon ymmärtämisestä helpompaa. Hyöty on todettu siten että visualisoinneista on saatu positiivista palautetta työntekijöiltä. Suurimpana haasteena visualisoinnissa on se, ettei aina ole selvää mitä visualisoinneilla halutaan kuvata ja kuinka niitä pystytään käytännön tasolla hyödyntämään. Uusien työkalujen käytön opettelu ja hyödyntäminen vie myös aikaa. (Haastateltava G 2021.)

### 8.3.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

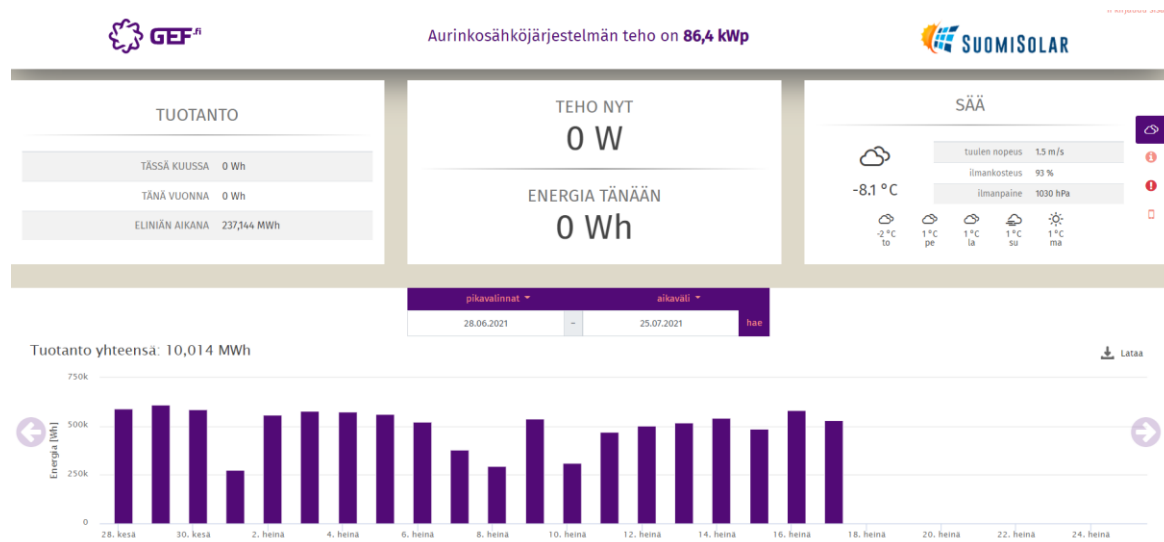
Stora Enso on päästökauppaan kuulumisen myötä lakisääteisesti velvoitettu suorittamaan perustason hiilijalanjalan laskentaa poltettavien polttoaineiden osalta. Päästöluvan tarkkailusuunnitelmassa on tarkasti määriteltä, kuinka CO<sub>2</sub>-päästöt tulee laskea, mitä mittalaitteita ja laskentakertoimia käytetään, mitä kalibrointivaateita mittalaitteisiin liittyy jne. Lisäksi ulkopuolinen tarkastaja eli ns. päästöjen todentaja varmistaa, että laskelmat on tehty tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Päästökauppaan kuuluvat toiminnanharjoittajat saavat tietyn määrän ilmaisia päästöoikeuksia tehtaan loppuotteiden, tuotantomäärien ja esim. oman sähkön kulutuksen perusteella. Mikäli omat päästöt alittavat ilmaisten päästöoikeuksien määrän, voidaan ylijääneet päästöoikeudet myydä päästökaupparmarkkinoilla. Mikäli päästöt ylittävät ilmaisten oikeuksien määrän, joudutaan markkinoilta ostamaan lisää päästöoikeuksia. Stora Enso ei tällä hetkellä tee päästöjen kompensointia. Ongelmana kompensoinnissa ovat tuplalaskenta ja se ettei kompensoinnin tapoja pidetä uskottavana. (Haastateltava G 2021.)

## 8.4 Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointi

Haastattelukysymyksiin Kuopion kaupungin valtuustotalon aurinkopaneelien visualisoinnista vastasi Kuopion Tilapalvelujen järjestelmä- ja automaatioasiantuntija Haastateltava H sähköpostitse 27.8.2021. Katolla olevien aurinkopaneelien toimintaa ja hyötyjä visualisoidaan info-TV:n avulla. Tällä konkretisoidaan muutoin näkymätöntä järjestelmä kiinteistössä asioiville ja työskenteleville.

Aurinkopaneeleista sähkö johdetaan tasavirtakaapeleilla inverttereille ja edelleen vaihtosähkönä rakennuksen sähköverkkoon. Inverttereiltä luetaan hetkittäinen ja tuotettu energiamäärä ja välitetään info-TV ruudulle (kuva 21). Lisäksi näytölle luetaan palveluntarjoajan palvelimelta alueen sääennuste. Visualisointi on tarkoitettu kaikille asiasta kiinnostuneille. Haasteena toteutuksessa oli löytää info-TV:lle optimaalinen paikka. Visualisoinnista saatua tietoa on käytetty markkinoinnissa sekä uusia aurinkopaneeli-investointeja mietittäessä. (Haastateltava H 2021.) Kuopion Tilapalvelut pilotoi vuonna 2022 yhden uuden kohteen osalta aurinkopaneeliparikohtaista energiantuottoraportointia, mikä mahdollistaa järjestelmän toimivuuden tarkkailun paremmin kuin seuraamalla pelkkää kokonaistuotantoa. Kokonaistuotannosta on vaikea havaita ison paneelijoukon vikaantumista. (Haastateltava H 2022.)

Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisoinnin tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 6.



KUVA 21. Green Energy Finland Oy:n (GEF) Suomi Solar Oy:lle tuottama visualisointijärjestelmä. Kuopion valtuustotalon katolla olevien aurinkopaneelien tuoton visualisointi. Kuvakaappaus kesä-heinäkuun energiantuotannosta vuonna 2021 on otettu maaliskuussa 2022, joten osa tiedoista osoittaa nollaa. (Green Energy Finland Oy 2022.)

## 8.5 Kuopion Vesi Oy

Kuopion kaupungin omistama Kuopion Vesi Oy on vesihuoltolaitos, joka huolehtii toiminta-alueellaan veden hankinnasta ja -jakelusta, jäte- ja hulevesien johtamisesta sekä lietteiden ja jätevesien käsittelystä. Lisäksi yritys toimittaa vettä osalle vesiosuus-kunnista ja ottaa vastaan jätevettä puhdistettavaksi. Yritys toimii pääsääntöisesti asemakaavoitetuilla alueilla eli keskeisellä kaupunkialueella, Melalahden, Kurkimäen, Vehmersalmen, Karttulan, Nilsiä, Juankosken ja Maaningan taajamissa. Yritys huolehtii myös Siilinjärven vesihuollosta. (Kuopion kaupunki julkaisuaikea tuntematon.)

Kuopion Vesi Oy:llä alkaa maaliskuussa 2022 pilotti, jossa kehitetään veden etäluenta. Pilotin toteutuksesta haastateltiin Kuopion vesi Oy:n asiakaspalvelupäällikköä Haastateltava I:tä sekä it-asiantuntija Haastateltava J:tä. Pilotointikohteita on noin kuutisenkymmentä ja ne sijaitsevat keskeisellä kaupunkialueella. Tavoitteena on jollain aikavälillä korvata kaikki mittarit etälueuttavilla mittareilla.

Todellisuudessa niitä ei ole kannattavaa asentaa kaikkiin kohteisiin kuuluvuusongelmien tai vähäisen vedenkäytön takia.

Kuopion Vesi Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 7.

Pilotin tarkoituksena on Haastateltava I:n ja Haastateltava J:n (2021) mukaan:

- Saada kokemuksia etäluettavien mittareiden käytöstä.
- Saada kustannushyötyjä.
- Luoda asiakkaille visualisointi, jossa he pääsevät tarkastelemaan omia vedenkulutustietoja tunti-, vuorokausi-, kuukausi- ja vuositasolla.

Haastateltava I:n ja Haastateltava J:n (2021) mukaan Suomessa ei olla vielä merkittävästi visualisoitu vedenkulutustietoja asiakkaille. Kuopion vedellä on asiakaspalvelukäytössä Suomen Vesitieto Oy:n tarjoama Vesitieto-asiakastieto- ja laskutusjärjestelmä. Nykyinen Vesitili-verkkopalvelu on kiinteistönomistajien, isännöintitoimistojen sekä kiinteistöhuoltoyritysten käytössä. Asiakasnäkyessä on esitetty edellisvuoden kokonaiskulutus palkkina.

Visualisoinnin vähäiseen nykytilaan vaikuttavat Haastateltava I:n ja Haastateltava J:n 2021 mukaan:

- Käytössä olevat vanhat asiakastietojärjestelmät, joissa ei ole minkäänlaista portaalia kuluttajille, jotta he pääsisivät tarkastelemaan omia tietojaan.
- Kerran vuodessa kerätyt vesimittarilukemat eivät ole niin informatiivisia ja tarkkoja että visualisointi olisi ollut mahdollista, saati hyödyllistä.

Visualisoinnin näkymä suunnitellaan kaikille asiakkaille samanlaiseksi. Isännöitsijöille luultavasti rakennetaan erilainen käyttöliittymä samalla näkymällä, jotta he voivat tarkastella useampia kohteita yhtä aikaa. Luultavasti visualisointi tulee olemaan pylväsdiagrammi muodossa, jossa kulutustieto on skaalautuvaa tuntitasosta vuositasolle. Alussa visualisointi pyritään pitämään hyvin yksinkertaisena ja selkeänä. Visualisointiin lisätään luultavasti myöhemmin myös vuotöhälytykset, mittarin jäätymishälytykset sekä vedenkulutusta havainnollistavia selityksiä. Lopulliset päätökset siitä mitä tietoja asiakkaille kannattaa esittää hahmottuvat vasta pilotin päätyttyä. Alussa raportointinäkymä on selainpohjainen mutta jossain vaiheessa on tarkoitus hankkia erillinen sovellusversio, josta asiakas huomaa hälytystiedot helpommin. (Haastateltava I & Haastateltava J 2021.)

Muutamit jo kulutustietoja asiakkaille tarjoavat vesilaitokset ovat päätyneet esittämään kulutuksen vuorokausitasolla. Tällöin kuluttajalle ei kyetä esittämään esimerkiksi tuntitason käyriä. Vuorokausitason mittauksen ensisijainen idea on luultavasti hyödyntää tietoa laskutuksessa eikä niinkään asiakkaan informointi. Kulutustiedon visuaalista puolta ei välttämättä olla mietitty lainkaan. Tämä johtuu osaltaan siitä, ettei vesilaitoksilla ole samanlaista kilpailua kuin esimerkiksi sähköyhtiöillä. Hankinnoissa ja uudistuksissa mennään vain välttämättömimmän tarpeen mukaan. (Haastateltava I & Haastateltava J 2021.)

Haastateltava I ja Haastateltava J (2021) kertovat etäluettavien mittareiden haasteiksi:

- Kuuluvuusongelmat, joka voi johtua esim. mittari sijaitsee tiedonsiirtoverkkojen katvealueella tai paikassa, jossa on langattoman yhteyden läpäisemättömät betoniseinät.

- Mittareiden sisältämät kellot voivat lähettää virheellisiä mittausaikoja.
- Automaattisissa jäätyishälytyksissä on huomattu olevan ongelmia.
- Etäluettavat mittarit ovat kalliimpia kuin perinteiset mittarit.

Haastateltava I ja Haastateltava J (2021) kertovat etäluettavien mittareiden hyödyiksi:

- Asiakaspalvelun laatu paranee ja kustannukset pienenevät, kun epäselviä lukemia ei tarvitse erikseen selvittää.
- Kiinteistön omistajuuden vaihtolanteessa tiedetään suoraan mistä lukemasta uutta omistajaa aletaan laskuttamaan.
- Vesilasku todelliseen kulutukseen perustuvana tasauslaskuna, mikä postaa arviolaskituksen arvaamattomuutta. Tasauslukeman perusteella lähetetyn laskun suuruus on voinut yllättää asiakkaan, mikäli laskutus on tehty väärän arvion perusteella pitkän aikaa.
- Etäluettavilla mittareilla ja tuntitason kulutustietojen avulla voidaan nopeammin paikantaa verkoston vuotokohdat ja asiakkaiden vesikalusteiden vuodot.
- Automaatiojärjestelmiä voidaan ajaa tuntikohtaisten kulutuskäyrien perusteella, mikä tuo kustannussäästöjä, kun pumppujen ei tarvitse pyöriä täysillä koko ajan.
- Tietyn alueen maksimikulutustietoja voidaan käyttää verkoston suunnittelussa ja mitoituksessa samanlaisissa kohteissa.
- Verkoston saneeraustarvetta voidaan arvioida vedenkulutuksen suhteellisen kasvun avulla.

## 8.6 Savon Voima Oyj

Savon Voima Oyj on energiapalveluita tarjoava energiakonserni. Savon Voima -konsernin muodostavat emoyhtiö Savon Voima Oyj ja sen tytäryhtiöt Savon Voima Joensuu Oy ja Savon Voima Verkko Oy. Konsernin omistaa Savon Energiaholding Oy, jonka omistajia ovat toimialueen 20 kuntaa. Konsernin liiketoimintaa ovat sähköntuotanto, sähkönsiirto ja kaukolämpö sekä energia-alan toimijoille tarjottavat asiakaspalvelut. (Savon Voima Oyj 2021.) Savon Voima -konsernin liikevaihto oli vuonna 2021 228,5 miljoonaa euroa (Savon Voima Oyj 2022). Vuoden 2021 henkilöstömäärä konsernissa oli noin 200 (Savon Voima Oyj 2021). Opinnäytetyötä varten haastateltiin Savon Voima Oyj:n palvelupäällikkö Haastateltava K:ta. Haastattelu pidettiin 24.1.2022. Haastateltava K kertoi energiatiedon visualisoinnista energiayhtiön näkökulmasta.

Savon Voima Oyj:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 8.

Haastateltava K (2021) kertoo sähkön kulutustietojen visualisoinnin syiksi ja tavoitteiksi:

- Sähkö- ja energiayhtiöillä on veloitteita esittää sähkön kulutustietoja asiakkaille sähköisten palveluiden kautta
- Sähkönjakelun mittauksessa ja visualisoinnissa on tavoitteena Sähkömarkkinalain mukaisesti tukea kuluttajien tehokkaampaa energiankulutusta.
- Sähkönmittauksessa on käytössä tuntitasoinen mittaus. Visualisoidussa näkyvässä kulutuksen näkee tuntitason lisäksi myös vuorokausi-, viikko-, kuukausi-, ja vuositasolla.
  - Vuorokausitason tiedot osoittavat sähkön kulutuksen vaihtelun vuorokauden aikana.
  - Kuukausitason tiedosta voi havainnoida sähkön kulutuksen lämpötilariippuvuutta.

- o Vuositason tiedosta voi nähdä mihin suuntaan sähkön kulutus kyseisessä kiinteistössä kehittyy.

Väppi-palvelu on mobiilissa ja selaimessa toimiva palvelu, jonka avulla voi seurata sähkönkulutusta ja hallita sähkösopimuksia. Visualisoidussa näkymässä kulutuksen näkee tunti-, vuorokausi-, viikko-, kuukausi-, ja vuositasolla. Palveluissa on esillä Ilmatieteen laitoksen palvelusta saadut lämpötilat keskilämpötilakäyränä. Hiilijalanjälkitietoja ei ole verkkoyhtiöiden näkymissä laskettu, mutta niitä on esillä joissain sähkönmyyjien palveluissa. Laskenta niissä perustuu ostetun sähkön tuottomuotoon. Savon Voima Oyj:n yli 100 000 sähköverkkoasiakkaasta noin 30 000 on Väppi-palvelun asiakkaita. Vain pieni osa asiakkaista seuraa kulutustaan sivulla säännöllisesti eli noin viikoittain. (Haastateltava K 2022.)

Haastateltava K (2021) arvioi Väppi-palvelussa vierailun syiksi:

- Sähkönjakelun häiriötilanteet
- Käyttäjistä promilleosa tekee itse säättöjä visualisoidun sähkönkulutuksen pohjalta. Vaikutusmahdollisuudet kulujen merkittävään pienentämiseen sähkönkulutuksessa eivät kotitalouksissa ole kovin suuria, ei aktiivisessa kulutuksen seuraamisessa ole välttämättä taloudellista motiivia.

Sähkönmittauksessa ollaan siirtymässä varttituntitasoiseen mittaukseen. Varttituntimittaukseen siirytään sähkömarkkinoiden ja valtakunnan tehtasapainon hallinnan tarpeiden vuoksi. Pientuotanto lisääntyy merkittävästi lähivuosina, mikä lisää sähköverkko-operaattoreiden näkökulmasta hallittavuuden heikkenemistä. (Haastateltava K 2022.)

Haastateltava K:n (2021) mukaan helmikuussa 2022 käyttöön tuleva valtakunnallinen datahub-palvelu muuttaa nykyistä tilannetta siten että:

- Sähkönkäyttäjät voivat nähdä eri verkonhaltijoiden mittaustiedot Suomi.fi -verkkopalvelusta kootusti yhdeltä näkymältä.
- Sähkönostajan ei tarvitse olla verkkopalveluasioissa yhteydessä muihin kuin sähkön myyjään. Taloa rakentaessa tarvitsee yhä sähköliittymän luonnissa tilata kaapelin pää paikalliselta verkkoyhtiöltä ja sopia heidän kanssaan sähköliittymästä.
- Palvelu mahdollistaa sen, että verkkoyhtiöiden hinnastot ja tuotteet ovat selviä ja myyjällä on mahdollisuus niputtaa myynti ja verkkopalvelut laskutettavaksi samalle laskulle.
- Datahub voi tulevaisuudessa keventää verkkoyhtiöiden omaa säilytysvelvollisuutta, mikäli sitä voidaan käyttää historiatiedon virallisena säilytyspaikkana. Verkkoyhtiöillä on velvollisuus säilyttää kulutustietoja vähintään 10 vuotta.

Haastateltava K (2021) kertoo etäluettavien mittareiden haasteiksi:

- kuuluvuusongelmat
- Harvakseltaan käydyissä rakennuksissa sähköt katkaistaan usein lähtiessä pääkytkimestä, mutta Sähkömarkkinalaki edellyttää, että myös kuluttamattoman sähkön tulisi olla mitattua.
- Erikoistapauksissa kuten pienissä ja tilapäisissä sähkönkäyttötarpeissa verkkopalvelu on toteutettu ilman mittausta, jolloin käytetyt energiamäärät arvioidaan.

- Mittarin vaihtamisessa haasteena monesti se, että asennuspaikka on lukittu tila, johon ei ole automaattista pääsyä.
- Mittauksessa siirrytään varttituntitasoiseen mittaukseen, joten mittausdatan määrä nelinkertaistuu. Mittareiden vaihtaminen lisää kustannuksia.

## 9 TULOKSET: ENERGIADATAN VISUALISOINTIPALVELUJA TARJOAVAT YRITYKSET

Tässä osiossa haastateltiin yrityksiä, jotka tuottavat kiinteistöjen energiankulutuksen seurannan raportointiratkaisuja ja säätöjärjestelmiä. Haastattelujen runkona käytettiin liitteessä 1 esitettyjä kysymyksiä. Kysymykset eivät kuitenkaan täysin soveltuneet kaikkiin kohteisiin. Haastattelut suoritettiin etähaastatteluina Microsoft Teams -sovelluksessa.

### 9.1 Quentic GmbH

#### 9.1.1 Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus

Haastattelukysymyksiin Quentic GmbH:n osalta vastasi Sales Manager Haastateltava L haastattelussa, joka järjestettiin 13.9.2021. Haastattelussa käsiteltiin yrityksen tarjoamia ympäristöjohtamisen ja kestäväen kehityksen moduuleja. Quentic on modulaarinen ohjelmisto, jonka avulla yritykset voivat hoitaa työsuojelu- ja ympäristönsuojeluvaatimukset sekä energianhallinnan ja kestäväen kehityksen johtamisen samassa järjestelmässä. Ohjelmassa on erilaisia toimintoja yrityksen prosessien dokumentointiin, analysointiin ja ohjaukseen. Järjestelmää voi käyttää selaimessa tai mobiilisti Quentic App sovelluksella. (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon.) Quentic-ohjelmisto on audiotitu ja virallisesti tarkistettu, että se tukee asiakkaiden hallintajärjestelmiä ympäristöjohtamisen ISO 14001 ja energianhallinnan ISO 50001 standardien mukaisesti.

Quentic GmbH:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 9.

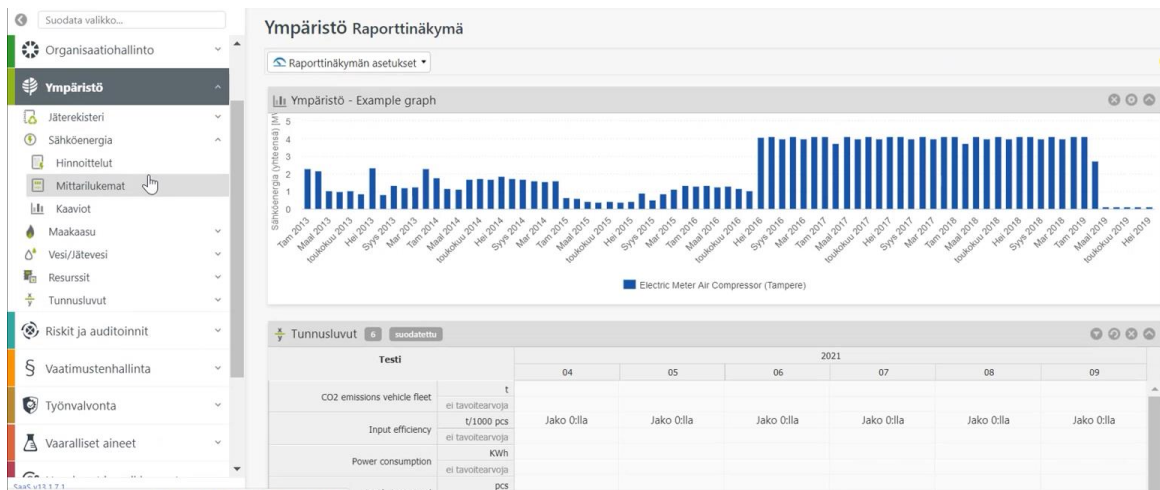
#### 9.1.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

Kerätty tieto tulee mittarilukemista. Osa asiakkaista syöttää mittarilukemat tai palveluntarjoajien laskuista kulutuslukemat käsin ohjelmaan. Toisilla asiakkailla tieto luetaan suoraan älymittareista tai tietokannasta suoraan ohjelmaan. (Haastateltava L 2021.)

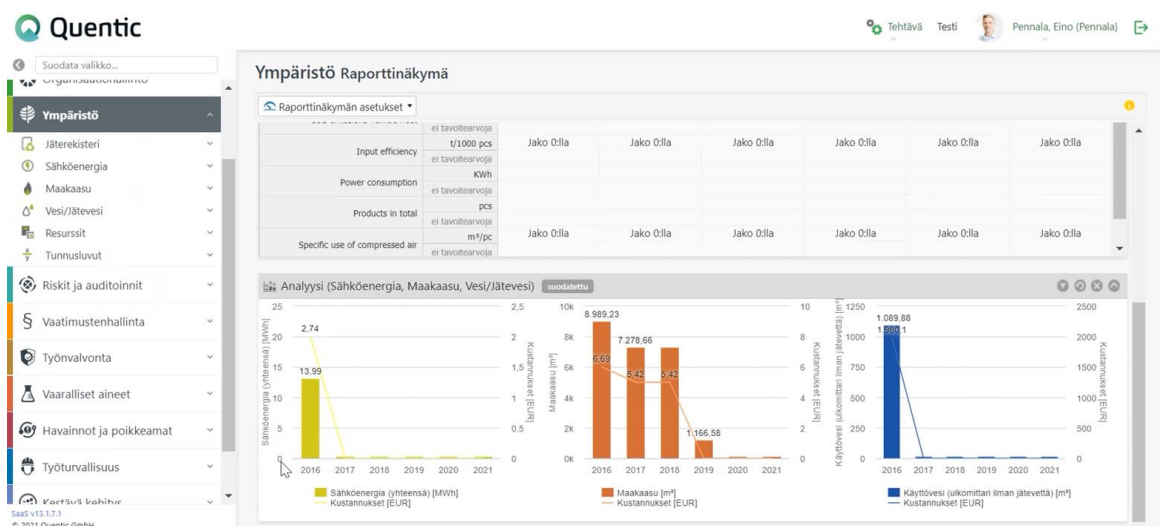
#### 9.1.3 Visualisoinnin menetelmät

Ympäristömoduuli on tarkoitettu energiadatan tilastojen ylläpitoon ja visualisointiin. Visualisoita-via resursseja ovat esimerkiksi sähköenergian, maakaasun ja veden kulutustiedot. Lisäksi asiakas voi itse luoda resursseja kuten päästötietoja, joita haluaa visualisoidan. Hinnoittelutietoihin saadaan syötettyä, onko käytetty energia atomienergiaa, fossiilista vai uusiutuvaa energiaa. (Haastateltava L 2021.) Sähköenergian kulutus (MWh) pylväskaaviona on esitetty kuvassa 22. Sähköenergian, maakaasun ja vedenkulutustietojen visualisointi pylväskaavioilla on esitetty kuvassa 23.



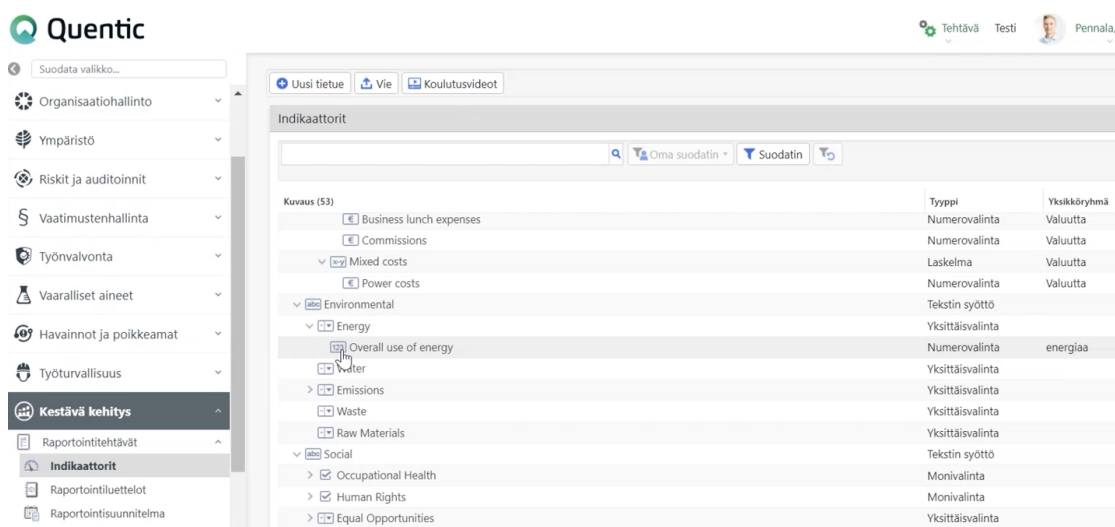


KUVA 22. Sähköenergian kulutus (MWh) pylväskaaviona Qenticin ympäristömoduulissa (Qentic GmbH julkaisuaika tuntematon a; Haastateltava L 2021).



KUVA 23. Sähköenergian, maakaasun ja vedenkulutustietojen visualisointi pylväskaavioilla Qenticin ympäristömoduulissa (Qentic GmbH julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava L 2021).

Kestävän kehityksen moduulissa asiakas voi asettaa tarkempia indikaattoreita vastuullisen toiminnan seuraamiseksi (kuva 24). Sinne voidaan syöttää esimerkiksi aurinkoenergian osuus kulutetusta energiamäärästä tai hiilidioksidipäästöjen määrä. Ohjelmisto taipuu yksilöllisiin tarpeisiin ja kykenee minkä tahansa resurssin ja kestävän kehityksen tiedon keräämiseen ja havainnollistamiseen. Qentic tarjoaa työkalut mutta asiakas itse määrittää visualisoinnin ulkomuodon. Asiakas voi esimerkiksi valita kaaviotyyppiä joko pylväät, pinon, viivat tai ympyrän. Esimerkki kestävän kehityksen moduulin dashboard näkymästä Qenticissa on esitetty kuvassa 25. (Haastateltava L 2021.)



KUVA 24. Kestävän kehityksen moduulissa asiakas voi asettaa tarkempia indikaattoreita vastuullisen toiminnan seuraamiseksi (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava L 2021).



KUVA 25. Esimerkki kestävän kehityksen moduulin dashboard näkymästä Quenticissa (Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon d, 2).

#### 9.1.4 Hyödyt ja haasteet

Haasteena raportoinnin luomisessa ovat integraation rakentaminen ohjelmistoon ja tiedon kerääminen. Haastateltava L (2021) luettelee Quenticin käytön hyödyiksi:

- Merkittävä ajansäästö kun raportointia voidaan tehdä toimipiste- ja konsernitasolla. Yhteenvedossa voidaan ilmoittaa esimerkiksi koko konsernin hiilijalanjälki tai energiankulutus. Myöskään eri mittayksiköissä ja valuutoissa olevia tietoja ei tarvitse lähettää erikseen. Tieto saadaan hetkessä ilman käsin laskentaa tai lukemien pyörittelyä Excelissä.
- Tavoitteiden asettaminen ja edistymisen seuraaminen.
- Säästöjen saaminen ja kehityskohteiden löytäminen.
- Vaatimusten mukainen ja uskottava ympäristöjohtaminen, kestävään kehitykseen panostaminen ja sen selkeä raportointi lisäävät yritysten kilpailukykyä.

## 9.2 Enerkey Oy

### 9.2.1 Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus

EG EnerKey Saas ohjelmasta haastateltiin EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Manageria Haastateltava M:ää haastattelussa, joka järjestettiin 15.9.2021. EG EnerKey Saas on yritysten energianhallintaan ja vastuullisuusraportointiin tarkoitettu pilvipohjainen ratkaisu. Palvelu auttaa organisaatioita tunnistamaan energiansäästöpotentiaalit ja päästöt koneoppimisen ja tekoälyn avulla. Seurantaan ja hallintaan tarvittavat resurssi- ja kulutustiedot, raportit ja analyysit löytyvät yhdestä paikasta. Ohjelma sisältää energiajohtamisen työkalut, CO<sub>2</sub>-päästöjen raportoinnin, automaattiset kulutushälytykset ja kustannusraportit. EG EnerKey Saas-ohjelma täyttää ISO 50001 ja ISO 14001 standardien mukaiset energianhallinnan ja ympäristöjohtamisen vaatimukset. (EnerKey Oy julkaisuaika tuntematon.)

EnerKey Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 10.

### 9.2.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

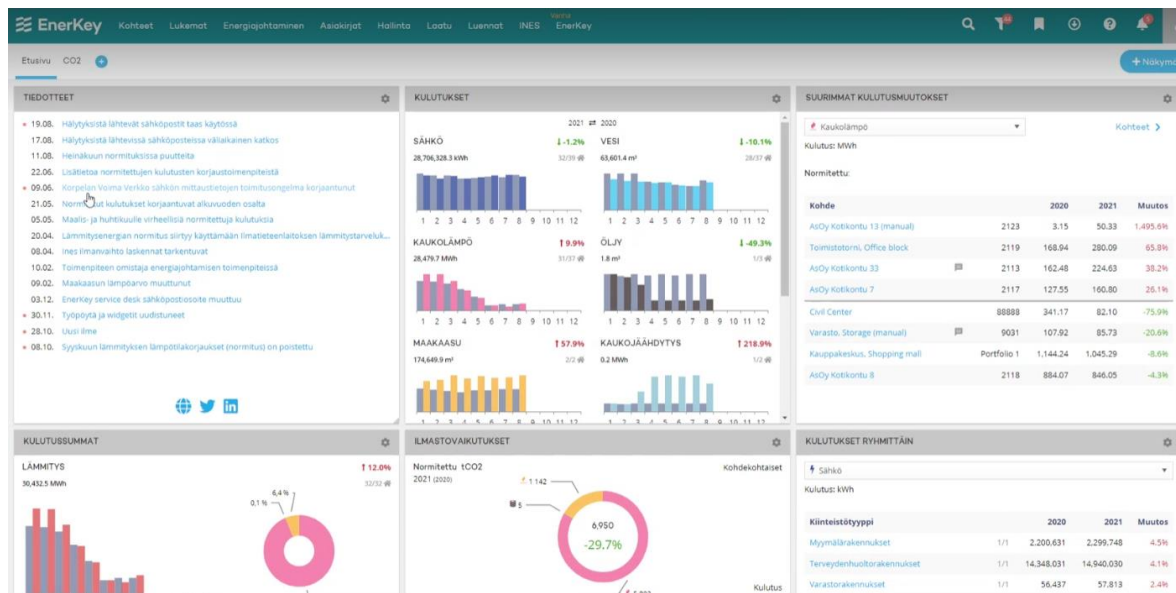
Mittaustiedon lähteeksi Haastateltava M (2021) kertoo:

- Energiayhtiöiltä data saadaan yhä enemmän suoraan tiedonsiirtona.
- Sähkön osalta data tulee lähes kokonaan verkkoyhtiöiltä ja helmikuusta 2022 lähtien datahubista.
- Kaukolämmön osalta tiedot pyydetään kaukolämpöyhtiöiltä ja tiedot toimitetaan tiedonsiirtona EnerKeylle.
- Pienillä kaukolämpöyhtiöitä ei välttämättä ole mahdollisuutta toimittaa kaukolämpödataa, jolloin paikan päälle tarvitaan viedä jonkinlainen mittauspääte, joka kerää datan mittarilta ja lähettää sen raportointijärjestelmään.
- Höyryn, öljyn sekä muiden erikoisempien mittausten kohdalla ei välttämättä ole käytössä mitään älykästä mittaria, jolloin kulutuslukemat syötetään manuaalisesti.
- Vedenkulutustietoja saa suoraan vain harvoilta vesiyhtiöiltä, koska älykkäiden vesimittareiden määrä on vielä vähäinen. Suomessa toimii muutamia yrityksiä, jotka ovat keskittyneet älykkäisiin vesimittauksiin. EnerKey tekee yhteistyötä Envera Oy:n kanssa, joilla oma portaali (Fiksuvesi), joka on keskittynyt veden seurantaan ja sieltä saadaan vedenkulutustiedot tiedonsiirtona EnerKeyn järjestelmään.

### 9.2.3 Visualisoinnin menetelmät

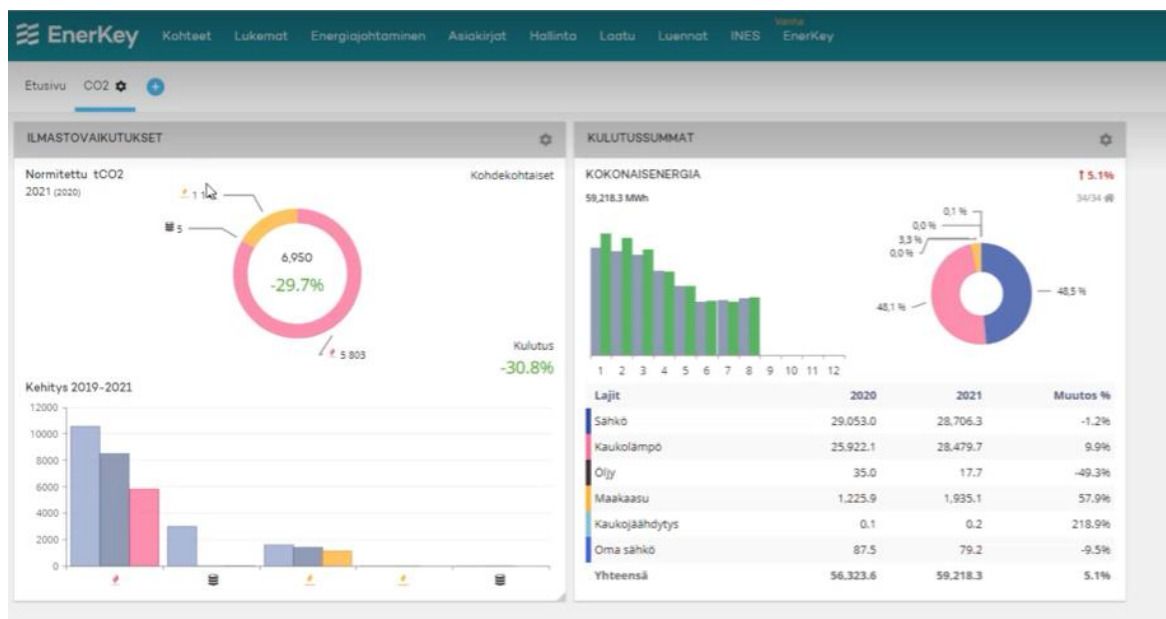
Enerkeyn etusivulla on erilaisia widgettejä eli minisovelluksia, joita pystyy muokkaamaan ja räätälöimään omiin tarpeisiin. Oletusnäkyvässä näkyy koko kiinteistöportfolion energiankulutuksen kehitys. Kulutukset nähdään energialajeittain esim. vesi, maakaasu, öljy, kaukolämpö ja kaukojäähdytys. Lisäksi esitetään summaenergialajit kuten lämmitys ja kokonaisenergia. Myös liikennepolttoaineet voidaan raportoida. Lämmitykseen saa asetettua näytetäänkö mitattua vai normitettua kulutusta. Yleensä käytetään normitettua kulutusta, koska siitä on vähennetty ulkolämpötilan vaikutus, jolloin data on vertailukelpoisempaa. Etusivun (kuva 26) visualisointien tarkoituksena on antaa yleiskuva

kulutusten kehityksestä. Yleensä kulutusta verrataan edelliseen vuoteen. Suurimmat kulutusmuutokset widgetistä pääsee vertailemaan yksittäisten kiinteistöjen energialajien kulutuksia. Siinä nähdään missä kiinteistössä kulutus on kasvanut tai laskenut prosentuaalisesti eniten. Voidaan tarkastella suhteellista tai määrällistä muutosta. Kyseisen widgetin tarkoituksena on löytää poikkeavat kiinteistöt ja arvot yhdellä silmäyksellä. (Haastateltava M 2021.)



KUVA 26. EG EnerKey Saas ohjelmiston etusivu (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon b; Haastateltava M 2021).

Käyttäjä voi itse tehdä useita etusivuja ja esittää siinä haluamansa tiedot. Kuvassa 27 on esitetty esimerkki päästöjen etusivusta. Lämmityksen kulutussummat widget kertoo saman asian kuin kokonaisenergian kulutussummat, mutta siinä eri lämmityslajien osuus eritellään tarkemmin. Ilmastovaikutukset widgetissä energialajien käyttömäärät muutetaan hiilidioksiditonneiksi, jolloin saadaan ilmastovaikutukset selville. EnerKeyssä on kahdenlaisia päästökertoimia kohdekohtaisia ja maakohtaisia. Kohdekohtaiset kertoimet tarkoittavat itse asetettuja arvoja. Mikäli kiinteistössä käytetään vihreää sähköä, niin päästöt voi asettaa nolaksi sen osalta. Maakohtaisilla kertoimilla tarkoitetaan Suomen keskimääräisiä päästökertoimia. Molempia on hyvä tarkastella rinnakkain, jotta nähdään keskimääräiset päästövaikutukset maatasolla. Maakohtaisia päästökertoimia päivitetään kerran vuodessa. Tulevaisuudessa Paikallisoima Ry toimittaa ajankohtaisia paikkakuntaakohtaisia päästökertoimia kaukolämmön tuottajilta. (Haastateltava M 2021.)

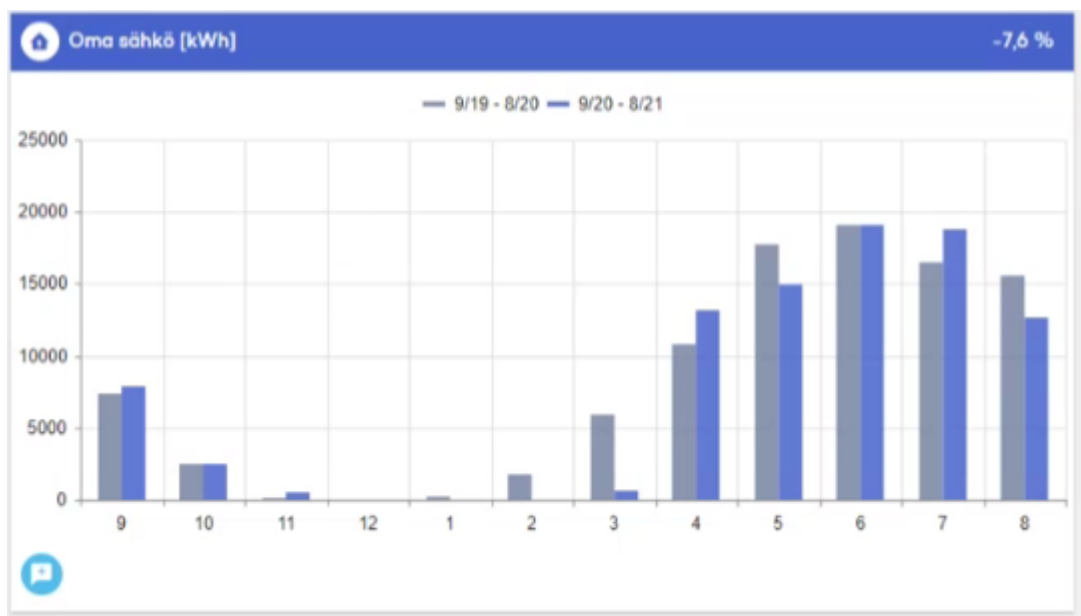


KUVA 27. CO<sub>2</sub>-päästöjen etusivu EG EnerKey Saas ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava M 2021).

Energiayhtiöt lähettävät edellisen vuorokauden kulutuksen kerran päivässä tiedonsiirtona yöaikaan. Data ei siis ole reaaliaikaista, vaan kulutustietoja voidaan tarkastella edelliseltä vuorokaudelta (kuva 28). Reaaliaikaisen tiedon näyttäminen on mahdollista, mutta se riippuu siitä, kuinka usein tietoa lähetetään. Tällä hetkellä maksimiresoluutio on tuntitason kulutusta. Sähkön osalta ollaan vuonna 2023 Euroopan osalta siirtymässä varttituntitason tarkasteluun, jonka myös EnerKey ottaa käyttöönsä. Energianjohtamistyön portfolioissa ei yleensä tarvita tarkempaa resoluutiota. Kiinteistöanalyysin sovelluksissa voidaan tarvita tarkempaa dataa. Mikäli tarvetta on pienemmälle resoluutiolle, voidaan EnerKeyssä tehdä linkkejä ulkoisiin järjestelmiin kuten rakennusautomaatiojärjestelmään. Itse tuotettua energiaa kuten aurinkosähköä voidaan raportoida oma sähkö -osiossa, jossa voidaan tarkastella kohdekohtaista sähköntuotantoa (kuva 29). Myös rakennuksen ilmanvaihdon, kylmälaitteiden tai lämpöpumppujen kuluttamaa sähköä voidaan kuvata omina energialajeinaan, mikäli mittareita löytyy. Kokonaissähkö osoittaa todellisen kulutuksen, kun itse tuotettu sähkö otetaan huomioon. (Haastateltava M 2021.)



KUVA 28. Tuntitason energiankulutus EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon d; Haastateltava M 2021).



KUVA 29. Oman sähköntuotannon raportointia EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon e; Haastateltava M 2021).

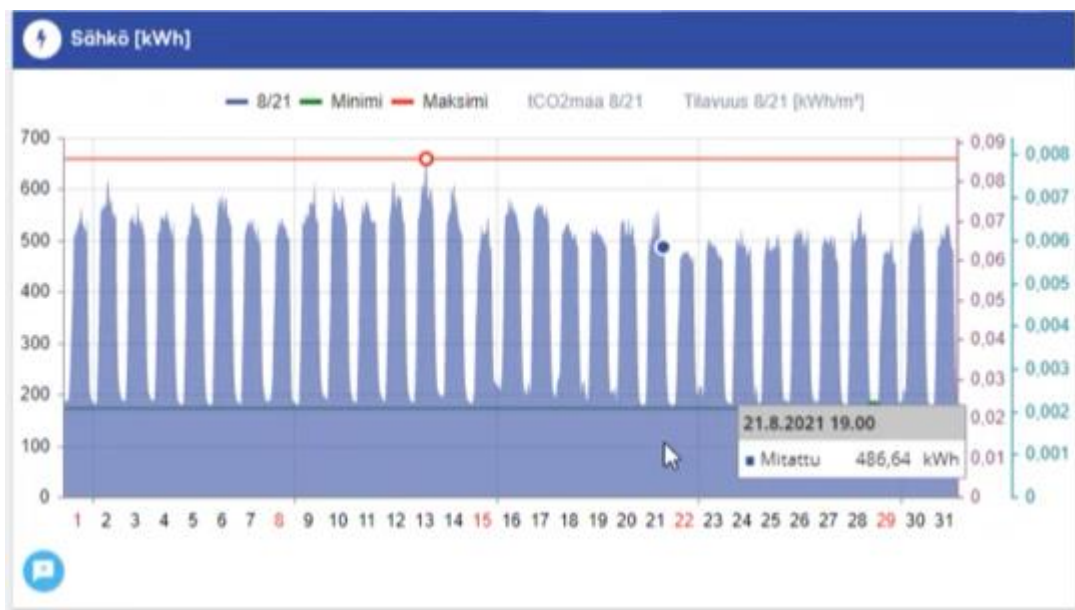
Kuvassa 30 on esitetty kuukausittainen kulutus pylväskuvaajan avulla. Kuvaajaan on mahdollista saada myös kuukausittainen maksimiteho näkyviin, jolla on vaikutusta esimerkiksi sähkön perusmaksuun. Ominaiskulutuksista voi myös lisätä esimerkiksi CO<sub>2</sub> -päästöjen kuvaajat pylväskuvaajien ylle. Kulutusarvot esitetään yleensä pylväskuvaajilla ja muut liittyvät arvot viivakuvaajilla. Pylväskuvaaja on myös mahdollista piilottaa kuvasta ja esittää vain valittu ominaiskulutus (kuva 31). Pylvästä painettaessa voidaan porautua tiettyyn kuukauteen, jonka kulutusprofiilia päästään tarkastelemaan tuntitasolla. Tällöin nähdään pienimmät ja suurimmat kulutukset. Porautumalla päästään tarkastelemaan kuvaajaa myös vielä tarkemmin. Kuukausikohtainen sähkönkulutusprofiili on esitetty kuvassa 32. Pitkän ajan kehitystä voidaan seurata trendiraportissa esimerkiksi useamman vuoden osalta (kuva 33). Trendiraportista voidaan nähdä, onko esimerkiksi oma sähköntuotanto pysynyt sillä tasolla kuin mitä valmistaja on luvannut. Ennusteraportti (kuva 34) näyttää mikä energiankulutus on vuoden lopussa, jos jatketaan samalla linjalla. Ennusteraportista nähdään, paljonko mitattu kulutus on ollut siihen mennessä. Valittavana kaksi erilaista ennustetta: edellinen vuosi korjattuna ja edellisen vuoden toteuma. Edellinen vuosi korjattuna tarkoittaa sitä, että jos nykyisen vuoden kulutuksia verrataan edelliseen vuoteen, niin oletuksena on, että loppuvuosi mennään samalla prosentuaalisella kulutuseroilla. Edellisen vuoden toteuma taas tarkoittaa sitä, että siinä oletetaan loppuvuoden kulutukset yhtä suuriksi kuin mitä ne edellisenä vuonna ovat olleet. (Haastateltava M 2021.)



KUVA 30. Kuukausittainen sähkönkulutus pylväskaaviona ja maksimiteho viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon f; Haastateltava M 2021).



KUVA 31. Sähkönkulutuksen kustannukset viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon g; Haastateltava M 2021).

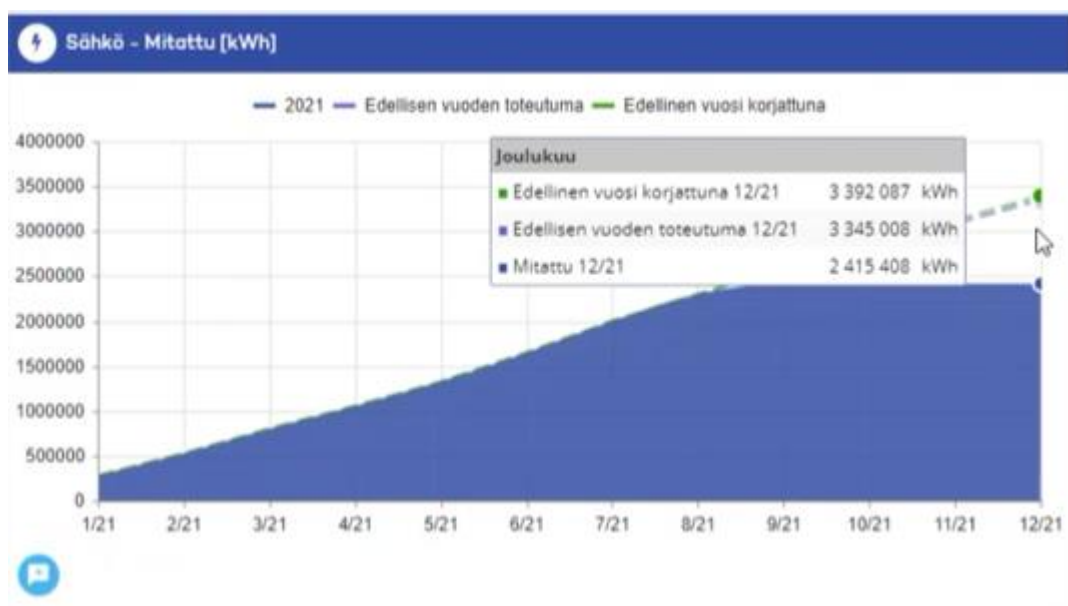


KUVA 32. Kuukausikohtainen sähkönkulutusprofiili, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon h; Haastateltava M 2021).



KUVA 33. Trendiraportti useamman vuoden ajalta, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon i; Haastateltava M 2021).





KUVA 34. Ennusteraportti, josta nähdään kulutusennuste vuoden lopussa, edellinen vuosi korjattuna ja edellinen vuosi toteutmana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon j; Haastateltava M 2021).

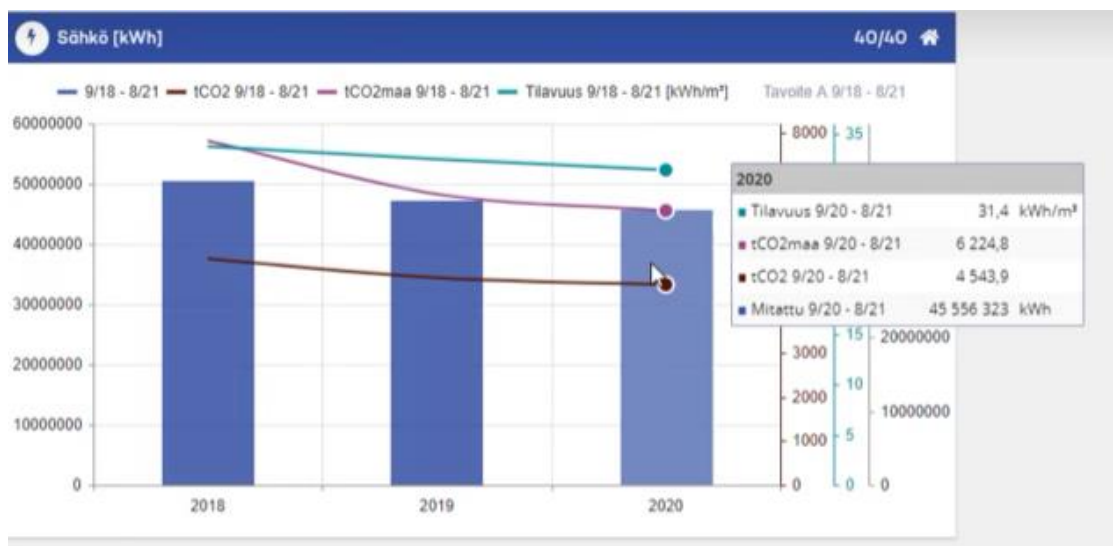
#### 9.2.4 Hyödyt

EnerKey:n verkkosivuilla (EnerKey Oy julkaisuaika tuntematon) luetellaan EG EnerKey Saas:n hyödyiksi:

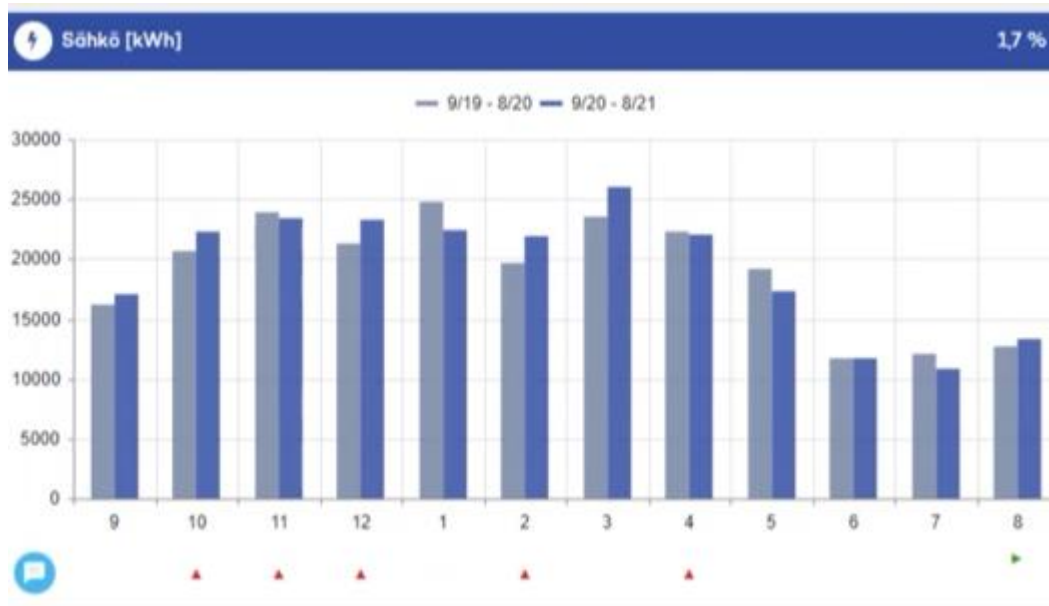
- Kulutustiedot, kattava suunnittelu ja energiatehokkuustoimenpiteet mahdollistavat pitkällä aikavälillä jopa 30 % kustannussäästöt pienentämällä energiankulutusta.
- Aikaisempien energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten seuraaminen.

#### 9.2.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Työn alla ovat CO<sub>2</sub> -raportointiin liittyvät kehitykset. Tarkoituksena on lisätä mahdollisuus asettaa CO<sub>2</sub> -päästöille tavoite erikseen, koska monilla yrityksillä tavoite saavuttaa hiilineutraalisuus vuoteen 2025 mennessä. Esimerkiksi kuvassa 35 näkyvät CO<sub>2</sub> -päästöt viivoina, mutta tähän kuvaajaan on tarkoituksena lisätä tavoiteviiva, joka laskisi kohti nollaa ja saavuttaisi sen vuonna 2025. Kun tavoite olisi tiedossa, niin voitaisiin ryhtyä suunnittelemaan toimenpiteitä, joilla hiilineutraaliustavoitteet saavutettaisiin. Lisäksi on tarkoitus lisätä energiaojohtamisen osioon oma kohta CO<sub>2</sub> -päästöille, jossa voidaan suunnitella tulevia toimenpiteitä ja verrata niitä tavoitteisiin. Yksi kehityskohde ennusteraportissa on lisätä hiilineutraaliuden tiekartta. Aikajanelle voisi palkkikuvaajien yläpuolelle asettaa toimenpiteitä, joita tiettyinä aikoina toteutetaan ja milloin niiden vaikutus alkaisi. Kulutushälytyksissä voidaan liikennevalomallin avulla kuvata kolmiolla hälytysten tilaa (kuva 36). Tavoitteena on, että sinne voisi asettaa myös energiatehokkuuskomentteja ja toimenpiteitä. Punaisella näkyvät selvitettävät toimenpiteet, selvityksessä olevat näkyvät keltaisella ja selvitetty näkyvät vihreällä. (Haastateltava M 2021.)



KUVA 35. Kehityksen alla oleva CO<sub>2</sub> -päästöjen tavoiteviiva EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon k; Haastateltava M 2021).



KUVA 36. Kulutushälytykset värillisinä kolmioina sähkönkulutuksessa EG EnerKey Saas -ohjelmistossa (Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon l; Haastateltava M 2021).

### 9.3 Granlund Oy

#### 9.3.1 Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus

Granlund Manager on kiinteistöjohtamisen ohjelmisto, jonka dynaamisilla ja kustomoitavilla raportointityökaluilla voidaan seurata reaaliajassa kiinteistön energiankulutusta ja ylläpidon prosesseja. Perinteisten raporttien lisäksi käytössä on myös Microsoftin Power BI -teknologialla toimiva dynaaminen KPI raportointi. Ohjelmisto on ympäristönhallintajärjestelmänä ISO 14001 -sertifikaatin mukainen (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon, a.) Haastattelukysymyksiin Granlund Managerin osalta vastasi Granlund Oy:n Kuopion toimipisteen kiinteistönpidon osastonjohtaja Haastateltava N haastattelussa, joka järjestettiin 16.9.2021.

Haastateltava N (2021) mukaan Granlund Manageria käytetään:

- kiinteistöjohtamiseen

- investointien seurantaan
- tavoitteiden seurantaan
- kustannusten seurantaan
- erilaisiin sertifikaatteihin liittyvän velvoitetarkkailun vaatimien arvojen seurantaan eri toimialoilla ja erilaisissa kohteissa.

Eri käyttäjille voidaan räätälöidä erilaiset toiminnallisuudet. Ohjelmiston käyttäjiä ovat palveluntuottajat, kiinteistönomistajat ja heidän valtuutuksellaan toimivat henkilöt kuten kiinteistönhoitajat. Ohjelmisto toimii pilvipohjaisena SaaS-palveluna ja uusi versio julkaistaan joka kuukausi. Ohjelmistoa voidaan käyttää mobiilisovelluksessa ja selaimessa. Rekisteröimättömät käyttäjät, kuten vuokralaiset voivat tehdä palvelupyyntöjä QR-koodin avulla. (Haastateltava N 2021.)

Granlund Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 11.

### 9.3.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

Granlund Managerin ominaisuuksiin sisältyy kiinteistön energiankulutuksen seuranta, hallinta sekä optimointi. Omassa sähköntuotanto-osiossa voidaan mittareille asettaa CO<sub>2</sub>-päästökertoimia esimerkiksi aurinkosähkölle g/kWh muodossa. Kerroin kertoo miten paljon omatuotanto tiputtaa hiilidioksidipäästöjä. Myös ostetulle vihreän energialle voidaan asettaa CO<sub>2</sub>-kerroin, mikäli energiayhtiö on sen ilmoittanut. Seuranta voidaan tehdä myös hintatariffien mukaisesti, jolloin voidaan seurata energiansäästötoimenpiteiden vaikutusta kustannuksiin. (Haastateltava N 2021.)

Haastateltava N (2021) kertoo datan lähteiksi seuraavat menetelmät:

- Data voidaan syöttää ja lukea manuaalisesti
- Data voi olla etäluettua tai energialaitoksen tiedonsiirtona lähettämää dataa.
- Kuukausi- ja tuntikohtaiset energiankulutustiedot saadaan suoraan energiayhtiöiltä
- Omille mittauksille esim. alamittauksille voidaan rakentaa verkko ja sisällyttää mittaukset Granlund Manageriin
- Tiedot voidaan tuoda myös rakennusautomaatiojärjestelmän kautta
- Vedenkulutustiedot saadaan tuotua suoraan järjestelmään esimerkiksi Envera Oy:n Fiksuvesi-järjestelmän kaltaisista järjestelmistä.

### 9.3.3 Visualisoinnin menetelmät

Granlund Managerin etusivulla voidaan tarkastella muun muassa yksittäisen kiinteistön energiankulutusta ja kulutuksen vaihtelua (kuva 37). Tyypillisiä kulutuksia ovat lämmitys, sähkö ja vesi, mutta myös muita kulutuslajeja voidaan lisätä. (Haastateltava N 2021.)



KUVA 37. Kiinteistön energian ominaiskulutus Granlund Oy:n Granlund Managerin dynaamisen raportin etusivulla (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon c; Haastateltava N 2021).

Koontiraportissa ominaiskulutusta pystytään vertaamaan esimerkiksi muihin vastaaviin rakennuksiin ja näkemään täytyykö toimenpiteisiin ryhtyä, mikäli energiankulutus on liian suurta. Kuvaajiin voidaan myös antaa vertailuarvot edellisiin vuosiin. Granlund managerin kulutuslajien koontiraporteissa eli staattisissa raporteissa (kuva 38) lyhin tarkastelujakso on tuntikohtainen data. Dynaamisissa raporteissa tiedot päivittyvät tiuhemmin. (Haastateltava N 2021.)

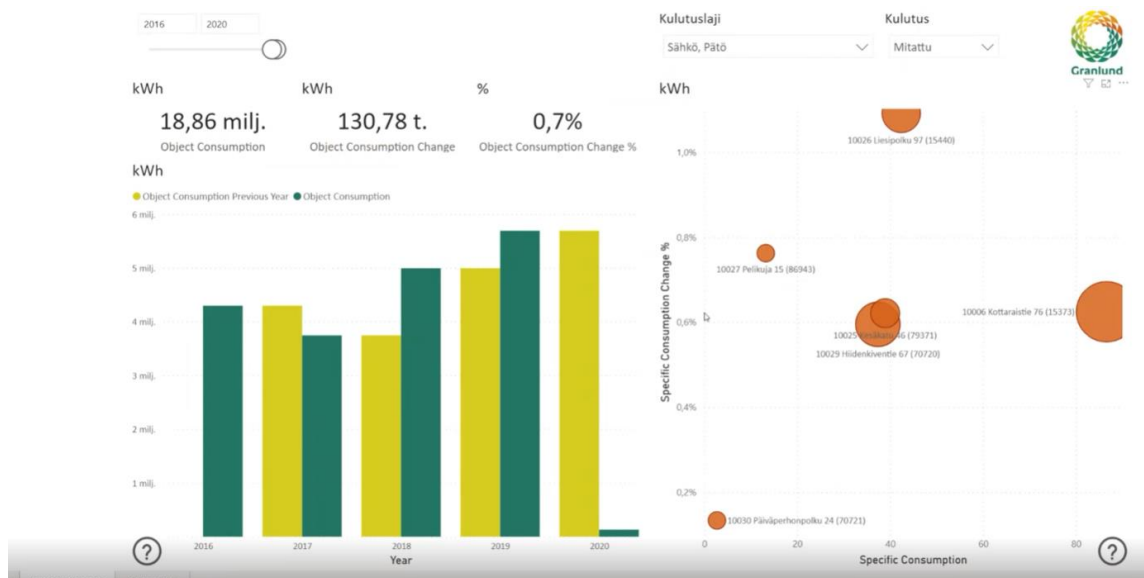
## Kulutuslajien koontiraportti

Kohde: 10006 Kottaraistie 76 (15373)



KUVA 38. Granlund Oy:n Granlund Managerin staattinen kulutuslajien koontiraportti (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon d; Haastateltava N 2021).

Dynaaminen raportissa voidaan valita useita kiinteistöjä näkyviin. Kulutukset saadaan joko mitattuna tai alueellisesti sääkorjattuna. Kiinteistöjen suhteelliset kulutukset on esitetty palloina (kuva 39). Mitä isompi pallo, sitä isompi energiankuluttaja. Pallon liikkuminen y-akselin suunnassa kertoo energiankulutuksen noususta tai laskusta. Rakennuksen energiankulutus kasvaa x-akselin suuntaisesti. (Haastateltava N 2021.)

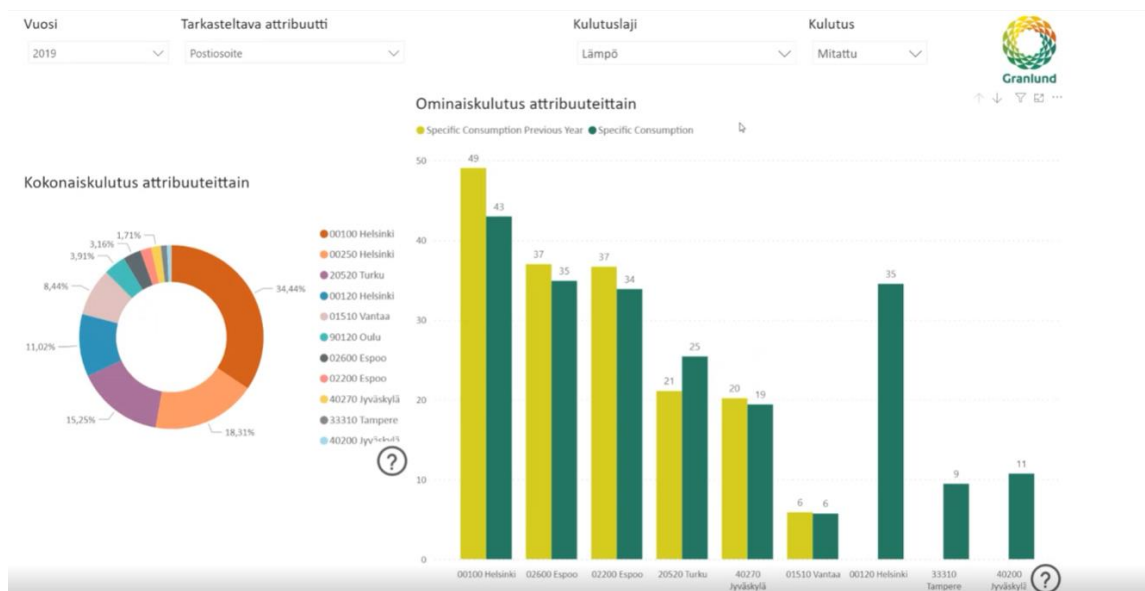


KUVA 39. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti kiinteistöjen energiankulutuksesta (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon e; Haastateltava N 2021).

Kokonaiskulutusta voidaan vertailla myös attribuuttien perusteella kuva 40 ja 41. Tarkasteltavaan attribuuttiin voidaan valita huoltoyhtiö, käyttötarkoitukseluokka, manageeraus, omistus, postiosoite, tekninen isännöitsijä tai valmistusvuosi. Pylväskuviot osoittavat mihin suuntaan energiankulutus on muuttunut. (Haastateltava N 2021.)



KUVA 40. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti, kun kulutuslajina on sähkö ja tarkasteltavana attribuuttina on käyttötarkoitukseluokka (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon f; Haastateltava N 2021).



KUVA 41. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaamisen raportin näkymä, kun tarkasteltavana attribuuttina on postiosoite (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon g; Haastateltava N 2021).

### 9.3.4 Hyödyt ja haasteet

Granlund Oy:n verkkosivuilla (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon b) luetellaan Granlund Managerin hyödyiksi:

- Energiankulutuksessa voi saavuttaa jopa 10 % Ottamalla käyttöön kiinteistöjen energian seurannan voi saavuttaa jopa 10 % kustannussäästöt ottamalla käyttöön kiinteistöjen energiaseuranta -toiminnon. Tavoitteellisella energiansäästöllä hyödyt ovat vielä suuremmat.
- Säästötavoitteiden asettaminen ja tavoitteissa pysymisen seuranta.
- Poikkeamat voidaan havaita helposti.
- Keskitetty järjestelmä ja tietojen yhdistely säästää resursseja.

Haastateltava N (2021) luettelee datan visualisoinnin haasteiksi:

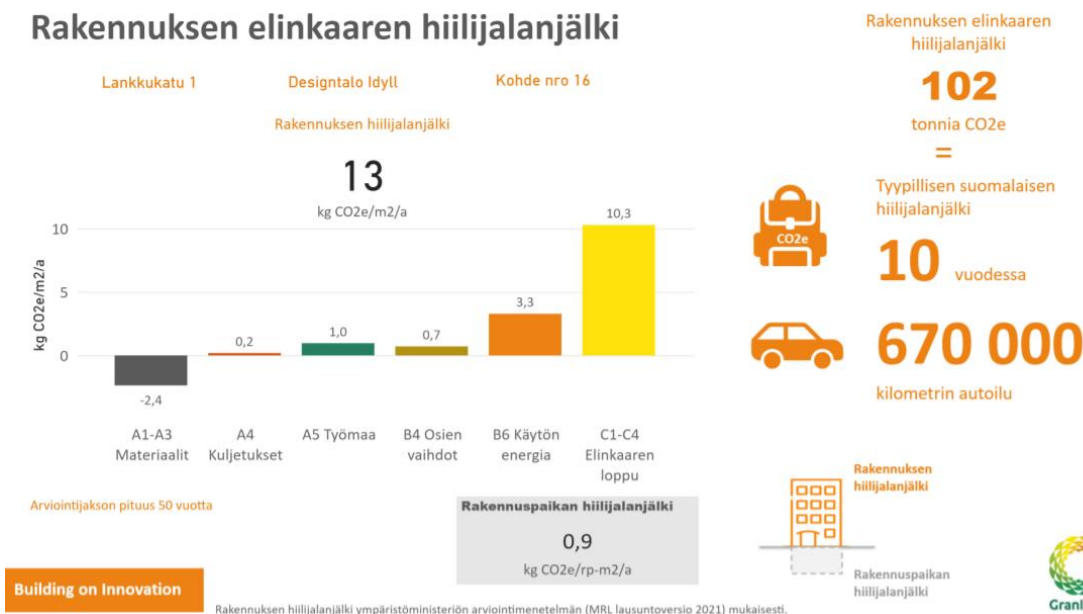
- mittarointijärjestelmien rakentaminen
- datan oikeellisuuden varmistus
- Käyttäjät ymmärtää mitä toimenpiteitä visualisoidun datan perusteella kannattaa tehdä.

### 9.3.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Ohjelmistoa kehitetään jatkuvasti. Dynaamista raportointia ja päästökertoimia on kehitetty viimeisen kahden vuoden aikana. Pääasiallinen kehitys tapahtuu Helsingissä ja alueellista kehitystä tapahtuu lähinnä asiakkuuksien kautta, kun mittarointijärjestelmiä rakennetaan tietojen tuomiseksi ohjelmaan. Nykyisiä työkaluja voidaan kuitenkin hyödyntää energiajohtamisessa todella tehokkaasti. Kiinteistöjohtaminen tulee tulevaisuudessa kehittymään siihen suuntaan, että tekoäly tekee päätöksiä itsenäisesti ja ehdottaa toimenpiteitä. (Haastateltava N 2021.) Granlund Manageriin on tulossa tekoälypohjainen ratkaisu kiinteistöjen energiapoikkeamien havaitsemiseen ja päättelyyn, mikä tehostaa säästökohdeiden löytämistä (Granlund Oy julkaisuaika tuntematon b).

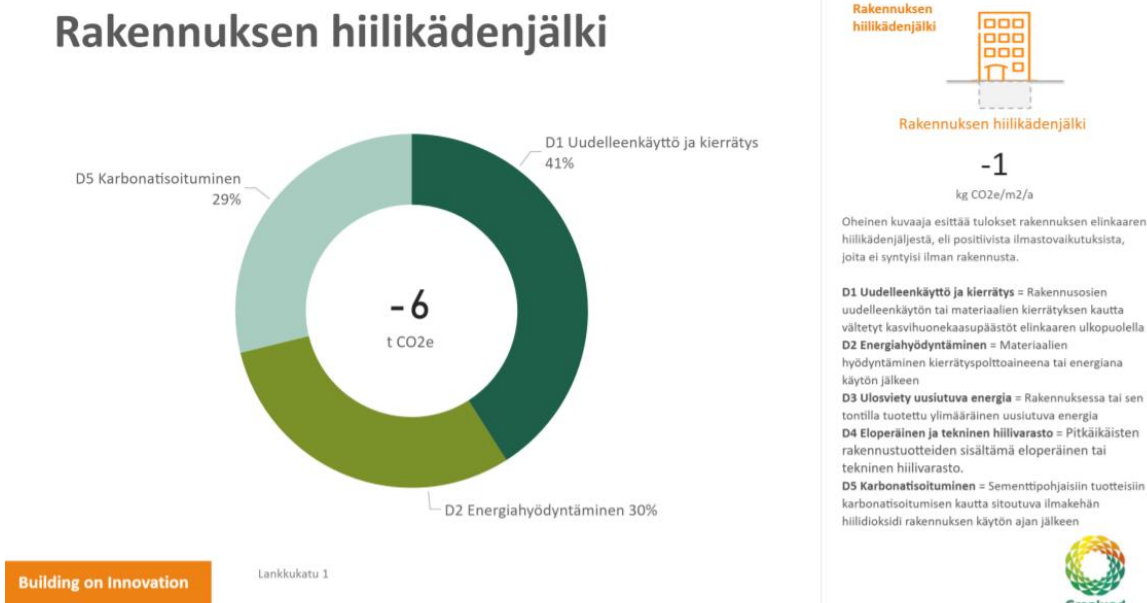
Hiilijalanjäljen laskentaa ei ole Granlund Managerissa, vaan Granlund tarjoaa sen erillisenä palveluna, joka visualisoidaan Microsoftin Power Bi työkalulla. Hiilijalanjäljen laskentaa tehdään paljon esimerkiksi rakennushankkeiden yhteydessä. Hiilijalanjälkiraporteissa hiilijalanjäljen rakentuminen voidaan esittää mm. pylväskaaviona tai rinkiäkaaviona. Granlundin Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohde nro. 16 Designtalo Idyll:iin tekemä hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen visualisointi on esitetty kuvissa 42 ja 43. Esimerkiksi materiaalivalintojen hiilijalanjälkitarkastelun perusteella voidaan valita vähäpäästöisemmät materiaalit jo suunnitteluvaiheessa. Hiilijalanjälkiraporteissa annetaan myös ratkaisuehdotuksia päästöjen pienentämiseksi. (Haastateltava N 2021.)

## Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki



KUVA 42. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16 (Granlund Oy 2021 h, 6).

## Rakennuksen hiilikädenjälki



KUVA 43. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen hiilikädenjäljen muodostumisen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16 (Granlund Oy 2021 i, 8).



## 9.4 Fidelix Oy

### 9.4.1 Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus

Fidelix Oy on kiinteistöautomaatioyritys, joka tekee urakointia, huoltamista ja laitetoimituksia. Fidelix toimittaa myös automaatiolaitteita muille urakoitsijoille. Haastattelukysymyksiin Fidelix Oy:n osalta vastasi Energy Specialist Haastateltava O. Haastattelu järjestettiin 24.9.2021. Haastattelussa käsiteltiin Fidelixin Flow\_how palvelua. Fidelix\_Flow\_How on älykäs etäseuranta ja tiedonhallinta-alusta, jonka avulla optimoidaan ja hallitaan taloteknisiä prosesseja (lämmitys, jäähdytys ja ilmanvaihto). Fidelix\_Flow\_How näyttää millaisia toimenpiteitä kannattaa tehdä, jotta kiinteistö on optimoitu tehokkaasti. Flow\_how:n avulla voidaan seurata kiinteistön kustannustehokkuutta ja ennakoida kiinteistön elinkaarta. (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon.)

Fidelix Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset on kootusti taulukossa liitteessä 12.

### 9.4.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

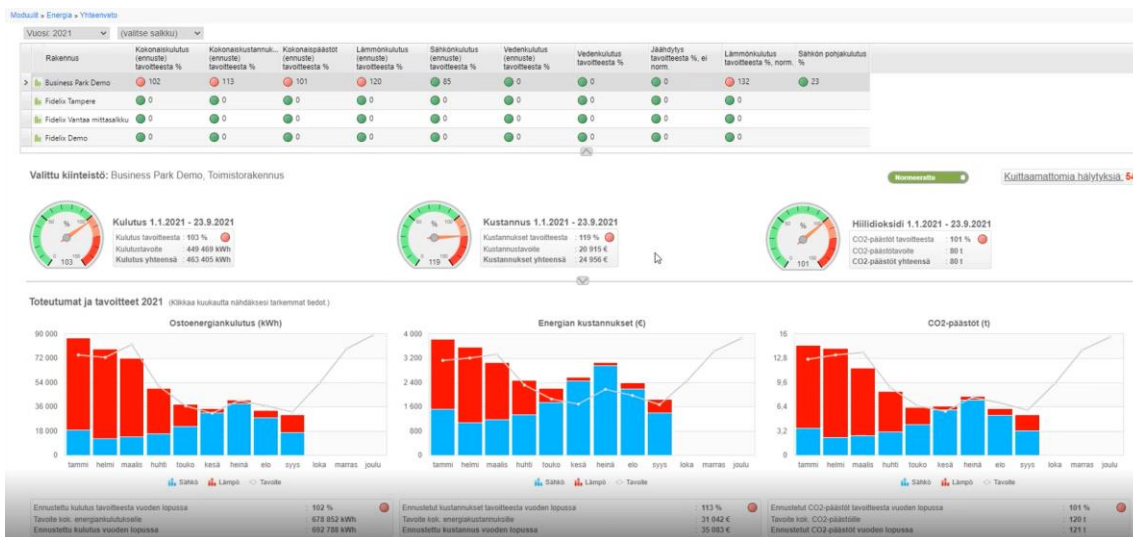
Energiamittauksista puhuttaessa voidaan puhua joko kaukolämmöstä, sähköenergiasta tai vesimittauksista. Vedenkulutuksen ja sähkökulutuksen mittauksen tuloksia voidaan tarkastella joko kiinteistö tai huoneistokohtaisella tasolla. Lisäksi kiinteistöautomaatiopuolella on mahdollista saada yksittäisten puhaltimien tai pumppujen energiakulutustietoja. Fidelix Oy hyödyntää olemassa olevaa infra mittauksissa. Mittareiden lähettämät viestit kulkeutuvat Microsoftin Azure -pilvipalveluun. (Haastateltava O 2021.)

Haastateltava O (2021) kertoo datan lähteiksi:

- energialaitosten eli sähkö- ja lämpölaitosten EDI-viestit (Electronic Data Interchange eli elektroninen tiedonsiirto) tai tieto pyydetään heiltä
- kiinteistöautomaatiojärjestelmien energiamittarit
- puhaltimiin ja pumppuihin sisäänrakennetut energiamittarit.

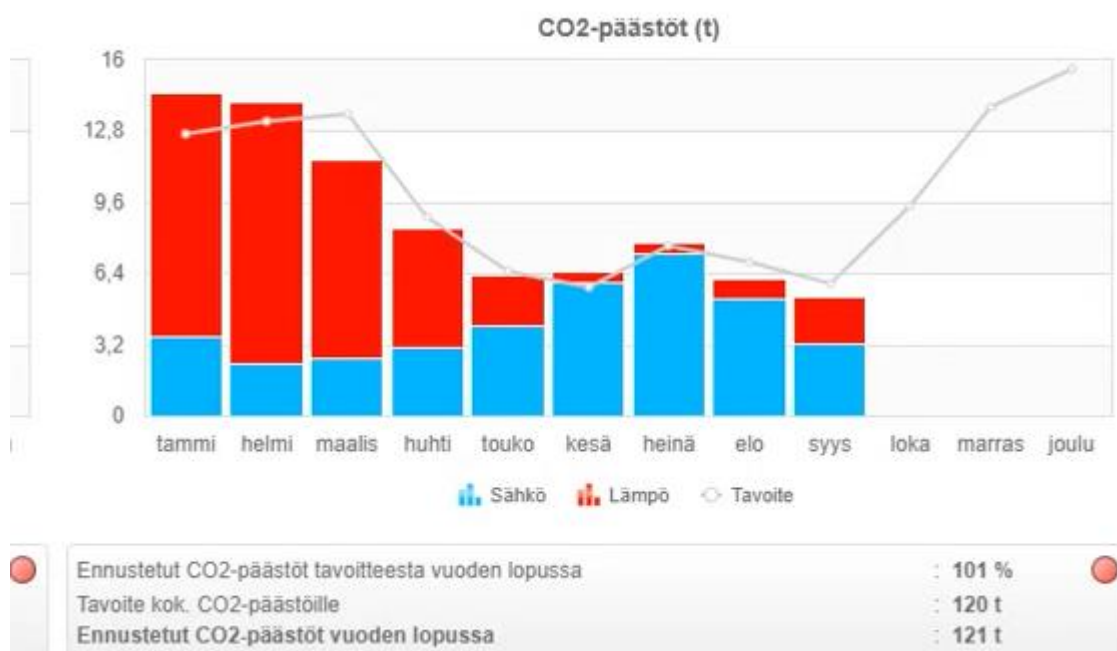
### 9.4.3 Visualisoinnin menetelmät

Fidelix\_Flow\_how:n visualisoinnit ovat tarkoitettu työkaluksi energia-asiantuntijoille energiankulutuksen seuraamiseksi, kiinteistön omistajille tai heidän edustajilleen kuten kiinteistömanagereille ja isännöitsijöille. Näkymiä käytetään raportoimaan tavoitteiden saavuttamista ja selittämään syitä tavoitteiden mahdolliseen epäonnistumiseen sekä poikkeamien löytämiseen. Fidelix\_Flow\_how:n yhteenvedonäkymä on esitelty kuvassa 44. Näkymässä nähdään kiinteistösalkun osalta kulutustavoitteiden toteutumisen, energiankulutuksesta aiheutuneet kustannukset sekä tuotettujen hiilidioksidipäästöjen määrä. Näkymän ylälaidalla olevasta taulukosta nähdään ennuste siitä, pystytäänkö asetetut tavoitteet saavuttamaan. Tavoitteiden saavuttamista on havainnollistettu punaisella ja vihreällä väriellä, mittaristokuvaajilla sekä pylväskuvaajissa murtoviivalla. (Haastateltava O 2021.)

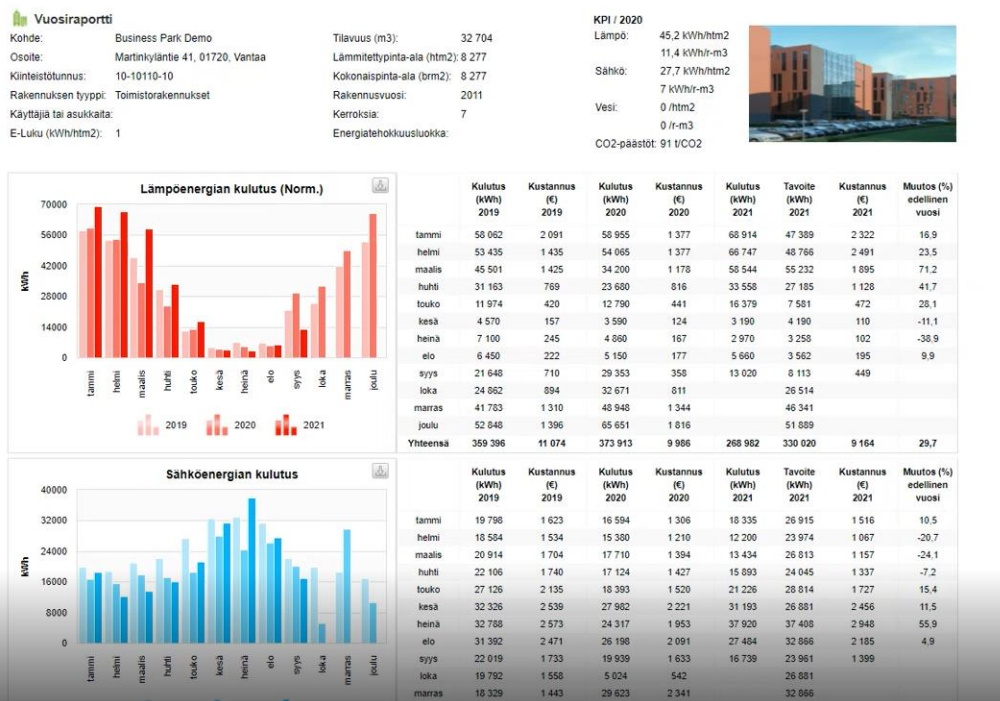


KUVA 44. Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_how yhteenvedonäkymä (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava O 2021).

Pylväskaaviokuvaajissa pylväät osoittavat kuukauden lämpöenergian ja sähkön kulutusta sekä tavoitetasoa saavuttamista. Lämpö on esitetty punaisella, sähkö sinisellä ja kiinteistölle asetettu tavoitetaso murtoviivalla. Pystyakselilla ostoenergiankulutus on esitetty kilowattitunteina (kWh), energiankulutuksen kustannukset euroina (€) ja CO<sub>2</sub>-päästöt tonneina (t) (kuva 45). Lukemia pystyy tarkemmin tarkastelemaan vuosiraportista (kuva 46 ja 47). Vuosiraportissa voidaan vertailla kulujen, kulutusten ja päästöjen kehittymistä edellisten vuosien tuloksiin. Tarkasteltavia ominaisuuksia ovat normeeratun tai mitatun lämpöenergian ja sähköenergian kulutus (kWh), CO<sub>2</sub> -päästöt (t) sekä ilmanlaadun ja lämpöolojen pysyvyys (%). (Haastateltava O 2021.)



KUVA 45. CO<sub>2</sub> -päästöjen kuukausittaiset toteutumat ja tavoitteet pylväskaaviona Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava O 2021).



KUVA 46. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_Howssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava O 2021).



KUVA 47. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_Howssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon d, Haastateltava O 2021).

Fidelix\_Know\_How:n päämittausraportista (kuva 48) pääsee porautumaan tarkemmin haluttuihin aikasarjoihin (kuva 49 ja 50). Pienin tarkastelutaso porautuvuusominaisuudessa on päiväkohtainen tuntikulutusdata. (Haastateltava O 2021.)

Ostoenergiankulutus Business Park Demo



Valitse vuosi:

Valitse kohde:

Vuosi: 2021

Business Park Demo



KUVA 48. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti vuositasona Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon e, Haastateltava O 2021).

Ostoenergiankulutus Business Park Demo

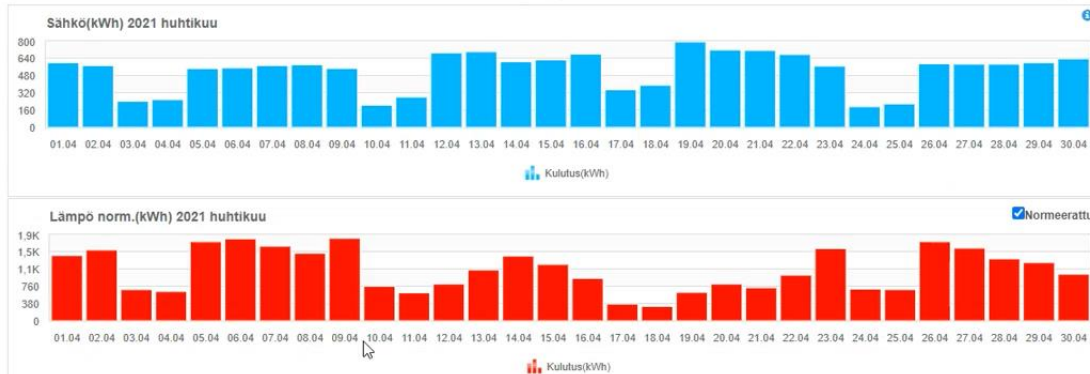


Valitse vuosi:

Valitse kohde:

Vuosi: 2021

Business Park Demo

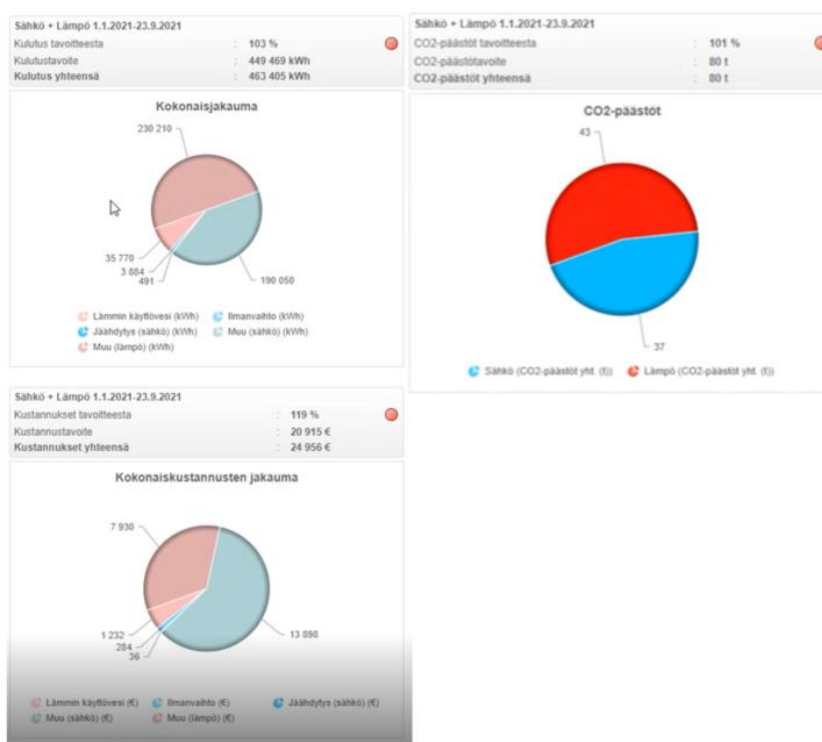


KUVA 49. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti kuukausitasolla Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon f, Haastateltava O 2021).



KUVA 50. Ostoenergiankulutuksen päiväkohtainen tuntikulutusdata päämittausraportissa Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Mitattu kulutus ja normeerattu kulutus saatavilla. (Fidelix Oy julkaisu-aika tuntematon g, Haastateltava O 2021).

Rakennusanalyysinäkymässä (kuva 51) on esitetty, miten energiankulutus jakaantuu kiinteistössä lämpimän käyttöveden, ilmanvaihdon, jäähdytyksen, sähkön sekä lämmön suhteen ympyrädiagrammikuvaajassa. Myös kustannuksista ja hiilidioksidipäästöistä on samanlainen kuvaaja. Hiilidioksidipäästöjä määriteltäessä käytetään Motivan kertoimia. (Haastateltava O 2021.)



KUVA 51. Kokonaisjakauma, kokonaiskustannusten jakauma ja CO<sub>2</sub> -päästöjen jakauma ympyrädiagrammilla kuvattuna rakennusanalyysinäkymässä Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. (Fidelix Oy julkaisu-aika tuntematon h, Haastateltava O 2021).

#### 9.4.4 Hyödyt ja haasteet

Visualisoidun energiadatan tavoitteena on kehittää kiinteistöjen energiatehokkuutta sekä tukea prosessien optimaalista toimintaa. Ihmisen on vaikea hahmottaa olennaisia asioita suurista aikasarjoista numeromuodossa, mutta visualisoinnin avulla ne saadaan esitettyä paremmin ymmärrettävässä muodossa. (Haastateltava O 2021.)

Haastateltava O:n (2021) mukaan energiadatan visualisointia hyödytään muun muassa siten että:

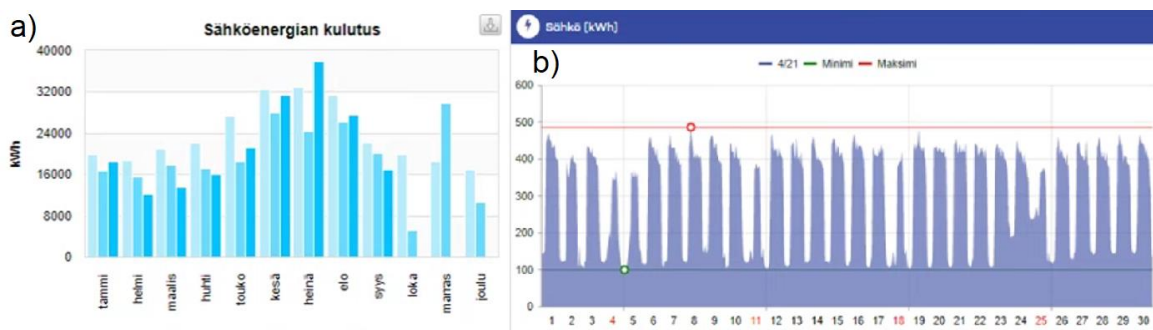
- Poikkeavat prosessit voidaan havaita hyvin helposti esimerkiksi tarkastellessa kiinteistön energiankulutusprofiiliin viikkodataa.
- Kiinteistön omistajat voivat hyödyntää hiilidioksidipäästöjen seurannan tietoja vastuullisuusraportoinnissa.

Haastateltava O (2021) kertoo datan visualisoinnin haasteiksi:

- datan laadunvarmistus
- Virheellisten arvojen havaitseminen tarpeeksi ajoissa. Viallinen vesimittari voi johtaa siihen, että vuokralaista laskutetaan virheellisen vedenkulutuksen perusteella.
- Sen määrittely mitä datasta halutaan saada irti ja mihin toivottua kuvaajaa hyödynnetään.
- Tarpeeton visualisointi johtaa dataähkyyn.

#### 9.4.5 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Vuosiraportin puolella kehitettävää on taulukkonäkymässä, sillä ne ovat hyvin raskaslukuisia. Sähköenergian kulutuksen esitystavassa on kehitettävää, koska pylväsdiagrammista on vaikea havaita koko vuoden trendiä, vaikka diagrammista voikin nähdä kuukausikohtaisen vaihtelun. EnerKey Oy:n EG EnerKey Saas-raportointijärjestelmän kuvaajista saa tuotettua vertailevia ja paremmin kuvaavia aikasarjoja (päivä, kuukausi tai viikkokohtaisia kulutuksia) todella helposti (kuva 51). Aikasarjojen avulla seurataan, että kustannukset ja energiankulutus pysyvät edellisvuosien tasolla. (Haastateltava O 2021.)



KUVA 52. a) Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_how vuosiraportti b) EnerKey Oy:n EG EnerKey Saas -raportointijärjestelmän kuukausikohtainen raportti on esitetty histogrammina, jossa päivien tuntikohtaiset kulutukset on esitetty piikkeinä. Histogrammista poikkeamat havaitaan helposti. (Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon i; Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon i; Haastateltava O 2021.)

## 9.5 OptiWatti Oy

### 9.5.1 Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus

Haastattelukysymyksiin OptiWatti älyjärjestelmän osalta vastasi OptiWatti Oy:n toimitusjohtaja Haastateltava P. Haastattelu järjestettiin 9.2.2022. OptiWatti on sähköisten ja vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien sekä ilmalämpöpumppujen älykäs ohjausjärjestelmä. Asennus voidaan tehdä eri ikäisiin ja kokosiin kiinteistöihin ilman älykkyyksvaatimuksia. Järjestelmä sopii suoran sähkölämmityksen, vesikiertoisen lämmityksen ja hybridilämmityksen kohteisiin. (Haastateltava P 2022.)

OptiWatti Oy:n tutkimushaastattelun vastaukset ovat kootusti taulukossa liitteessä 13.

OptiWatti sopii Haastateltava P:n (2022) mukaan:

- suuriin kiinteistöihin kuten teollisuusrakennuksiin, hoiva-alan rakennuksiin, liikekiinteistöihin, majoitus- ja matkailualan rakennuksiin
- koteihin
- mökeille

OptiWatilla voidaan Haastateltava P:n (2022) mukaan ohjata muun muassa:

- katto-, patteri- ja lattialämmityksiä
- lämminvesivaraajia
- saattolämmitystä
- ilmalämpöpumppuja
- ilmanvaihtokoneita

Lisäksi OptiWatilla on tarjolla erilaisia sovellutuksia. Esimerkiksi älyadapterin avulla voidaan syöttää sähköä pistorasiaan tiettyinä hetkinä. Lisäksi tarjolla on CO<sub>2</sub> -pitoisuus antureita, energiamittareita sekä kiinteistön sähköautojen latauksen ohjausta. (Haastateltava P 2022.)

### 9.5.2 Käytetty data ja tietojärjestelmät

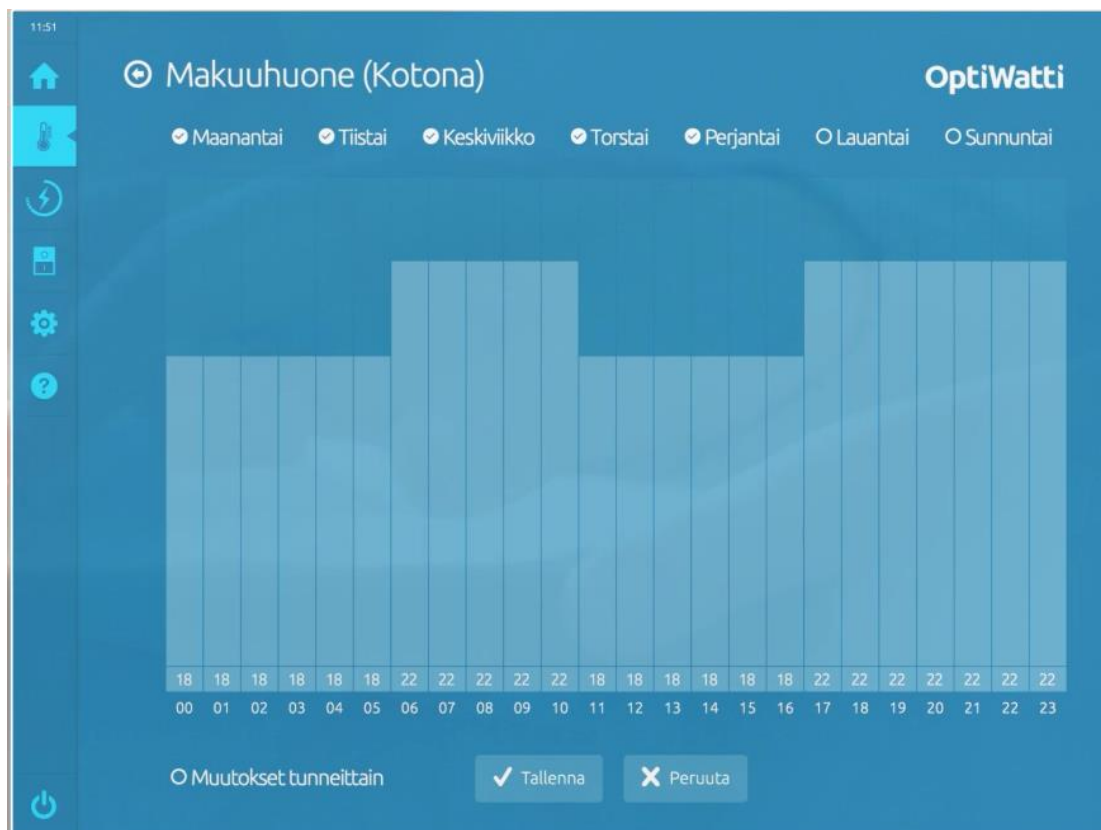
Lämmitystarvetta pystytään ennakoimaan sääennusteiden ja vuorokauden sähkön hinnan muodostumisen avulla, joita seurataan koneoppimisen ja oppivan algoritmin avulla. Ohjaus tehdään tunti-kohtaisella ohjauksella. Käyttäjän tulee luoda kiinteistöprofiili, jossa asetetaan tunnit, jolloin tietty tila on käytössä tai poissa käytöstä, tämä säätää huonelämmitystä automaattisesti. Pörssisähkö optimoidaan automaattisesti. Dataa siirtyy visualisointinäkymään 5 sekunnin välein ja tallennus tapahtuu 5 minuutin välein. Mittarit varoittavat, mikäli yhteyttä toimilaitteisiin tai pilveen ei saada. Tietoja on toistaiseksi säilytetty yrityksen perustamisesta lähtien. Tietoturvallisuuden varmistamiseksi käytetään samoja tekniikoita kuin esimerkiksi pankkiyhteyksissä. (Haastateltava P 2022.)

### 9.5.3 Visualisoinnin menetelmät

Visualisoinnissa näkyvät huonekohtaiset kulutukset, ilmankosteus, energiankulutuksen ja -tuotannon määrä, lämmityksen onnistumien, rakennuksen kokonaisenergiankulutus, lämpötila, aurinkoisuusennusteet, kosteus ja ulkolämpötila. Visualisointinäkymä on rakennettu kaikille käyttäjille saman alustan päälle. Teollisuuslaitosten raporteille voidaan tehdä monipuolisempaa raportointia suoraan tietokannasta BI-sovelluksilla. OptiWatti ei vaadi jatkuvaa seurantaa vaan kiinteistöprofiiliin voi luoda yhdellä kertaa, jonka jälkeen ohjelma huolehtii lämmityksestä ja kulutusjoustosta automaattisesti. Pitkään pois käytöstä olevaan kiinteistöön voidaan asettaa poissaoloprofiili päälle yhdellä klikkauksella. (Haastateltava P 2022.) Kiinteistöprofiilin yleisnäkymä OptiWatissa on esitetty kuvassa 53. Tuntitasoinen lämpötilan huonekohtainen säätö OptiWatissa on esitetty kuvassa 54.



KUVA 53. Kiinteistöprofiilin yleisnäkymä OptiWatissa (OptiWatti Oy 2018a).



KUVA 54. Tuntitasoinen lämpötilan huonekohtainen säätö OptiWatissa (OptiWatti Oy 2018b).

#### 9.5.4 Hyödyt

Haastateltava P:n (2022) mukaan OptiWatin käytön hyötyjä ovat muun muassa:

- Lämmityksen optimointi on tehokkain tapa pienentää rakennusten ja huoneistojen CO<sub>2</sub>-päästöjä ja energiankulutusta



- Vähentää ihmisten tarvetta olla aktiivisia toimijoita energiankulutuksen pienentämisessä, mikä on melko tehoton keino päästöjen ja kulujen vähentämisessä.
- Saadaan myös vanhat kiinteistöt kustannustehokkaasti älyohjauksen piiriin ilman suuria lämmityslaitteinvestointeja
- OptiWattiin liitettävän OptiWatti Solar energianhallintamoduulin avulla saadaan itse tuotetusta sähköstä noin 20–30 % parempi hyötysuhde optimoimalla omaa käyttöä ja minimoimalla ylituotantoa eli verkkoon myytävää sähkön osuutta. OptiWatti ei kuitenkaan takaa 100 % oman tuotannon käyttöastetta. Kyseinen energianhallintamoduuli on älykäs aurinkosähkön kulutuksen, tuotannon ja varastoinnin ohjausjärjestelmä.
- Lämmityskuluissa voidaan saavuttaa 40 % säästö riippuen siitä kuinka hyvin käyttäjä on kiinteistöprofiiliin luonut.
- Järjestelmä vartioi kiinteistöä vuotovahinkojen varalta.
- Hälyttää äkillisistä ilmastosteuden ja lämpötilan muutoksista.

OptiWatilta saa asiantuntija-apua siihen, kuinka energiakuluja leikkaamalla voidaan vaikuttaa hiilijalanjälkeen. Asiakkaiden kanssa mietitään myös tuotetun aurinkoenergian varastointia ylituotantotilanteissa. Aurinkovoimalan tuottoa ei kannata lähtökohtaisesti myydä verkkoon, vaan tuotettu energia kannattaa hyödyntää kiinteistössä lämmityksen älykkään ohjauksen avulla. Asiakkaiden kanssa arvioidaan laskentatavat, miten saatu säästö dokumentoidaan. Tällöin saadaan näkyväksi hyödyt sekä euromääräisenä että hiilidioksidipäästöjen näkökulmasta. (Haastateltava P 2022.)

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tarkasteltiin erilaisten digitaalisten järjestelmien tarjoamia mahdollisuuksia edistää hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista, tehostaa energiankulutusta sekä siihen olennaisesti liittyviä erilaisia mitatun datan visualisointimenetelmiä. Työssä tehtyjen haastattelujen ja järjestelmiin tutustumisen avulla selvitettiin, millaisia sovelluksia energiadatan visualisoinnille on olemassa, millaisia hyötyjä niistä on konkreettisesti saatu sekä mitä haasteita visualisoinnissa on havaittu.

Opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Laadullinen aineisto kerättiin syksyllä 2021 ja talvella 2022. Haastatteluja tehtiin 13 kappaletta. Haastatellut yritykset ja hankkeet sekä käsitellyt järjestelmät ja toteutukset on esitetty kuvassa 55. Haastattelujen runkona käytettiin liitteessä 1 esitettyjä kysymyksiä. Opinnäytetyössä haastateltiin kahta hanketta meneillään olevista ja menneistä hiilineutraaliutta edistävästä hankkeista, joissa energiadatan kerääminen ja sen hyödyntäminen on ollut olennaisessa osassa. Haastatteluista kuusi koski yrityksiä, jotka ovat isoja energiankäyttäjiä. Lisäksi heillä on pitkäaikaista kokemusta erilaisten energiadataa visualisoivien järjestelmien käytöstä. Haastatteluista viisi koski yrityksiä, jotka tuottavat kiinteistöjen energiankulutuksen säätöjärjestelmiä ja seurannan raportointiratkaisuja yrityksille ja kuluttajille. Haastattelut tehtiin etähaastatteluina Microsoft Teams -sovelluksen välityksellä. Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisoinnin tapauksessa saatiin haastattelukysymyksiin vastaukset sähköpostitse. Haastattelujen tallenteista kertyi aineistoa 10 tuntia 39 minuuttia eli yhteensä 639 minuuttia. Litteoitua aineistoa kertyi 224 A4 sivua (Calibri leipäteksti, fontti 11, riviväli 1,0).

#### Kestävää kehitystä edistävät hankkeet, joissa on hyödynnetty/hyödynnetään kerättyä energiadataa

- 6Aika energiaviisaat kaupungit -hanke 2018 – 2020
  - VTS-kodit uudis-kohte Opiskelijan-katu 31: virtuaalivoimailituksen ja kaukolämmön optimointi, kiinteistön Twitter-tili
  - Codecontrol Oy:n "Fiksu" -tietoaalusta
- Making City -hanke 2018 – 2023
  - Oulun Kaukovainion pilotti

#### Energiadatan toteutukset yrityksissä

- Niiralan kulma Oy
  - Visualisoinnit asukkaille
  - VertoNordic Oy:n VertoLive
  - Ouman Oy:n Ounet
  - Microsoft Power BI
- Olvi Oyj
  - Pinja (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview
- Stora Enso Oyj Varkauden tehdas
  - ABB:n Vtrin/RTDb -järjestelmä
  - Honeywell Oy:n MES/OptiVision tehdasjärjestelmä
  - Wedge Standard Edition- järjestelmä
  - Microsoft Power BI
- Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointi
  - Green Energy Finland Oy:n (GEF) Suomi Solar Oy:lle tuottama visualisointijärjestelmä
- Kuopion vesi Oy
  - Meneillään oleva etäluettavien mittareiden asennus ja asiakkaille luotava kulutusnäkyvä
- Savon Voima Oyj
  - Väppi-palvelu

#### Energiadatan visualisointipalveluja tarjoavat yritykset

- Quentic GmbH
  - Quentic
- EnerKey Oy
  - EG EnerKey SaaS
- Granlund Oy
  - Granlund Manager
- Fidelix Oy
  - Fidelix\_Flow\_How
- OptiWatti Oy
  - OptiWatti

KUVA 55. Opinnäytetyössä haastatellut yritykset, hankkeet, toteutukset ja käytetyt järjestelmät. Reaaliaikaisen energiadatan visualisoinnin mahdollistavat etäluettavat mittarit. Kerättyä energiadataa hyödynnetään päivittäisessä johtamisessa, toiminnan kehittämisessä ja päätöksenteon tukena. Visualisoinnin avulla työnteosta tulee sujuvampaa, kun tieto saadaan paremmin ymmärrettävään muotoon ja löydetään riippuvuussuhteita, joita ei muuten havaittaisi. Visualisoinnin ja etäluettavien mittareiden avulla voidaan optimoida toimintaa tehokkaammin ja löytää toimintahäiriöt kuten vesikalusteiden vuodot nopeammin, samalla säästetään energiaa, luonnonvaroja, aikaa sekä rahaa. Haas-

tatellut yritykset eivät vielä käyttäneet mitattua energiadataa hiilijalanjäljen laskemiseen, vaan laskennassa käytetään muita menetelmiä kuten ostetun puuhakkeen päästökertoimia. Virvoketeollisuudessa saadaan selville yksittäisten tuotteiden hiilijalanjälki energiadatan visualisoinnin avulla yhdistämällä tuotetiedot tuotantoprosessin kulutustietoihin. Muutamalla haastatellulla raportointiratkaisuja tarjoavilla yrityksellä sisältyi raportointiratkaisuun hiilidioksidipäästöjen kuvaaja. Osa yrityksistä tarjosi myös hiilijalanjäljen laskenta- ja neuvontapalveluja asiakkaille. Mittaamisen ja visualisoinnin avulla voidaan seurata ISO-standardien kuten energian hallintajärjestelmien 50 001 tai ympäristöjohtamisen 14 001 vaatimusten täyttämistä, jotka tukevat yritysten kestäväää toimintaa. Energiadataa visualisoimalla voidaan esittää kuluttajille heidän kulutustietonsa selkeämmin ja lisätä niihin myös tavoite- ja vertailuarvoja.

Haastatellut yritykset kertoivat energiadatan visualisoinnin hyödyiksi:

- Kehityskohteiden löytäminen
- Poikkeamat voidaan havaita helposti
- Keskitetty raportointijärjestelmä (toimipiste- ja konsernitasolla) ja tietojen yhdistely säästää aikaa, kun tietoja ei tarvitse erikseen lähettää ja käsitellä Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmassa. Kiinteistöpuolella keskitetty järjestelmä mahdollistaa mittaustiedon vertailun eri rakennusten välillä.
- Tavoitteiden asettaminen (esim. säästö, vastuullisuus, energiatehokkuus), edistymisen seuranta ja aikaisempien energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten seuranta
- Vaatimusten mukainen ja uskottava ympäristö- ja energiajohtaminen, kestävään kehitykseen panostaminen ja sen selkeä raportointi lisäävät yritysten kilpailukykyä.

Lämmityksen optimointi on tehokkain keino pienentää rakennusten ja huoneistojen energiankulutusta ja CO<sub>2</sub>-päästöjä. OptiWatti-järjestelmän avulla voidaan pienentää lämmityksestä koituvia kuluja jopa 40 %. Automaattinen ja älykäs lämmönsäätelyjärjestelmä vähentää ihmisten tarvetta olla aktiivisia toimijoita energiankulutuksen pienentämisessä, mikä on tehoton keino vähentää päästöjä ja kuluja.

Yhtenä haasteena visualisoinnissa on se, ettei aina ole selvää mitä visualisoinneilla halutaan kuvata ja kuinka niitä pystytään käytännön tasolla hyödyntämään. Uusien työkalujen käytön opettelu ja hyödyntäminen vie myös aikaa. Taloteknisten järjestelmien keskinäinen kommunikointi ja kiinteistön älykkyyks on kallista ja hankalaa rakentaa jälkepäin, joten nämä tulisi laittaa kuntoon tontin luovutusehdoissa tai korjausrakentamisen yhteydessä. Kyberhyökkäykset ovat todellinen uhka kerätessä kulutustietoja, jotka voidaan yhdistää tiettyyn yksilöön. Tämän vuoksi energiadatan keräystä ja visualisointia suunniteltaessa tulee huomioida EU:n tietosuojasetus eli GDPR-asetus. On tärkeää määrittellä, kenellä on pääsyoikeus dataan, mihin sitä käytetään sekä missä ja kuinka kauan sitä säilytetään. Haastatteluista kävi ilmi, että monissa yrityksissä kerättyjä tietoja on ainakin toistaiseksi säilytetty järjestelmän käyttöönotosta lähtien. Datan ja datasaasteen määrän kasvaessa onkin tärkeää toimia vastuullisesti ja suunnitella myös datan jätehuolto kunnolla. Haasteena energiankulutusta visualisoivissa peleissä on, että ne ovat kalliita, niiden tulisi olla todella mielenkiintoisia ja niissä tulisi olla todella motivoivia palkintoja, jotta niistä saataisiin hyöty irti.

Haastatellut yritykset kertoivat energiadatan visualisoinnin haasteiksi:

- Mittarointijärjestelmien rakentaminen
- Datan laadunvarmistus ja virheellisten arvojen havaitseminen tarpeeksi ajoissa
- Käyttäjä osaa määritellä mitä datasta halutaan saada irti ja mihin toivottua kuvaajaa hyödynnetään.
- Käyttäjä ymmärtää mitä toimenpiteitä visualisoidun datan perusteella kannattaa tehdä
- Tarpeeton visualisointi johtaa dataähkyyn

6 aika energiaviisaat kaupungit-hankkeen tuloksista ja Making City-hankkeen kyselytutkimuksesta kävi ilmi, että vaikka kuluttajat kokevat ympäristöasiat tärkeiksi, ei säännölliseen energiankulutuksen seuraamiseen ja energiankulutuksen vähentämisen keinojen miettimiseen ole arjessa aikaa. Myös Savon Voima Oy:n haastattelusta kävi ilmi, että vain harvat asiakkaat vierailevat sähkönkulutusprofiilissaan aktiivisesti. Kulutusraportoinnin esittämisestä kuluttajille on kuitenkin hyötyä siten että ihmiset saavat halutessaan tiedot kulutuksestaan ja esimerkiksi vedenkulutuksen visualisoinnissa voidaan nopeasti löytää mahdolliset putki tai vesikalusteiden vuodot. Kulutuksen pelillisäistäminen voi avartaa pelaajan ymmärrystä siitä mitkä ovat merkittävimpiä päästölähteitä omassa elämässä.

## 11 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaisia ratkaisuja energiadatan visualisointiin yrityksillä on käytössä, millaisia energiadatan visualisointipalveluja Suomessa on tarjolla ja millaisia hankkeita energiadatan visualisointiin liittyen on ollut tai on meneillään. Mielestäni työssä saatiin kattavasti vastauksia esitettyihin kysymyksiin. Tulokset energiadatan visualisoinnin hyödyistä ja haasteista olivat hyvin yhteneväisiä, vaikka haastatellut yritykset ja hankkeet poikkesivat toiminnaltaan toisistaan. Haastatteluja saatiin tehtyä kattavasti, mikä oli tärkeää niiden ollessa olennainen osa tavoitteiden saavuttamiseksi.

Olin tyytyväinen siihen, että pääsin tutustumaan monen erilaisen yrityksen energiadatan keräysjärjestelmiin ja raportointimenetelmiin. Työn tilaajana toiminut Savonia-ammattikorkeakoulun Green Data Future Solutions -hanke oli tyytyväinen opinnäytetyön haastatteluista saatuihin kattaviin tuloksiin. Tuloksia voidaan hyödyntää hankkeesta tehtävässä loppuraportissa. Opinnäytetyön tuloksista ja energiadatan visualisoinnista julkaistiin blogipostaus Savonia-ammattikorkeakoulun blogiin. Ohjaaja oli tyytyväinen työn edistymiseen ja työn kattavuuteen. Sain opinnäytetyön ohjaajalta sekä työn tilaajalta palautetta että haastatteluja olisi voinut tiivistää enemmän luettavuuden parantamiseksi.

Opinnäytetyön haasteena oli löytää sopivia haastateltavia, mikä osittain johti siihen, ettei haastatteluja voinut rajata pelkästään uusiutuvan energiantuotannon reaaliaikaiseen visualisointiin, joka oli työn alkuperäinen tarkastelukohde. Toisaalta tämä näkökulma energiadatan visualisointiin olisi luultavasti tuottanut melko hedelmättömiä vastauksia, koska esimerkiksi Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisoinnissa visualisoinnilla ei ollut sen kummempaa tarkoitusta. Haastattelussa oli myös haasteena, etteivät haastatellut välttämättä kertoneet selkeästi mitä konkreettisia ja mitattuja hyötyjä visualisoinneista oli saatu ja hyödyt todettiin lähinnä käyttötarkoituksina. Haasteena teoriaosan muodostamisessa oli, ettei kattavia tutkimuksia digitaalisuuden hyödyistä hiilineutraaliuden tavoittelussa juuri löytynyt. Myös teoriaosan rajaaminen ja sen sovittaminen haastatteluissa käsiteltyjen aiheiden mukaiseksi oli haasteellista, koska haastatellut yritykset ja hankkeet olivat erilaisia. Teoriaosion rajaaminen olisi ollut helpompaa esimerkiksi siinä tapauksessa, jos haastatteluissa olisi paneuduttu pelkästään kiinteistöjen energiankulutuksen raportointiin. Haastattelussa esitettyjä kuvia järjestelmien visualisoinneista olisi voinut tarkastella enemmän koska kuvat jäivät hieman irrallisiksi muusta tekstistä. Kuvia olisi voinut tarkastella esimerkiksi miettimällä visualisointien onnistuneisuutta, mikä olisi kuitenkin laajentanut työtä liikaa.

Opinnäytetyön itsenäinen kirjoittaminen ja haastattelijien järjestäminen antoivat minulle arvokkaita työkaluja työelämässä toimimiseen ja esimerkiksi oman työskentelyn aikatauluttamiseen. Energiadatan visualisointi oli minulle aiheena täysin vieras ennen opinnäytetyön aloittamista huolimatta siitä, että datan visualisointi on ajankohtainen oleva aihe. Aiheeseen paneutuessa on varmasti tarttunut mukaan sellaista tietoa, jota voi hyödyntää työelämässä.

Haastatteluista kävi ilmi, että Suomessa on hyvin monipuolisesti tarjolla palveluita energiadatan visualisointiin ja järjestelmien kehitys on jatkuvaa. Digitaaliset ratkaisut ovat olennaisessa osassa hiilineutraalin yhteiskunnan saavuttamisessa ja vaihtelevan tuotannon lisääntyessä. Digitaalisuuden vai-

kutuksista hiilineutraaliuden saavuttamisessa tulee kuitenkin tehdä vielä monipuolisempaa tutkimusta, koska ratkaisut esimerkiksi vaativat raaka-aineita, joissa on eettisiä ja ympäristöllisiä ongelmia. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että rakennusten energiankulutuksen vähentämisessä tulee ensisijaisesti panostaa automaatioon, koska ihmisten aktiivinen rooli energiankulutuksen pienentämisessä ei ole realistinen tai tehokas ratkaisu. Visualisoinnit toimivat lämmityksen optimoinnin tukena älykkäissä ja automaattisissa energian ja olosuhteiden ohjausjärjestelmissä. Energiadatan visualisoinneista on hyötyä erityisesti ammattilaisille esimerkiksi teollisuusprosessien, rakennusten energiatiedon ja yritysten toiminnan raportoinnissa, jolloin voidaan helposti tehdä säätöjä ja löytää kehityskohtia toiminnan parantamiseksi ja ympäristökuormituksen pienentämiseksi. Niiralan kulma Oy:n ratkaisu asumistaitojen opettamisesta asukkaille energiaexpertti -koulutuksen avulla vaikuttaa motivoivalta ratkaisulta. Koulutuksen tulokset vuokralaisten valistamisessa ja aktivoinnissa tulevat olemaan mielenkiintoisia. Codecontrol Oy:n Fiksu -energiansäästöpelin kaltainen ratkaisu voi toimia hyvänä alustana tiedottamaan kuluttajia omasta kulutuksestaan. Pelillistäminen ei kuitenkaan energian kulutuksen pienentämisessä vaikuta ratkaisulta, jota kuluttajat jaksaisivat kiireisen arjen keskellä käyttää aktiivisesti.

Huomioitavaa on, että opinnäytetyössä esitetyt näkemykset energiadatan visualisoinnin vaikutuksista kuluttajien käyttäytymiseen perustuvat tässä opinnäytetyössä haastateltujen asiantuntijoiden lausuntoihin. Aiheeseen liittyy olennaisesti se, onko energiadatan visualisoinnilla vaikutusta ihmisten toiminnan muutokseen. Tässä työssä kuluttajille esitettäviä kulutusnäkyviä päädyttiin vain sivumaan ja pääpaino oli yritysten energiadatan visualisoinnilla. Kuluttajien kulutustottumuksiin vaikuttaminen on jo itsessään niin laaja aihe, ettei sitä kannattanut lähteä tarkastelemaan tarkemmin. Kattavamman näkökulman asiaan olisi saanut vertailemalla esimerkiksi eco-feedback-järjestelmien toimivuutta käsittelevistä vertaisarvioituista tutkimuksista.

## LÄHTEET

ABB Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava G 2021a Lämmön kulutusjakauma visualisointi ABB:n toimittamassa Vtrin/RTDb energian laskenta/raportointijärjestelmässä. Kuva. SE Varkaus Energiadatan visualisointia. Yksityinen sähköpostiviesti 16.9.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Alasoini, Tuomo 2015. Digitalisaatio muuttaa työtä–millaista työelämää uudistavaa innovaatiopolitiikkaa tarvitaan? Työpoliittinen Aikakauskirja, 2(2015), 26–37. <https://docplayer.fi/10166166-Digitalisaatio-muuttaa-tyota-millaista-tyoelamaa-uudistavaa-innovaatiopolitiikkaa-tarvitaan.html>. Viitattu 7.2.2022.

Codecontrol Oy julkaisuaika tuntematon. Fiksu -tietoalusta. 6 aika energiaviisaat kaupungit -hankkeessa pilotoitu energiansäästöpelii. <https://fiksu.codecontrol.fi/account/eco-life>. Viitattu 23.2.2022.

Codecontrol Oy julkaisuaika tuntematon a. Fiksu -energiansäästöpelin profiilinäkymä. Kuva. Kuva-kaappaus Fiksu-energiansäästöpelistä. <https://fiksu.codecontrol.fi/account/eco-life>. Viitattu 23.2.2022.

Codecontrol Oy julkaisuaika tuntematon b. Fiksu -energiansäästöpelin ekotekojen asettaminen. Kuva. Kuvakaappaus Fiksu-energiansäästöpelistä. <https://fiksu.codecontrol.fi/account/eco-life>. Viitattu 23.2.2022.

Dietrich, Dietmar, Bruckner, Dietmar, Zucker, Gerhard, Palensky, Peter 2010. Communication and computation in buildings: A short introduction and overview, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 57, no. 11, pp. 3577–3584, 2010. [https://www.researchgate.net/publication/224127956\\_Communication\\_and\\_Computation\\_in\\_Buildings\\_A\\_Short\\_Introduction\\_and\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/224127956_Communication_and_Computation_in_Buildings_A_Short_Introduction_and_Overview). Viitattu 5.2.2022.

Elisa Oyj & Quva Oy. Julkaisuaika tuntematon. Yritysjohdon opas IoT:n ja teollisen internetin hyödyntämiseen. Pdf-tiedosto. [https://quva.fi/site/attachments/yritysjohdon\\_opas\\_IoT\\_ja\\_teollisen\\_internetin\\_hyodyntamiseen.pdf](https://quva.fi/site/attachments/yritysjohdon_opas_IoT_ja_teollisen_internetin_hyodyntamiseen.pdf). Viitattu 07.08.2021.

Elisa Oyj & Quva Oy julkaisuaika tuntematon a. IoT eli Internet of Things on laaja termi, joka kattaa useita toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä. Nämä voidaan jakaa esineiden internetiksi, teolliseksi internetiksi ja tavaroiden internetiksi. Kuva. [https://quva.fi/site/attachments/yritysjohdon\\_opas\\_IoT\\_ja\\_teollisen\\_internetin\\_hyodyntamiseen.pdf](https://quva.fi/site/attachments/yritysjohdon_opas_IoT_ja_teollisen_internetin_hyodyntamiseen.pdf). Viitattu 07.08.2021.

Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiatehokkuudesta. Euroopan unionin virallinen lehti 14.11.2012. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:FI:PDF>. Viitattu 19.1.2022.

Energiatehokkuuslaki (2014/1429). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>. Viitattu 19.1.2022.

Energiateollisuus 2020. Energia-alan vähähiilisyystiekartta. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2020. [https://energia.fi/files/4946/Energia-alan\\_vahahiilisyystiekartta\\_2020.pdf](https://energia.fi/files/4946/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_2020.pdf). Viitattu 8.2.2022.

Energiaviisaat kaupungit 2020a. Julkisten rakennusten energia- ja olosuhdedatan visualisointi. Energia- ja olosuhdedatan visualisointiopas. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2020. <https://energiaviisaat.fi/wp-content/uploads/2020/11/Energia-olosuhdedatan-visualisointi-opas-Energiaviisaat.pdf>. Viitattu 12.8.2021.

Energiaviisaat kaupungit julkaisuaika tuntematon. Energiaviisaat kaupungit. 6Aika Energiaviisaat kaupungit-hankkeen verkkosivut. <https://energiaviisaat.fi/>. Viitattu 9.3.2022.

Energiavirasto julkaisuaika tuntematon. Energiakatselmustoiminta. Energiaviraston verkkosivu. <https://energiavirasto.fi/energiakatselmuksset>. Viitattu 19.1.2022.

EnerKey Oy julkaisuaika tuntematon. EG EnerKey SaaS. Markkinoiden kattavin vastuullisuusraportoinnin ja energianhallinnan SaaS-palvelu. EG EnerKey SaaS- palvelun esittely. EnerKey Oy:n verkkosivut. <https://www.enerkey.com/fi/enerkey-saas/>. Viitattu 15.3.2022.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava M 2021. EG EnerKey Saas ohjelmiston etusivu. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava M 2021. CO<sub>2</sub>-päästöjen etusivu EG EnerKey Saas ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon d, Haastateltava M 2021. Tuntitason energiankulutus EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon e, Haastateltava M 2021. Oman sähköntuotannon raportointia EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon f, Haastateltava M 2021. Kuukausittainen sähkönkulutus pylväskaaviona ja maksimiteho viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon g, Haastateltava M 2021. Sähkönkulutuksen kustannukset viivana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon h, Haastateltava M 2021. Kuukausikohtainen sähkönkulutusprofiili, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon i, Haastateltava M 2021. Trendiraportti useamman vuoden ajalta, jossa on esitetty minimi ja maksimitaso viivoina EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon j, Haastateltava M 2021. Ennusteraportti, josta nähdään kulusennuste vuoden lopussa, edellinen vuosi korjattuna ja edellinen vuosi toteutmana EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon k, Haastateltava M 2021. Kehityksen alla oleva CO<sub>2</sub> -päästöjen tavoiteviiva EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.

Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon l, Haastateltava M 2021. Kulutushälytykset värillisinä kolmioina sähkönkulutuksessa EG EnerKey Saas -ohjelmistossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä EnerKey Oy:n Sustainability and Energy Managerin Haastateltava M:n haastattelusta 15.9.2021.



Euroopan parlamentti 2021. Kohti digitaalista Eurooppaa. Euroopan parlamentin verkkosivut. Päivitetty 27.1.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20210414STO02010/kohti-digitaalista-eurooppaa>. Viitattu 11.2.2022.

Euroopan parlamentti 2019. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Euroopan parlamentin verkkosivut. Päivitetty 25.6.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>. Viitattu 8.2.2022.

Few, Stephen 2006. Information dashboard design; the effective visual communication of data. Sci-tech Book News, 30(2).

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon. Fidelix flow\_how: datankeruusta toimenpiteisiin. Pdf-tiedosto. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5576244/Oppaat/Fidelix-Opas-kiinteiston-datalahtoiseen-johtamiseen-flow-hown-avulla.pdf>. Viitattu 15.3.2022.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava O 2021. Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_how yhteenvedonäkymä. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava O 2021. CO<sub>2</sub> -päästöjen kuukausittaiset toteutumat ja tavoitteet pylväskaaviona Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava O 2021. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_Howssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon d, Haastateltava O 2021. Vuosiraportti Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_Howssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon e, Haastateltava O 2021. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti vuositason Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon f, Haastateltava O 2021. Ostoenergiankulutuksen päämittausraportti kuukausitasolla Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon g, Haastateltava O 2021. Ostoenergiankulutuksen päiväkohtainen tuntikulutusdata päämittausraportissa Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Mitattu kulutus ja normeerattu kulutus saatavilla. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon h, Haastateltava O 2021. Kokonaisjakauma, kokonaiskustannusten jakauma ja CO<sub>2</sub> -päästöjen jakauma ympyrädiagrammilla kuvattuna rakennusanalyysinäkymässä Fidelix Oy:n Fidelix\_Flow\_How:ssa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Fidelix Oy julkaisuaika tuntematon i, Enerkey Oy julkaisuaika tuntematon k, Haastateltava O 2021. a) Fidelix Oy:n Fidelix Flow\_how vuosiraportti b) EnerKey Oy:n EG EnerKey Saas -raportointijärjestelmän kuukausikohtainen raportti on esitetty histogrammina, jossa päivien tunnikohtaiset kulutukset on esitetty piikkeinä. Histogrammista poikkeamat havaitaan helposti. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Fidelix Oy:n Energy Specialistin Haastateltava O:n haastattelusta 24.9.2021.

Finder julkaisuaika tuntematon a. Niiralan Kulma Oy. <https://www.finder.fi/Vuokra-asunnot/Niiralan+Kulma+Oy/Kuopio/yhteystiedot/159678>. Viitattu 8.2.2022.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon, a. Granlund Manager -ohjelmisto. Granlund Oy:n verkkosivut. <https://www.granlund.fi/palvelut/raportointi/>. Viitattu 5.1.2021.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon b. Paranna tuottavuutta Granlund Managerilla – ota energiadata haltuun. Granlund Oy:n verkkosivut. <https://www.granlund.fi/paranna-tuottavuutta-granlund-managerilla/>. Viitattu 15.3.2022.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava N 2021. Kiinteistön energian ominaiskulutus Granlund Oy:n Granlund Managerin dynaamisen raportin etusivulla. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Granlund Kuopio Oy:n osastonjohtaja Haastateltava N:n haastattelusta 16.9.2021.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon d, Haastateltava N 2021. Granlund Oy:n Granlund Managerin staattinen kulutuslajien koontiraportti. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Granlund Kuopio Oy:n osastonjohtaja Haastateltava N:n haastattelusta 16.9.2021.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon e, Haastateltava N 2021. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti kiinteistöjen energiankulutuksesta. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Granlund Kuopio Oy:n osastonjohtaja Haastateltava N:n haastattelusta 16.9.2021.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon f, Haastateltava N 2021. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaaminen raportti, kun kulutuslajina on sähkö ja tarkasteltavana attribuuttina on käyttötarkoituusluokka. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Granlund Kuopio Oy:n osastonjohtaja Haastateltava N:n haastattelusta 16.9.2021.

Granlund Oy julkaisuaika tuntematon g, Haastateltava N 2021. Granlund Oy:n Granlund managerin dynaamisen raportin näkymä, kun tarkasteltavana attribuuttina on postiosoite. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Granlund Kuopio Oy:n osastonjohtaja Haastateltava N:n haastattelusta 16.9.2021.

Granlund Oy 2021 h. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16. Kuva. Lohjan vuoden 2021 asuntomessukohde nro. 16 Designtalo Idyll. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3.8.2021. [https://assets.ctfassets.ngret/ksssf3t869cm/2aYb0yo70tB1su6lxbNF/2a5c6ac41ee738a2cf884dba7f9e668a/16\\_Lankkukatu\\_1\\_Designtalo\\_Idyll\\_Rakennuksen\\_hiilijalanj\\_lkiraportti\\_2021-08-03.pdf](https://assets.ctfassets.ngret/ksssf3t869cm/2aYb0yo70tB1su6lxbNF/2a5c6ac41ee738a2cf884dba7f9e668a/16_Lankkukatu_1_Designtalo_Idyll_Rakennuksen_hiilijalanj_lkiraportti_2021-08-03.pdf). Viitattu 5.1.2022.

Granlund Oy 2021 i. Granlund Oy:n tekemä rakennuksen hiilikädenjäljen muodostumisen visualisointi Lohjan vuoden 2021 asuntomessujen kohteesta nro. 16. Kuva. Lohjan vuoden 2021 asuntomessukohde nro. 16 Designtalo Idyll. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3.8.2021. [https://assets.ctfassets.ngret/ksssf3t869cm/2aYb0yo70tB1su6lxbNF/2a5c6ac41ee738a2cf884dba7f9e668a/16\\_Lankkukatu\\_1\\_Designtalo\\_Idyll\\_Rakennuksen\\_hiilijalanj\\_lkiraportti\\_2021-08-03.pdf](https://assets.ctfassets.ngret/ksssf3t869cm/2aYb0yo70tB1su6lxbNF/2a5c6ac41ee738a2cf884dba7f9e668a/16_Lankkukatu_1_Designtalo_Idyll_Rakennuksen_hiilijalanj_lkiraportti_2021-08-03.pdf). Viitattu 5.1.2022.

Green Energy Finland Oy 2022. Green Energy Finland Oy:n (GEF) Suomi Solar Oy:lle tuottama visualisointijärjestelmä. Kuopion valtuustotalon katolla olevien aurinkopaneelien tuoton visualisointi. Kuvakaappaus kesä-heinäkuun energiantuotannosta vuonna 2021 on otettu maaliskuussa 2022, joten osa tiedoista osoittaa nollaa. Kuva. <https://vision.gef.fi/341a36ef-4896-4c4f-aa3e-f1724e46728e/d/>. Viitattu 9.3.2022.

Heer, Jeffrey, Bostock, Michael, Ogjevetsky, Vadim 2010. A tour through the visualization zoo. Communications of the ACM, 2010, 53(6), 59-67. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1743546.1743567>. Viitattu 3.8.2021.

Honeywell Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava G 2021a. MES/OptiVision järjestelmän energiäyttö. Kuva. Energiakonsultti. Stora Enso. SE Varkaus Energiadatan visualisointia. Yksityinen sähköpostiviesti 16.9.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Hongisto, Mikko, Koljonen, Tiina, Mäki, Kari, Koreneff, Göran, Rämä, Miika, Ailisto, Heikki, Correia, Suvisanna 2020. ICT:n rooli kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä energia-alalla. Teknologian

tutkimuskeskus VTT Oy. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:11. Pdf-tiedosto. Julkaistu 11.8.2020. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162376/LVM\\_2020\\_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162376/LVM_2020_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 7.2.2022.

Haastateltava A Projektipäällikkö 2021. Ekokumppanit Oy. 6 aika energiaviisaat kaupungit -hanke. Haastattelu 21.9.2021.

Haastateltava B erikoistutkija Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Haastateltava C Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelujen projektipäällikkö 2022. Making City-hanke. Haastattelu 24.1.2022.

Haastateltava D 2021. Palvelupäällikkö. Niiralan Kulma Oy. Haastattelu 30.8.2021.

Haastateltava E 2021. Development Engineer. Olvi Oyj. Haastattelu 6.9.2021.

Haastateltava F 2021. Quality Manager and Environmental Sustainability. Olvi Oyj. Haastattelu 9.9.2021.

Haastateltava G 2021. Energiakonsultti. Stora Enso. Haastattelu 13.9.2021.

Haastateltava G 2021a. Energiakonsultti. Stora Enso. SE Varkaus Energiadatan visualisointia. Yksityinen sähköpostiviesti 16.9.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Haastateltava H 2021. Järjestelmä- ja automaatioasiantuntija. Kuopion kaupunki/ Kuopion Tilapalvelut. Valtuustotalon aurinkopaneelien energiantuotannon visualisointi infonäytöllä. Yksityinen sähköpostiviesti 27.8.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Haastateltava H 2022. Järjestelmä- ja automaatioasiantuntija. Kuopion kaupunki/ Kuopion Tilapalvelut. Valtuustotalon aurinkopaneelien energiantuotannon visualisointi infonäytöllä. Yksityinen sähköpostiviesti 11.4.2022. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Haastateltava I Asiakaspalvelupäällikkö, Haastateltava J it-asiantuntija 2021. Kuopion Vesi Oy. Haastattelu 29.9.2021.

Haastateltava K 2022. Palvelupäällikkö. Savon Voima Oyj. Haastattelu 24.1.2022.

Haastateltava L 2021. Sales Manager. Quentic GmbH. Haastattelu 13.9.2021.

Haastateltava M 2021. Sustainability and Energy Manager. EnerKey Oy. Haastattelu 15.9.2021.

Haastateltava N 2021. Osastonjohtaja, kiinteistönpito. Granlund Kuopio Oy. Haastattelu 16.9.2021.

Haastateltava O 2021. Energy Specialist. Fidelix Oy. Haastattelu 24.9.2021.

Haastateltava P 2022. Toimitusjohtaja. OptiWatti Oy. Haastattelu 9.2.22.

Hänninen, Pekka 2020. Kestävämpää energiaa. Suomen luonto, 79(1), 56–57. Julkaistu 23.1.2020. Viitattu 7.2.2022.

Itkonen, Juha, Suomen Pankki 2015. Kiihdyttääkö Digitalisaatio talouskasvua? Euro & Talous. Suomen pankin ajankohtaisia artikkeleita taloudesta. Pdf-tiedosto. Julkaistu 26.10.2015. [https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/13920/eurotalous\\_blogi\\_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/13920/eurotalous_blogi_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 8.2.2022.

Jääskeläinen, Aki, Roitto, Juho-Matias 2016. Visualization techniques supporting performance measurement system development. Measuring business excellence, 20(2), 13-25. [https://www.researchgate.net/publication/304067818\\_Visualization\\_techniques\\_supporting\\_performance\\_measurement\\_system\\_development](https://www.researchgate.net/publication/304067818_Visualization_techniques_supporting_performance_measurement_system_development). Viitattu 7.2.2022.

Karhinen, Santtu, Meriläinen, Teemu, Ruokamo, Enni, Räihä, Jouni, Suur-Uski, Päivi, Svento, Raili, Timonen, Leila 2020. Informaatio-ohjauksen vaikutukset kotitalouksien sähkönkulutukseen. Oppeja satunnaiskokeilusta. Motiva. Pdf-tiedosto. Julkaistu 4.11.2020. [https://www.motiva.fi/files/18021/Informaatio-ohjauksen\\_vaikutukset\\_kotitalouksien\\_sahkonkulutukseen\\_-\\_Oppeja\\_satunnaiskokeiluista.pdf](https://www.motiva.fi/files/18021/Informaatio-ohjauksen_vaikutukset_kotitalouksien_sahkonkulutukseen_-_Oppeja_satunnaiskokeiluista.pdf). Viitattu 19.1.2022.

Koiranen, Ilkka, Räsänen, Pekka, Södergård, Caj 2016. Mitä Digitalisaatio on Tarkoittanut Kansalaisen Näkökulmasta? Talous & Yhteiskunta 44, no. 3 (2016): 24-29. Viitattu 7.2.2022.

Kopsakangas-Savolainen, Maria 2019. Data energiamurroksen mahdollistajana. Tieteessä tapahtuu, 37(5), 7.

KTI Kiinteistötieto Oy 2011. Kiinteistöjen eko- ja energiatehokkuuden mittarit ja tunnusluvut. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2011. <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6jen-eko-ja-energiatehokkuuden-mittarit-ja-tunnusluvut.pdf>. Viitattu 10.8.2021.

KTI Kiinteistötieto Oy 2011a. Tunnuslukujen käyttö ja hyödyntäminen. Kuva. Julkaistu 2011. <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6jen-eko-ja-energiatehokkuuden-mittarit-ja-tunnusluvut.pdf>. Viitattu 10.8.2021.

Kuopion kaupunki julkaisuaika tuntematon. Vesihuoltolaitokset. Kuopion kaupungin verkkosivut. <https://www.kuopio.fi/vesihuoltolaitokset>. Viitattu 9.3.2022.

Maapallo. Kuva: Papunetin kuvapankki, papunet.net, Kuvako. <https://papunet.net/materiaalia/kuvapankki/kuvat/maapallo-1>. Viitattu 17.3.2022.

Making City-hanke 2021. Energiankulutus ja ilmastoystävällisyys kiinnostavat oululaisia. Julkaistu 28.6.2021. Making City -hankkeen tiedote. [https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/oulujokivarren-osayleiskaavan-tarkistus/-/asset\\_publisher/5rZqJuc7bIAH/content/energiankulutus-ja-ilmastoystavallisyys-kiinnostavat-oululaisia/50266/pop\\_up](https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/oulujokivarren-osayleiskaavan-tarkistus/-/asset_publisher/5rZqJuc7bIAH/content/energiankulutus-ja-ilmastoystavallisyys-kiinnostavat-oululaisia/50266/pop_up). Viitattu 2.2.2022.

Making City-hanke 2021a. Mikä on toimivin keino kannustaa ihmisiä ilmastoa parantaviin toimiin? Making City-hankkeessa oululaisille keväällä 2021 tehdyn kyselyn tulokset. Kuva. Julkaistu 28.6.2021. Making City -hankkeen tiedote. [https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/oulujokivarren-osayleiskaavan-tarkistus/-/asset\\_publisher/5rZqJuc7bIAH/content/energiankulutus-ja-ilmastoystavallisyys-kiinnostavat-oululaisia/50266/pop\\_up](https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/oulujokivarren-osayleiskaavan-tarkistus/-/asset_publisher/5rZqJuc7bIAH/content/energiankulutus-ja-ilmastoystavallisyys-kiinnostavat-oululaisia/50266/pop_up). Viitattu 2.2.2022.

McKinsey Global Institute 2014. Global flows in a digital age: How trade, finance, people, and data connect the world economy. Julkaistu 1.4.2014. <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/global-flows-in-a-digital-age>. Viitattu 8.2.2022.

Meola, Andrew 2016. Internet of Things devices, applications & examples. Business Insider-lehden artikkeli. Päivitetty 10.1.2022. <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-devices-applications-examples-2016-8>. Viitattu 6.8.2021

Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon, Haastateltava D 2021. Microsoft Power Bi:n kokoava kulutusraportointi. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Niiralan Kulma Oy:n palvelupäällikkö Haastateltava D:n haastattelusta 30.8.2021.

Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon, Haastateltava G 2021. Tekninen energiatase -yhteenveto Microsoftin Power Bi ympäristössä. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Stora Enso Oyj:n energiakonsultti Haastateltava G:n haastattelusta 13.9.2021.

Motiva julkaisuaika tuntematon. Käyttöhyödykejärjestelmät. Motivan verkkosivut. Päivitetty 12.5.2017. <https://www.motiva.fi/extranet/energiakatselmoijat/kayttohyodykejarjestelmat>. Viitattu 19.1.2022.

Niiralan Kulma Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava D 2021a. Vedenkulutuksen visualisointi liikennevalomallilla Niiralan Kulma Oy:n asukkaille jakamassa tiedotelehtisessä. Kuva. Palvelupäällikkö. Niiralan Kulma Oy. Tässäpä näitä kuvakaappauksia. Yksityinen sähköpostiviesti 30.8.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Niiralan Kulma Oy 2019. Vuosikertomus 2019. <https://mediasepat.fi/digilehti/niiralankulma/#/article/11/page/1>. Viitattu 8.2.2022.

Nikulainen 2019. Niiralan Kulma Oy:n asukaslehti 20.2.2019. NRO 1/2019.

Nooga Oy Ab 2021. Dashboard. Business sanasto. Tili-toimiston Business sanasto. Julkaistu 12.02.2021. <https://www.nooga.fi/sanasto/dashboard/>. Viitattu 9.8.2021.

Olvi Oyj julkaisuaika tuntematon. Sitoumukset ja sertifikaatit. Olvi Oyj:n verkkosivu. <https://www.olvi.fi/yhtio/vastuullisuus/sertifikaatit-ja-sitoumukset/>. Viitattu 19.1.2022.

Olvi Oyj julkaisuaika tuntematon a. Olvi yrityksenä. Olvi Oyj:n verkkosivu. <https://www.olvigroup.fi/yritys/olvi-yrityksena/>. Viitattu 14.4.2022.

OptiWatti Oy 2019. Hiilijalanjälki – mitä siitä pitää tietää? OptiWatti Oy:n Blogi. Julkaistu 5.3.2019. <https://www.optiwatti.fi/hiilijalanjalki-mita-siita-pitaisi-tietaa/>. Viitattu 11.2.2022.

OptiWatti Oy 2018a. Kiinteistöprofiiliin yleisnäkymä OptiWatissa. Kuva. Mikä on OptiWatti? Video. Vimeo-videopalvelu, julkaistu 5.12.2018. <https://vimeo.com/304597069>. Viitattu 22.2.2022.

OptiWatti Oy 2018b. Tuntitasoinen lämpötilan huonekohtainen säätö OptiWatissa. Kuva. Mikä on OptiWatti? Video. Vimeo-videopalvelu, julkaistu 5.12.2018. <https://vimeo.com/304597069>. Viitattu 22.2.2022.

Ouman Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava D 2021. Ounet rakennusautomaation nettivalvomon rakennuksen lämmönjakojärjestelmän näkymä. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Niiralan Kulma Oy:n palvelupäällikön Haastateltava D:n haastattelusta 30.8.2021.

Ouman Oy julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava D 2021. Huoneistokohtaiset mittaustiedot Oumanin Ounet rakennusautomaation nettivalvomon näkymässä. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Niiralan Kulma Oy:n palvelupäällikön Haastateltava D:n haastattelusta 30.8.2021.

Pauwels, Koen, Ambler, Tim, Clark, Bruce H., LaPointe, Pat, Reibstein, David, Skiera, Bernd, Wierenga, Berend, Wiesel, Thorsten 2009. Dashboards as a Service Why, What, How, and What Research Is Needed? Journal of Service Research: JSR 12, no. 2 (2009): 175-189. [https://www.researchgate.net/publication/45378514\\_Dashboards\\_as\\_a\\_Service\\_Why\\_What\\_How\\_and\\_What\\_Research\\_Is\\_Needed](https://www.researchgate.net/publication/45378514_Dashboards_as_a_Service_Why_What_How_and_What_Research_Is_Needed). Viitattu 5.2.2022.

Pengon Oy 2016. Tiedon visualisoinnin hyödyt. Pengon Oy:n blogi. Julkaistu 16.3.2016. <https://blogi.pengon.fi/tiedon-visualisointi-hyodyt>. Viitattu 6.8.2021.

Pietiläinen, Jorma, Kauppinen, Timo, Kovanen, Keijo, Nykänen, Veijo, Nyman, Mikko, Paiho, Satu, Peltonen, Janne, Pihala, Hannu, Kalema, Timo & Keränen, Hannu 2007. ToVa-käsikirja Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. Edita Prima Oy, Helsinki 2007. Pdf-tiedosto. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2007/T2413.pdf>. Viitattu 1.8.2021.

Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava E 2021. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview:n selainpohjainen visualisointi. Näkymä tölkkilinjan tiedoista. Käyttöhyödykkeiden kulutustiedot esitetty oikealla olevassa taulukossa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Olvi Oyj:n Development Engineer Haastateltava E:n haastattelusta 6.9.2021.

Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava E 2021. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyviewn mittapistekohtainen trendinäköymä. Näkymässä esitetään mm. keskiarvokulutukset. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Olvi Oyj:n Development Engineer Haastateltava E:n haastattelusta 6.9.2021.

Pinja Group Oy julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava E 2021. Pinja:n (Pinja Group Oy) Pinja Machine Track-järjestelmä, linjojen toimivuuden yleisnäköymä. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Olvi Oyj:n Development Engineer Haastateltava E:n haastattelusta 6.9.2021.

Quentic julkaisuaika tuntematon. Esimerkki kestäväen kehityksen moduulin dashboard näköymästä Quenticissa. Kuva. Quentic- ohjelmiston kestäväen kehityksen ympäristöjohtamisen esite. Kaukonäköistä yrityksen ohjaamista. Pdf-tiedosto. Viitattu 11.1.2022.

Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon. Mikä on Quentic? Quentic ohjelmiston esittely. Quentic GmbH:n verkkosivut. <https://www.quentic.fi/ohjelmisto/>. Viitattu 19.1.2022.

Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon a, Haastateltava L 2021. Sähköenergian kulutus (MWh) pylväskaaviona Quenticin ympäristömoduulissa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Quentic GmbH:n Sales Manager Haastateltava L:n haastattelusta 13.9.2021.

Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon b, Haastateltava L 2021. Sähköenergian, maakaasun ja vedenkulutustietojen visualisointi pylväskaavioilla Quenticin ympäristömoduulissa. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Quentic GmbH:n Sales Manager Haastateltava L:n haastattelusta 13.9.2021.

Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon c, Haastateltava L 2021. Kestäväen kehityksen moduulissa asiakas voi asettaa tarkempia indikaattoreita vastuullisen toiminnan seuraamiseksi. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Quentic GmbH:n Sales Manager Haastateltava L:n haastattelusta 13.9.2021.

Quentic GmbH julkaisuaika tuntematon d. Esimerkki kestäväen kehityksen moduulin dashboard näköymästä Quenticissa. Kuva. Quentic- ohjelmiston kestäväen kehityksen ympäristöjohtamisen esite. Kaukonäköistä yrityksen ohjaamista. Pdf-tiedosto. Viitattu 11.1.2022.

Rakennusteollisuus julkaisuaika tuntematon. Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit. Rakennusteollisuuden verkkosivu. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto--ja-energiapolitiikka/Energiatehokkuus-suunnitteluvaiheessa/>. Viitattu 19.1.2022.

Rakennusteollisuus RT ry julkaisuaika tuntematon. Rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos. Rakennusteollisuuden verkkosivu. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/>. Viitattu 15.3.2022.

Savon Voima Oyj 2022. Savon Voima -konsernin tilinpäätöstiedote 2021: Onnistuneen vuoden takana pitkäjänteinen kehitys ja kasvuinvestoinnit. Savon Voima Oyj:n verkkosivut. Julkaistu 4.3.2022. <https://savonvoima.fi/savon-voima-tilinpaatostiedote-2022/>. Viitattu 9.3.2022.

Savon Voima Oyj 2021. Savon Voima ja Kuopion Energia toteuttavat selvityksen vetytalouden mahdollisuuksista ja alueen teollisuuden tarpeista. Savon Voima Oyj:n verkkosivut. Julkaistu 22.9.2021. <https://savonvoima.fi/savon-voima-ja-kuopion-energia-toteuttavat-selvityksen-vetytalouden-mahdollisuuksista-ja-alueen-teollisuuden-tarpeista/>. Viitattu 9.3.2022.

Siitoinen Sari 2018. Miksi laskea hiilijalanjälkeä? Julkaistu 12.3.2018. Climate Leadership Coalition verkkosivut. <https://clc.fi/fi/2018/03/12/miten-laskea-hiilijalanjalkia/>. Viitattu 11.2.2022.

Silvonen Ville julkaisuaika tuntematon. Kasvihuonekaasut ja niiden haitallisuus. Genano Oy:n verkkosivut. <https://www.genano.com/fi/tietopankki/kasvihuonekaasut-ja-niiden-haitallisuus>. Viitattu 11.2.2022.

Sofigate 2021. Tiedätkö, mitä on kestävä kehitys? Tällaisia mahdollisuuksia siinä on kilpailukyvyyn kasvattamiseen. Talouselämä. Julkaistu 29.6.2021. <https://www.talouselama.fi/kumppanisallot/sofigate/tiedatko-mita-on-kestavan-kehityksen-mukainen-digitalisaatio-tallaisia-mahdollisuuksia-siina-on-kilpailukyvyyn-kasvattamiseen/>. Viitattu 11.2.2022.

Stenroos, Maria 2019. Suomi asetti itselleen huippukovan ilmastotavoitteen – miten hallitus onnistuu lunastamaan lupauksensa? 5 kysymystä ja vastausta. Yle uutiset. Päivitetty 27.9.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10992336>. Viitattu 8.2.2022.

Stora Enso Oyj julkaisuaika tuntematon. Stora Enson yksiköt. Stora Enso Oyj:n verkkosivut. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations>. Viitattu 3.3.2022.

Sähkötieto ry 2017. ST-ohjeisto 15. Rakennusten energiatehokkuus. 2.painos. Tampere: Grano Oy.

Tietosuojaja julkaisuaika tuntematon. Usein kysyttyä EU:n tietosuojasetuksesta. Tietosuojavaltuutetun toimiston verkkosivut. <https://tietosuojaja.fi/gdpr>. Viitattu 2.2.2022.

Toivonen, Hannu 2020a. Tietotekniikka voi olla jopa lentoliikennettä isompi päästöjen lähde. Maailman kuvalehti. Julkaistu 17.12.2020. <https://www.maailmankuvalehti.fi/2020/pitkat/tietotekniikka-voi-olla-jopa-lentoliikennetta-isompi-paastojen-lahde/>. Viitattu 7.2.2022.

Toivonen, Lotta 2020b. Viisi tärkeää kysymystä digitalisaation ympäristövaikutuksista. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. Julkaistu 29.12.2020. <https://www.sitra.fi/artikkelit/viisi-tarkeaa-kysymysta-digitalisaation-ymparistovaikutuksista/>. Viitattu 7.2.2022.

Toivonen, Lotta 2020c. Digitalisaatio etenee, entä ymmärrys sen ympäristövaikutuksista? Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. Julkaistu 22.06.2020. <https://www.sitra.fi/blogit/digitalisaatio-etenee-enta-ymmarrys-sen-ymparistovaikutuksista/>. Viitattu 7.2.2022.

Traficom 2020. Selvitys ICT-alan nousevien teknologioiden vaikutuksista ympäristön- ja ilmastonmuutokseen. Liikenne- ja viestintäministeriö Traficom julkaisuja 224/2020. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2020. [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/ICT\\_ilmastovaikutukset\\_selvitys\\_Traficom\\_julkaisuja\\_244\\_2020\\_17.8.20.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/ICT_ilmastovaikutukset_selvitys_Traficom_julkaisuja_244_2020_17.8.20.pdf). Viitattu 7.2.2022.

Trimble Inc julkaisuaika tuntematon, Haastateltava G 2021a. Mittarikuvaajat ja trendinäkömää Wedge prosessitiedon analysointityökalussa. Kuva. SE Varkaus Energiadatan visualisointia. Yksityinen sähköpostiviesti 16.9.2021. Viestin saaja: Tiina Matihaldi.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2021. Asukkaan tiedonsaantia veden ja lämpöenergian kulutuksesta parannetaan. Tiedote. Julkaistu 25.3.2021. Valtioneuvoston verkkosivu. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/asukkaan-tiedonsaantia-veden-ja-lampoenergian-kulutuksesta-parannetaan->. Viitattu 18.1.2022.

Valtioneuvoston asetus lämmityksen, jäähdytyksen ja veden kulutus- ja laskutustiedoista ja kustannusten jakamisesta (2021/254). <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210254>. Viitattu 19.1.2022.

VertoNordic Oy julkaisuaika tuntematon, Haastateltava D 2021. VertoNordic Oy:n selainpohjaisen VertoLive:n huoneistokohtainen vedenkulutusnäkömää. Kuva. Kuvakaappaus järjestelmästä Niiralan Kulma Oy:n palvelupäällikön Haastateltava D:n haastattelusta 30.8.2021.

Väre 2021. Mikä ihmeen datahub? Väre Oy:n verkkosivu. <https://vare.fi/datahub/>. Viitattu 21.1.2022.

Wolf, Renita 2016. Dashboard design. SF Strategic Finance-lehden verkkojulkaisu. Julkaistu 1.6.2016. <https://sfmagazine.com/post-entry/june-2016-dashboard-design/>. Viitattu 11.8.2021.

Yigitbasioglu, Ogan M. & Velcu, Oana 2012. A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International journal of accounting information systems*, 13(1), 41-59. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089511000443>. Viitattu 4.2.2022.

Ympäristöhallinto 2021. Kuntien ilmastopäästöt vähenivät 5,5 prosenttia vuonna 2019. Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tiedote. Julkaistu 31.5.2021. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Kuntien\\_ilmastopaastot\\_vahenivat\\_55\\_pros\(60847\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Kuntien_ilmastopaastot_vahenivat_55_pros(60847)). Viitattu 8.2.2022.

Ympäristöhallinto julkaisuaika tuntematon. Suomen kuntien yhteenlaskettujen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma vuonna 2019. Päästöt on laskettu Hinku-laskentasääntöjen mukaisesti. Kuva. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Kuntien\\_ilmastopaastot\\_vahenivat\\_55\\_pros\(60847\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Kuntien_ilmastopaastot_vahenivat_55_pros(60847)). Viitattu 9.4.2022.

Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon. Pariisin ilmastopöytäkirja. Ympäristöministeriön verkkosivut. <https://ym.fi/pariisin-ilmastopoytakirja>. Viitattu 8.2.2022.

@VTS\_Opi31 2021. Tviitti 23.7.2021. Twitter-mikroblogipalvelu. " Asukkaani ovat olleet esimerkillisiä lajittelijoita, muovia on kerätty tämän vuoden aikana jo noin 1500kg - -". Hervannassa sijaitsevan VTS Opiskelijankatu 31 rakennuksen tviitti lajitellun muovin määrästä (@VTS\_Opi31). Kuva. [https://twitter.com/vts\\_opi31](https://twitter.com/vts_opi31). Viitattu 14.1.2022.



## LIITE 1: TUTKIMUSHAASTATTELUN KYSYMYKSET

- Energiadatan visualisoinnin tavoitteet
- Miten koko järjestelmä on tehty: millä tavalla ja mitä tietoa on kerätty
- Mitä asioita Dashboard näkymässä esitetään (kuvia raportointinäkymistä)
- Millä työkaluilla visualisointi on toteutettu
- Kenelle visualisointi on tarkoitettu
- Mitä hyötyä energiadatan visualisoinnista on saatu ja miten hyöty on todettu
- Mitä haasteita toteutuksessa on ja on ollut
- Millä tavalla tietoa on hyödynnetty? Onko esimerkiksi hyödynnetty:
  - o markkinoinnissa
  - o hiilijalanjäljen tai hiilikädenjäljen laskennassa, onko päästöjä ajateltu kompensoida jollakin tavalla
  - o pyritäänkö visualisoinnilla vaikuttamaan ihmisten tai yrityksen käyttäytymiseen ja tuetaanko tätä esimerkiksi pelillisillä ratkaisuilla

## LIITE 2: TUTKIMUSHAASTattelun VASTAUKSET 6AIKA ENERGIIVIISAAT HANKE 2018–2020

<i>Hankkeen tarkasteluohjeet ja haastattelussa käsitellyt toteutukset</i>	<i>VTS-kodit uudiskohde Opiskelijankatu 31 Hervannassa</i>	<i>Fiksu pelillistäminen ohjaa energiansäästöön- pilotti: Codecontrol Oy: n" Fiksu" -tietoalusta</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uudet vähähiilisyttä tukevat ja älykkäät ratkaisut kaupunkien palvelu- ja asuinkiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseen</li> <li>- Alueellisten energijärjestelmien kehittäminen ja nollaenergia-kortteleiden suunnittelu</li> <li>- <b>VTS-kodit uudiskohde Opiskelijankatu 31</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o virtuaalivoimalaitoksen ja kaukolämmön optimointi</li> <li>o Kiinteistön Twitter-tili</li> </ul> </li> <li>- <b>Codecontrol Oy:n "Fiksu" -tietoalusta</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tavoitteena säästöt kaukolämmön tehomaksuista ja energiamaksuista</li> <li>- kerrostalon automaatiojärjestelmästä tehtiin virtuaalivoimalaitos, jonka toimintaa visualisoitiin</li> <li>- rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaa säädeltiin älykkäällä ohjauksella, jossa hyödynnettiin mm. sääennusteita</li> <li>- rakennus tviittasi yhteisö- ja mikroblogipalvelu Twitterissä taloteknisten järjestelmien tiedoista</li> <li>- pakkasten tullessa kiinteistöjen betonimassaa lämmitettiin etukäteen, ilmastointia sekä jäädytyksiä ohjattiin ulkolämpötilan mukaan, käyttöveden lämpötilaa pienennettiin</li> <li>- asukkaat eivät huomanneet käyttöveden lämpötilaan tehtyä parin asteen lämpötilan laskua pakkaspiikin aikana</li> <li>- huomattava energiasäästö</li> <li>- korttelitason varavoimalaitoksen käynnistykselle ei ollut tarvetta ja kulutuspiikit tasaantuivat, kun energiankulutus pidettiin vakiona myös pakkasilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- etsittiin ratkaisuja energiatehokkaiden älykiinteistöjen haasteisiin</li> <li>- testattiin tilojen käyttöasteen tunnistamista ja hyödyntämistä, olosuhdetietojen monitorointia sekä niiden optimointia</li> <li>- mittatiedot koottiin pelillistävälle "Fiksu" -tietoalustalle</li> <li>- toteutettiin Ekokumppanit Oy:n tiloissa</li> <li>- liitettiin olemassa oleviin mittalaitteisiin ja tehtiin automaattisia mittauksia esim. sähkön ja vedenkulutuksesta</li> <li>- käyttäjä pystyi asettamaan ekotekoja</li> <li>- peliä pystyi pelaamaan esimerkiksi työkavereiden tai perheenjäsenten välillä</li> </ul>

## 6Aika Energiaviisaat hanke 2018–2020

Hyödyt	Haasteet	Ehdotukset
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ihmiset saavat tietää kulutustietonsa tarvittaessa</li> <li>- peleihin voi asettaa erilaisia motivaattoreita ja palkintoja <ul style="list-style-type: none"> <li>o sähkösopimusten automaattinen kilpailutus</li> <li>o toimintaehdotukset kuten yhteydenotto energia-asiantuntijaan tilanteessa, jossa kiinteistö kuluttaa keskimääräistä enemmän energiaa.</li> </ul> </li> <li>- automatisoidussa ja jalostetussa visualisoinnissa ihmisen ei tarvitse miettiä hänelle haastavia yksiköitä ja niiden tulkitsemista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turha visualisointi kerryttää datastaastetta, datamäärä jo nykyisellään massiivinen</li> <li>- dataa ei jalosteta ajoissa</li> <li>- turha datan siirto kuluttaa luonnonvaroja, serveritilaa, muistia ja prosessoritehoa monessa eri paikassa ja altistaa erilaisille kyberturvallisuushkille</li> <li>- käsitteiden ymmärtäminen, ajan ja kiinnostuksen puute</li> <li>- koettu ilmanlaatu voi poiketa visualisoinnin osoittamasta ja mitatusta ilmanlaadusta</li> <li>- uudiskohteita rakennettaessa data on helppoa ja halpaa saada hallintaan. Vanhat rakennukset vaativat enemmän resursseja yritykseltä.</li> <li>- Kulutuskäyttäytymisen muutos vaatii selkeän hyödyn tai palkinnon, eikä muutos siitäkään huolimatta ole välttämättä pysyvää. Pienempi sähkölasku ei motivoi summien ollessa pieniä.</li> <li>- Pelit ovat kalliita, joten kestävään kehitykseen ja energiankulutukseen liittyvän pelin tulee olla erittäin mielenkiintoinen, jotta sitä jaksaisi pelata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- energiaohjaus ensisijaisesti mahdollisimman automaattisia</li> <li>- kiinteistön älykkyyks ja vaatimus järjestelmien keskinäisestä kommunikoinnista laitettava kuntoon tontin luovutusehdoissa tai korjausrakentamisen yhteydessä</li> <li>- visualisoinnit tehtävä ajatuksen kanssa todelliseen tarpeeseen ja ympäristörasitus huomioon ottaen</li> <li>- datan jätehuolto hoidettava kuntoon ja data tuhottava heti kun sitä ei tarvita</li> <li>- kyberturvallisuushkat huomioitava, koska esimerkiksi huoneiston olosuhde- ja energiamittauksista tehdyistä trendikuvaajista voi havaita milloin asukkailla on tapana olla poissa huoneistostaan</li> </ul>

## LIITE 3: TUTKIMUSHAASTattelun vastaukset Niiralan Kulma Oy

<i>Yritys</i>	<i>Tavoite datan visualisoinnille</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- tarjoaa kohtuuhintaisia vuokrakoteja Kuopiossa ja sen lähi-alueilla</li> <li>- omistaa noin 700 rakennusta</li> <li>- omakustannusperiaatteella toimiva vuokratalon-yhtiö, eli vuokra muodostuu asukkaisen kulutuksista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kiinteistösähkö-, kaukolämpö- ja vedenkulutusdatan seuraaminen haastavaa pelkästään yksittäisten kiinteistöjen sähkölaskujen, lämmityksen tai vedenkulutuksen seuraamisen osalta koska seurattavia rakennuksia on paljon ja energiankulutus on runsasta</li> <li>- tavoitteena saada koko järjestelmä samaan järjestelmään, jolloin mittaus-tietoa eri talojen välillä voidaan vertailla</li> <li>- saada selville mistä tietyt energiaratkaisut ja kulutukset johtuvat kuntaliitosten myötä yritykselle siirtyneissä rakennuksissa</li> <li>- asukkaiden tarkempi tiedottaminen heidän asumiskustannustensa muodostumisesta, koska vuokra muodostuu asukkaisen kulutuksista.</li> <li>- tukee päätöksentekoa hankesuunniteluissa ja energiaremonteissa</li> <li>- näkee selkeämmin mitkä toimet pitävät lupauksensa ajan saatossa.</li> <li>- asukkaiden valistaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uusissa taloissa huoneistoihin asennetuista vedenkulutusmittareista</li> <li>- Huoneistoissa, joissa ei ole huonekohtaista vedenmittausta, hyödynnetään koko kiinteistön vedenkulutusdataa</li> <li>- Rakennusautomaatiojärjestelmän antureita löytyy kiinteistöistä liittyen lämpöön ja kosteuteen. Näitä ei kuitenkaan ole kaikissa kiinteistöissä vaan esimerkiksi kymmenessä kiinteistön asunnossa. Antureita löytyy lämmönjako- ja talteenottojärjestelmästä.</li> </ul>

<i>Visualisoinnin menetelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asiakkaille               <ul style="list-style-type: none"> <li>o staattisilla kuvilla jaettavien tiedotteiden, asukaslehti Nikulaisen ja vuosikertomuksen avulla</li> <li>o uusissa taloissa huoneistoissa vedenkulutusmittareiden diginäytöistä vrk vedenkulutus</li> <li>o vanhoissa taloissa hyödynnetään koko kiinteistön vedenkulutusdataa ja tiedotetaan tämän perusteella asukkaille heidän kulutuksestaan vedenkulutusmallilla (staattinen visualisointi, jossa kulutusta verrattu kiinteistöjen asukkaiden keskimääräiseen vedenkulutukseen 135 l/vrk liikennevalomallin avulla)</li> </ul> </li> <li>- Kiinteistöhuolto               <ul style="list-style-type: none"> <li>o yksittäisten huoneistojen veden kulutustieto VertoNordic Oy:n selainpohjainen VertoLive</li> <li>o Rakennusautomaation nettivalvomo Ouman Oy:n Ounet: kiinteistöjen ilmanvaihdon, lämmönjaon ja sähkön säätö ja ohjaus</li> <li>o Microsoft Power BI raportointijärjestelmä: Ounetin, VertoLiven ja sähköyhtiöltä saatavan kiinteistösähkön tiedot kokoava raportointijärjestelmä</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Syksyllä 2018 asukkaille järjestetyssä Wattiwii-sas-kilpailussa, voittajakiinteistö vähensi sähkönkulutusta 8500 kWh edelliseen vuoteen verrattuna</li> <li>- Vedenkulutuksesta järjestetyssä kilpailussa voittaja kiinteistö vähensi vedenkulutusta 2–3 kk:ssa 34 % edellisvuodesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rakennukset eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska niissä on erilaisia teknisiä ratkaisuja</li> <li>- Kiinteistösähkön ja kaukolämmön kulutusta on hankala esittää asukkaille esim. vanhat puutalot eivät kulutuksen liikennevalomallia käytettäessä pääsisi koskaan vihreisiin liikennevaloihin verrattuna uudiskohteisiin.</li> <li>- Joissain uudiskohteissa tuotetaan lämpöä maalämmöllä eli käytännössä sähköpumpujen avulla. Tämä puolestaan nostaa sähkönkulutusta. Lisäksi esimerkiksi sähköautojen latauspisteet hankaloittavat asukkaille raportointia.</li> </ul>

<i>Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet</i>	<i>Hiilineutraalius</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asukkaille netissä käytävä 14 tuntia kestävä energiaexpertti-koulutus, jossa opetetaan perusasiat asumisen energiankulutuksesta. Mikäli asukas käy koulutuksen ja pitää oppitunnin asukkaille, voi koko talonyhtiö saada alennusta vuokraan.</li> <li>- Kiinteistö-Kys rakennusten rappukäytäviin on tulossa kosketusnäyttöjä, joihin suunnitellaan esitettäväksi reaaliaikaista näkymää aurinkoenergian tuotannosta ja energiankulutuksesta.</li> <li>- Kulutustiedot kokoavaan Microsoftin Power Bi ohjelmistoon on toiveissa lisätä hiilijalanjälki. Niiralan Kulma Oy toivoo, että hiilijalanjäljen laskentaan saataisiin kansallisia ja yhdenmukaisia hiilijalanjäljen mittareita esim. kaikkien kaupunkien vuokratotaloyhtiöille. Niiralan Kulma Oy ei ole tehnyt hiilijalanjäljen kompensointia.</li> <li>- Pelillisiä ratkaisuja ja asukkaiden veden kulutusseurantaan sopivia sovelluksia ei toistaiseksi olla ostettu niiden hintavuuden vuoksi. Lisäksi asukkaiden valistamisen on koettu olevan myös energiayhtiöiden ja jätehuollon vastuulla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hiilineutraaliuden saavuttaminen vuoteen 2030 mennessä</li> <li>- lämmitys suurin hiilipäästön lähde, kaikki yrityksen kiinteistöt vaihdettu hiilineutraaliin lämmitykseen</li> <li>- kiinteistösähkö on vaihdettu hiilineutraaliksi</li> <li>- Yrityksen ajoneuvoissa käytetään Nesteen MyDieseliä, joka tuottaa 90 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin normaali diesel.</li> <li>- uudisrakentamisen hiilidioksidipäästöjä vähennetään</li> </ul> <p>Haasteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saavutettava lyhyessä ajassa</li> <li>- muutokset kalliita, tarjonta vähäistä</li> <li>- Samaan aikaan tulee olla sekä kohtuuhintainen vuokratotaloyhtiö että ympäristöystävällinen. Hankkeet valittava siten että energiakulujen kallistuessa saadaan samalla vähennettyä energiankulutusta.</li> </ul>

## LIITE 4: TUTKIMUSHAASTattelun vastaukset Olvi Oyj

<i>Yritys</i>	<i>Tavoite datan visualisoinnille</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- suomalaisen panimo-yhtiön Olvi-konsernin emoyhtiö</li> <li>- Suomen panimo sijaitsee Iisalmessa</li> <li>- tytäryhtiöitä Latviassa, Liettuassa, Virossa ja Valko-Venäjällä</li> <li>- valmistaa esimerkiksi alkoholijuomia, virvoitusjuomia ja energiajuomia</li> <li>- vuonna 2020 yhtiön liikevaihto oli 156,81 miljoonaa ja yhtiöllä oli 796 työntekijää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viron A. Le Coq tehtaalla otettiin käyttöön järjestelmä päivittäisten käyttöhyödykkeiden kulutuksen seuraamiseen, joka haluttiin mukaan visualisointiin jo kerätyn datan lisäksi.</li> <li>- hyödyntää prosesseista ja laitteista kerättyä dataa päivittäisessä johtamisessa, toiminnan kehittämisessä ja päätöksenteon tukena</li> <li>- saada tieto paremmin ymmärrettävään muotoon</li> <li>- löytää riippuvuussuhteita, joita ei muuten havaittaisi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiinteistöautomaatio ja valvomotekniikka olleet jo aiemmin osana infraa</li> <li>- Prosessin, tuotannon ja koneiden seurannan on toteuttanut ohjelmistoyhtiö Pinja.</li> <li>- noin 150–200 mittapistettä</li> <li>- Iso osa on fyysisiä mittalaitteita, kuten virtausmittareita ja lämpötila-antureita.</li> <li>- Osa digitaalisia mittapisteitä, jotka on johdettu fyysisistä mittareista tietynlaisilla laskentakaavoilla.</li> <li>- Mittausantureita on joka puolella esim. käyttöhyödykkeissä, venttiileissä, putkissa ja pumpuissa.</li> <li>- Yksittäisistä mittapisteistä kerätään dataa automaattisesti tai käyntitieto kulkeutuu koneista PLC:n kautta keruulogiikalle tietokantaan. Sieltä tietoa hyödynnetään ja kerätään eri tarpeisiin sekä jatkojalostukseen.</li> </ul>

Olvi Oyj

<i>Visualisoinnin menetelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinja (Pinja Group Oy) Pinja Arrow Energyview: selain-pohjaisen ohjelma <ul style="list-style-type: none"> <li>o tehtaan päivittäinen käyttö sekä syväli- sempi analysointi- pään analysointi</li> <li>o käyttöhyödykkeistä kerätty data pystytään yhdistämään kuhunkin tuotantolinjaan tai prosessiin</li> <li>o Miten käyttöhyödykkeen mittapiste käyttäytyy esim. tietyn tuotteen tuotannon, prosessipesun tai tuotevaihdon yhteydessä. Tietyn valmistilauksen perusteella voidaan etsiä tuotantotiedot.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kymmenien toimintahäiriöiden havaitsemisen, kun käyttöhyödykkeiden kulutustiedot on yhdistetty käynnissä oleviin prosessitietoihin</li> <li>- prosessin toiminnan parempi optimointi</li> <li>- kustannussäästöt virheellisen toiminnan nopeasta havaitsemisesta</li> <li>- vastuullisen toiminta edistynyt, kun vuotoihin päästy nopeammin käsiksi</li> <li>- manuaalinen kirjaustyö vähentynyt</li> <li>- Energiankulutustiedot voidaan yhdistää yksittäisiin tuotantotietoihin, joten raportointi tarkempaa ja mahdollistaa syvällisemmän analyysin teon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kokonaisuuden hahmottaminen. Alussa oli tärkeää miettiä kuinka järjestelmä tulisi rakentaa, jotta kiinteistövalvonnan automatiikka saataisiin yhdistettyä prosessin tuotantotietoihin.</li> <li>- useat mittapisteet olivat työläitä yhdistää kiinni logiikkaan</li> <li>- Mittalaitteita korvattiin vastaamaan nykyajan vaatimuksia, mistä aiheutui kustannuksia.</li> </ul>



Oy Olvi Oyj

<i>Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet</i>	<i>Hiilineutraalius ja hiilijalanjäljen laskenta</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Virossa käyttöönotettu Pinjan Energy Track -järjestelmä on tarkoitus ottaa Suomessa käyttöön vuonna 2022, sillä konsernilla ei vielä Suomessa ole järjestelmää päivittäisten käyttöhyödykkeiden seuraamiseen.</li> <li>- Tehdyillä toimenpiteillä ja selkeämmillä kulutustiedoilla voidaan tulevaisuudessa myös osoittaa yrityksen vastuullisuus paremmin ja tietoja voidaan hyödyntää markkinoinnissa. Nykyisin prosessitiedoista tehdyt visualisoinnit ovat prosessin ohjauksen käytössä, mutta jossain vaiheessa tietoja voidaan alkaa hyödyntämään myös apuvälineenä tuotekohtaisten päästöjen laskennassa. Prosessitietoja ei tällä hetkellä hyödynnetä hiilijalanjäljen laskennassa, vaan hiilijalanjälki lasketaan esimerkiksi ostetun puuhakkeen perusteella.</li> <li>- Päästöt, joita ei voida poistaa tullaan kompensoimaan tulevaisuudessa. Iisalmen tehtaalla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2023, mikä vaatii kompensoinnin käyttöönottoa lähiaikoina.</li> <li>- vuoteen 2030 mennessä kaikki tehtaot toimivat 100 % uusiutuvalla energialla</li> <li>- vuoteen 2023 mennessä tavoitteena on, että kaikki tuotettu sähkö on vihreää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iisalmen tehtaalla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2023</li> <li>- saavuttaminen on haasteellista koska päätöksiä on tehtävä nopealla aikataululla ilman vakiintuneita käytäntöjä</li> <li>- ensimmäinen kokonainen hiilijalanjälki on laskettu vuoden 2020 päästöistä</li> <li>- hiilijalanjäljen laskenta kerran vuodessa Excelissä</li> <li>- yritys osallistuu CDP-raportointiin</li> <li>- Laskenta on tehty GHG Protocol (Green House Gas Protocol) mukaisesti.</li> <li>- Haasteet: <ul style="list-style-type: none"> <li>o luotettavan datan saanti ja arviointi</li> <li>o Yhdenmukaiset ja riittävän yleispätevät standardit, jotta eri yritysten hiilijalanjälkiä voi verrata keskenään. Nykyään tekeillä rajoituksia huomioitaviin lukuihin saadaan aikaiseksi isoja muutoksia.</li> <li>o laskentaan tarvittavien standardien tulokinta ajoittain haasteellista</li> <li>o Eri alojen ominaispiirteet aiheuttavat haasteita laskentamenetelmiin.</li> </ul> </li> </ul>

Oy Olvi Oyj

*Päästöjen kompensointi*

- Päästöt, joita ei voida poistaa tullaan kompensoimaan tulevaisuudessa. Iisalmen tehtaalla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2023, mikä vaatii kompensoinnin käyttöönottoa lähiaikoina.
- Haasteet
  - o tarjonta on monipuolista
  - o luotettavuuden ja toimivuuden arviointi on hankalaa
  - o kompensointimallin tulisi sopia yrityksen imagoon
  - o Kansainväliset laskentamallit ovat myös haasteellisia. Jos yritys haluaisi esimerkiksi istuttaa puita Suomeen, laskettaisiin päästöhyöty Suomen valtiolle eikä yritykselle.

## LIITE 5: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET STORA ENSO OYJ VARKAUDEN TEHDAS

Yritys	Tavoite datan visualisoinnille	Käytetty data ja tietojärjestelmät
<ul style="list-style-type: none"> <li>- suomalais-ruotsalainen pakkaus, biomateriaali, puutuote ja paperiteollisuuden uusiutuvien tuotteiden maailmanlaajuisen toimittaja</li> <li>- yksi maailman suurimmista yksityisistä metsänomistajista.</li> <li>- Yritys työllistää maailmanlaajuisesti noin 22 000 henkilöä</li> <li>- liikevaihto vuonna 2021 oli 10,2 miljardia euroa</li> <li>- Varkauden tehdas muodostuu sahasta, pakkauskartonkitehtaasta ja LVL-tehtaasta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muokata monimutkaisesta toimintaympäristöstä kestävä tieto yksinkertaiseen ja helpommin ymmärrettävään muotoon.</li> <li>- Henkilökunta hyödyntää graafeja esimerkiksi energiatehokkuuden kehittämisessä ja asetettujen tavoitteiden seurannassa. Visualisointeja hyödynnetään omassa ja ulkoisessa käytössä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lähes kaikista energiavirroista eli lämmön ja sähkön tuotannosta ja kulutuksesta sekä lauhdevesien virtauksista</li> <li>- Mittaukset tapahtuvat pääosin putkilinjoissa olevien massa- ja tilavuusvirtausmittausten perusteella. Höyryistä mitataan myös lämpötilaa ja painetta, jotta voidaan määrittää tarkka massavirran energiasäilytys. Sähkön energiavirrat mitataan lähtökohtaisesti sähkönjakeluverkossa olevien prosessikohtaisten kWh-mittausten perusteella.</li> <li>- Tiedon keruussa ja visualisoinnissa on useita tasoja: automaatiojärjestelmä, tiedon keruu ja tallennusjärjestelmä ja loppukäyttäjä järjestelmä, jossa varsinainen käyttäjäliittymä on.</li> <li>- Eri järjestelmissä tapahtuu päällekkäistä raportointia ja visualisointia</li> <li>- Reaaliaikaisen prosessitiedon tallennusjärjestelmä: PHD-järjestelmä (Process History Database), josta saadaan valtaosa visualisoinnissa käytettävästä energiadatasta. Lisäksi käytössä on järjestelmiä, jotka on aikanaan hankittu eri käyttötarkoituksia varten</li> <li>- Honeywellin MES/OptiVision tehdasjärjestelmä, AAB:n toimittama Vtrin/RTDb järjestelmä ja kokoava Microsoftin Power BI järjestelmä</li> </ul>

Stora Enso Oyj Varkauden tehdas

<i>Visualisoinnin menetelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ABB:n Vtrin/RTDb -järjestelmä:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o tehtaan teknisten energiataseiden laskenta</li> <li>o tehtaan omalle henkilökunnalle ja energia-asioista vastaaville</li> <li>o Käytetään mm. energiabudjetin suunnittelussa, kannattavuustarkasteluissa sekä esitysmateriaaleissa</li> </ul> </li> <li>- Honeywell Oy:n MES/OptiVision tehdasjärjestelmä               <ul style="list-style-type: none"> <li>o tuotannonohjaus</li> <li>o tiivistetyksi mm. tehtaan höyryn tuotanto, polttoainejakauma ja sähkön tuotantotiedot</li> <li>o Historiatietoja näkyy muutaman vuorokauden taaksepäin.</li> </ul> </li> <li>- Wedge- järjestelmä               <ul style="list-style-type: none"> <li>o prosessitiedon analysointijärjestelmä</li> <li>o tekninen työkalu mm. energiatietojen trendien seuraamiseen ja analysointiin</li> </ul> </li> <li>- Microsoft Power BI järjestelmä               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kokoaa eri järjestelmien tiedot</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tehnyt monimutkaisen metsäteollisuusintegraatin energiatiedon ymmärtämisestä helpompaa.</li> <li>- Hyöty on todettu siten että visualisoinneista on saatu positiivista palautetta työntekijöiltä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aina ei ole selvää mitä visualisoinneilla halutaan kuvata ja kuinka niitä pystytään käyttämään tasolla hyödyntämään.</li> <li>- Uusien työkalujen käytön opettelu ja hyödyntäminen vie aikaa.</li> </ul>

Stora Enso Oyj Varkauden tehdas

*Päästöjen kompensointi*

- Stora Enso on päästökauppaan kuulumisen myötä lakisääteisesti velvoitettu suorittamaan perustason hiilijalanjalan laskentaa poltettavien polttoaineiden osalta.
- Päästöluvissa ja päästöselvityksissä on tarkasti määritelty, kuinka CO<sub>2</sub> -päästöt tulee laskea mittalaitetarkkuudella ja millaisia kalibrointivaatimuksia niihin liittyy.
- Ongelmana kompensoinnissa ovat tuplalaskenta ja se ettei kompensoinnin tapoja pidetä uskottavana.

LIITE 6: TUTKIMUSHAASTattelun vastaukset Kuopion valtuustotalon aurinkopaneelien tuoton visualisointi

<i>Tavoite datan visualisoinnille</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- konkretisoida muutoin näkymätöntä järjestelmää valtuustotalon kiinteistössä asioiville ja työskenteleville</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Green Energy Finland Oy:n (GEF) Suomi Solar Oy:lle tuottama visualisointijärjestelmä.</li> <li>- Katolla olevien aurinkopaneelien tuottama sähkö johdetaan tasavirtakaapeleilla inverttereille ja edelleen vaihtosähkönä rakennuksen sähköverkkoon.</li> <li>- Inverttereiltä luetaan hetkittäinen ja tuotettu energiamäärä ja välitetään info-TV ruudulle. Lisäksi näytölle luetaan palveluntarjoajan palvelimelta alueen sääennuste.</li> </ul>
<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- tietoja käytetty markkinoinnissa</li> <li>- tietoja hyödynnetty uusia aurinkopaneeli-investointeja mietittäessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- löytää info-TV:lle optimaalinen paikka</li> <li>- Kokonaistuotannosta on vaikea havaita ison paneelijoukon vikaantumista. Kuopion Tilapalvelut pilotoi vuonna 2022 yhden uuden kohteen osalta aurinkopaneeliparikohtaista energiantuottoraportointia, mikä mahdollistaa järjestelmän toimivuuden tarkkailun paremmin kuin seuraamalla pelkkää kokonaistuotantoa.</li> </ul>

## LIITE 7: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET KUOPION VESI OY

<i>Yritys</i>	<i>Pilotin tavoite</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vesihuoltolaitos</li> <li>- huolehtii toiminta-alueen veden hankinnasta ja -jake- lusta, jäte- ja hulevesien johtamisesta sekä lietteiden ja jätevesien käsittelystä</li> <li>- toimittaa vettä osalle vesiosuuskunnista ja ottaa vas- taan jätevettä puhdistetavaksi</li> <li>- Toimii pääsääntöisesti asemakaavoitetuilla alueilla eli keskeisellä kaupunkialueella, Melalahden, Kurkimäen, Vehmersalmen, Karttulan, Nilsiä, Juankosken ja Maa- ningan taajamissa.</li> <li>- Yritys huolehtii myös Siilinjärven vesihuollosta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saada kokemuksia etäluettavien mittareiden käytöstä ja kehittää veden etäluenta</li> <li>- Saada kustannushyötyjä</li> <li>- Luoda asiakkaille asiakasnäkymä, jossa he pää- sevät tarkastelemaan omia vedenkulutustietoja tunti-, vuorokausi-, kuukausi- ja vuositasolla. Aiemmin ei ole ollut mahdollista koska mittarit eivät ole olleet etäluettavia. Lisäksi vanhoissa asiakastietojärjestelmissä ei ole minkäänlaista portaalia kuluttajille.</li> </ul>
<i>Etäluettavien mittareiden hyödyt</i>	<i>Etäluettavien mittareiden haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asiakaspalvelun laatu paranee ja kustannukset pienene- vät, kun epäselviä lukemia ei tarvitse erikseen selvittää.</li> <li>- Kiinteistön omistajuuden vaihtotilanteessa tiedetään suoraan mistä lukemasta uutta omistajaa aletaan laskut- tamaan.</li> <li>- Vesilasku todelliseen kulutukseen perustuvana tasaus- laskuna, mikä poistaa arviolaskutuksen arvaamatto- muutta. Tasauslukeman perusteella lähetetyn laskun suuruus on voinut yllättää asiakkaan, mikäli laskutus on tehty väärän arvion perusteella pitkän aikaa.</li> <li>- Etäluettavilla mittareilla ja tuntitaso kulutustietojen avulla voidaan nopeammin paikantaa verkoston vuoto- kohdat ja asiakkaiden vesikalusteiden vuodot.</li> <li>- Automaatiojärjestelmiä voidaan ajaa tuntikohtaisten ku- lutuskäyrien perusteella, mikä tuo kustannussäästöjä, kun pumppujen ei tarvitse pyöriä täysillä koko ajan.</li> <li>- Tietyn alueen maksimikulutustietoja voidaan käyttää verkoston suunnittelussa ja mitoituksessa samanlaisissa kohteissa.</li> <li>- Verkoston saneeraustarvetta voidaan arvioida vedenku- lutuksen suhteellisen kasvun avulla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuuluvuusongelmat, joka voi johtua esim. mittari- n sijainnista tiedonsiirtoverkkojen katvealueella tai paikassa, jossa on langattoman yhteyden lä- päisemättömät betoniseinät</li> <li>- mittareiden sisältämät kellot voivat lähettää vir- heellisiä mittausaikoja</li> <li>- automaattisissa jäätymishälytyksissä ongelmia</li> <li>- kalliimpia kuin perinteiset mittarit</li> </ul>

## LIITE 8: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET SAVON VOIMA OY

Yritys	Visualisoinnin syy ja tavoite
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiapalveluita tarjoava energiakonserni</li> <li>- Savon Voima -konsernin muodostavat emoyhtiö Savon Voima Oyj ja sen tytäryhtiöt Savon Voima Joensuu Oy ja Savon Voima Verkko Oy.</li> <li>- Konsernin omistaa Savon Energiaholding Oy, jonka omistajia ovat toimialueen 20 kuntaa.</li> <li>- Konsernin liiketoimintaa ovat sähköntuotanto, sähkönsiirto ja kaukolämpö sekä energia-alan toimijoille tarjottavat asiakaspalvelut.</li> <li>- Konsernin liikevaihto oli vuonna 2021 228,5 miljoonaa euroa</li> <li>- Vuoden 2021 henkilöstömäärä konsernissa oli noin 200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sähkö- ja energiayhtiöillä on veloitteita esittää sähkön kulutus-tietoja asiakkaille sähköisten palveluiden kautta</li> <li>- Sähkönjakelun mittauksessa ja visualisoinnissa on tavoitteena Sähkömarkkinalain mukaisesti tukea kuluttajien tehokkaampaa energiankulutusta.</li> <li>- Väppi-palvelu on mobiilissa ja selaimessa toimiva palvelu, jonka avulla voi seurata sähkönkulutusta ja hallita sähkösopimuksia.</li> <li>- yli 100 000 sähköverkkoasiakkaasta noin 30 000 on Väppi-palvelun asiakkaita</li> <li>- Sähkönmittauksessa on käytössä tuntitasoinen mittaus. Visualisoidussa näkymässä kulutuksen näkee tuntitason lisäksi myös vuorokausi-, viikko-, kuukausi-, ja vuositasolla. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Vuorokausitason tiedot osoittavat sähkön kulutuksen vaihtelun vuorokauden aikana.</li> <li>o Kuukausitason tiedosta voi havainnoida sähkön kulutuksen lämpötilariippuvuutta.</li> <li>o Vuositason tiedosta voi nähdä mihin suuntaan sähkön kulutus kyseisessä kiinteistössä kehittyi.</li> </ul> </li> </ul>



<i>Syyt Väppi-palvelussa vierailuun</i>	<i>Datahubin tuomat muutokset</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sähkönjakelun häiriötilanteet</li> <li>- Käyttäjistä noin promilleosa tekee itse säätöjä visualisoidun sähkönkulutuksen pohjalta. Vaikutusmahdollisuudet kulujen merkittävään pienentämiseen sähkönkulutuksessa eivät kotitalouksissa ole kovin suuria, joten aktiivisessa kulutuksen seuraamisessa ei ole välttämättä taloudellista motiivia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sähkönkäyttäjät voivat nähdä eri verkonhaltijoiden mitaustiedot Suomi.fi -verkkopalvelusta kootusti yhdeltä näkymältä.</li> <li>- Sähkönostajan ei tarvitse olla verkkopalveluasioissa yhteydessä muihin kuin sähkön myyjään. Taloa rakentaessa tarvitsee yhä sähköliittymän luonnissa tilata kaapelin pää paikalliselta verkkoyhtiöltä ja sopia heidän kanssaan sähköliittymästä.</li> <li>- Palvelu mahdollistaa sen, että verkkoyhtiöiden hinnat ja tuotteet ovat selviä ja myyjällä on mahdollisuus niputtaa myynti ja verkkopalvelut laskutettavaksi samalle laskulle.</li> <li>- Datahub voi tulevaisuudessa keventää verkkoyhtiöiden omaa säilytysvelvollisuutta, mikäli sitä voidaan käyttää historiatiedon virallisena säilytyspaikkana. Verkkoyhtiöillä on velvollisuus säilyttää kulutustietoja vähintään 10 vuotta.</li> </ul>
<i>Etäluettavien mittareiden haasteet</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kuuluvuusongelmat</li> <li>- Harvakseltaan käydyissä rakennuksissa sähkökatkaistaan usein lähtiessä pääkytkimestä, mutta Sähkömarkkinalaki edellyttää, että myös kuluttamattoman sähkön tulisi olla mitattua.</li> <li>- Erikoistapauksissa kuten pienissä ja tilapäisissä sähkönkäyttötarpeissa verkkopalvelu on toteutettu ilman mitausta, jolloin käytetyt energiamäärät arvioidaan.</li> <li>- Mittarin vaihtamisessa haasteena monesti se, että asennuspaikka on lukittu tila, johon ei ole automaattista pääsyä.</li> <li>- Mittauksessa siirrytään varttituntitasoiseen mittaukseen, joten mittausdatan määrä nelinkertaistuu. Mittareiden vaihtaminen lisää kustannuksia.</li> </ul>	

## LIITE 9: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET QUENTIC GMBH: QUENTIC

<i>Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>	<i>Hyödyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- työsuojelu- ja ympäristönsuojeluvuorokaudet, energianhallinta ja kestävä kehityksen johtaminen</li> <li>- yrityksen prosessien dokumentointi, analysointi ja ohjaus</li> <li>- selaimessa tai sovelluksessa</li> <li>- ympäristöjohtamisen ISO 14001 ja energianhallinnan ISO 50001 standardien tuki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mitatun tiedon manuaalinen tai automaattinen syöttö</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajansäästö, kun konsernitason tiedot kootusti ilman käsin laskentaa ja pyörittelyä Excelissä</li> <li>- Tavoitteiden asettaminen ja edistymisen seuraaminen</li> <li>- säästöt, kehityskohteiden löytäminen, vaatimustenmukainen kestävä kehityksen raportointi</li> <li>- Uskottava ympäristöjohtaminen ja selkeä raportointi lisäävät yritysten kilpailukykyä</li> </ul>

## LIITE 10: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET ENERKEY OY: EG ENERKEY SAAS

<i>Järjestelmän ja käyttökohteen yleinen kuvaus</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>	<i>Hyödyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- yritysten energianhallintaan ja vastuullisuusraportointiin tarkoitettu pilvipohjainen ratkaisu.</li> <li>- ympäristöjohtamisen ISO 14001 ja energianhallinnan ISO 50001 standardien tuki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiayhtiöiltä tiedonsiirtona</li> <li>- Sähkön kulutustiedot verkkoyhtiöiltä tai datahubista</li> <li>- Kaukolämpötiedot tiedonsiirtona kaukolämpöyhtiöiltä</li> <li>- Pienillä kaukolämpöyhtiöitä ei välttämättä ole mahdollisuutta toimittaa kaukolämpödataa, jolloin paikan päälle tarvitaan viedä jonkinlainen mittauspääte, joka kerää datan mittarilta ja lähettää sen raportointijärjestelmään.</li> <li>- Höyryn, öljyn sekä muiden erikoisempien mittausten kohdalla ei välttämättä ole käytössä mitään älykästä mittaria, jolloin kulutuslukemat syötetään manuaalisesti.</li> <li>- Vedenkulutustiedot älykkäisiin vedenkulutusmittauksiin keskittyneiltä yrityksiltä. Envera Oy:n kanssa yhteistyötä, heillä oma portaali (Fiksuvesi), joka on keskittynyt veden seurantaan ja sieltä saadaan vedenkulutustiedot tiedonsiirtona Enerkeyn järjestelmään.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kulutustiedot, kattava suunnittelu ja energiatehokkuustoimenpiteet mahdollistavat pitkällä aikavälillä jopa 30 % kustannussäästöt pienentämällä energiankulutusta</li> <li>- Aikaisempien energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten seuraaminen</li> </ul>

## LIITE 11: TUTKIMUSHAASTATELUN VASTAUKSET GRANLUND OY: GRANLUND MANAGER

<i>Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kiinteistöjohtamisen ohjelmisto, jossa reaaliaikainen kiinteistön energiankulutuksen ja ylläpidon prosessienseuranta</li> <li>- investointien, tavoitteiden ja kustannusten seuranta</li> <li>- sertifikaatteihin liittyvään velvoitetarkkailuun eri toimialoilla ja erilaisissa kohteissa</li> <li>- ympäristöjohtamisen ISO 14001 standardin tuki</li> <li>- mobiilisovelluksessa ja selaimessa</li> <li>- käyttäjiä ovat palveluntuottajat, kiinteistönomistajat ja heidän valtuutuksellaan toimivat henkilöt kuten kiinteistöhoitajat.</li> <li>- rekisteröimättömät käyttäjät palvelupyynnöjä QR-koodin avulla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuaalinen luku ja syöttö</li> <li>- Etäluettua tai energialaitoksen tiedonsiirtona lähettämää dataa.</li> <li>- Kuukausi- ja tunti-kohtaiset energiankulutustiedot suoraan energia-yhtiöiltä</li> <li>- Omille mittauksille esim. alamittauksille voidaan rakentaa verkko ja sisällyttää mittaukset Granlund Manageriin</li> <li>- rakennusautomaatiojärjestelmästä</li> <li>- Vedenkulutustiedot saadaan tuottaa suoraan järjestelmään esimerkiksi Envera Oy:n Fiksuvesi-järjestelmän kaltaisista järjestelmistä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottamalla käyttöön kiinteistöjen energian seurannan voi saavuttaa jopa 10 % kustannussäästöt energiankulutuksessa. Tavoitteellisella energiansäästöllä hyödyt ovat vielä suuremmat.</li> <li>- selkeä ja ajantasainen kokonaiskuva mahdollistaa säästötavoitteiden asettamisen ja niissä pysymisen</li> <li>- kerättyjen tietojen suunnitelmallinen hyödyntäminen ja poikkeamien tehokas havaitseminen</li> <li>- keskitetty järjestelmä sekä tietojen yhdistely säästää resursseja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- integraation rakentaminen ohjelmistoon ja tiedon kerääminen</li> <li>- mittarointijärjestelmien rakentaminen</li> <li>- datan oikeellisuuden varmistus</li> <li>- käyttäjä ymmärtää mitä toimenpiteitä visualisoidun datan perusteella kannattaa tehdä</li> </ul>

## LIITE 12: TUTKIMUSHAASTattelun vastaukset Fidelix Oy: FIDELIX\_FLOW\_HOW

<i>Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kiinteistöjohtamisen ohjelmisto, jossa reaaliaikainen kiinteistön energiankulutuksen ja ylläpidon prosessien seuranta</li> <li>- etäseuranta ja tiedonhallinta-alusta, joka näyttää millaisia toimenpiteitä kannattaa tehdä, jotta kiinteistö on optimoitu tehokkaasti</li> <li>- kustannustehokkuuden seuranta</li> <li>- Taloteknisten prosessien optimointi</li> <li>- ja hallinta (lämmitys, jäähdytys ja ilmanvaihto)</li> <li>- elinkaaren hallinta ja ennakoointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- energialaitosten eli sähkö- ja lämpölaitosten EDI-viestit (Electronic Data Interchange eli elektroninen tiedonsiirto) tai</li> <li>- kiinteistöautomaatiojärjestelmien energiamittarit</li> <li>- puhaltimiin ja pumpuihin sisäänrakennetut energiamittarit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poikkeavat prosessit voidaan havaita hyvin helposti esimerkiksi kiinteistön energiankulutusprofiilin viikkodatasta</li> <li>- kiinteistön omistajat voivat hyödyntävää hiilidioksidipäästöjen seurannan tietoja vastuullisuusraportoinnissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- datan laadunvarmistus</li> <li>- virheellisten arvojen havaitseminen tarpeeksi ajoissa ennen haittojen syntymistä</li> <li>- sen määrittely mitä datasta halutaan saada irti ja mihin toivottua kuvaajaa hyödynnetään</li> <li>- tarpeeton visualisointi johtaa dataähkyyn</li> </ul>

## LIITE 13: TUTKIMUSHAASTATTELUN VASTAUKSET OPTIWATTI OY: OPTIWATTI

<i>Järjestelmän ja käyttökohteiden yleinen kuvaus</i>	<i>Käytetty data ja tietojärjestelmät</i>	<i>Hyödyt</i>	<i>Haasteet</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sähköisten ja vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien sekä ilmanlämpöpumppujen älykäs ohjausjärjestelmä</li> <li>- eri ikäisiin ja kokosiin kiinteistöihin ilman älykkyyksivaatimuksia</li> <li>- suoran sähkölämmityksen, vesikiertoisen lämmityksen, hybridilämmityksen kohteisiin</li> <li>- suuriin kiinteistöihin, koteihin, mökeille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lämmitystarpeen ennakointi sääennusteiden ja vuorokauden sähkön hinnan muodostumisen avulla, seuranta koneoppimisen ja oppivan algoritmin avulla</li> <li>- tuntikohtainen ohjaus</li> <li>- käyttäjä luo kiinteistöprofiilin ja määrittelee milloin tilat ovat käytössä, huonelämmitys säädetään automaattisesti</li> <li>- dataa siirtyy visualisointinäkymään 5 sekunnin välein ja tallennus tapahtuu 5 minuutin välein</li> <li>- tietoja toistaiseksi säilytetty yrityksen perustamisesta lähtien</li> <li>- tietoturvallisuus varmistettu samoilla tekniikoilla kuin pankkiyhteyksissä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähentää ihmisten tarvetta olla aktiivisia toimijoita energiankulutuksen pienentämisessä</li> <li>- liitettävän OptiWatti Solar energianhallintamoduulin avulla saadaan itse tuotetusta sähköstä noin 20–30 % parempi hyötysuhde oman käytön optimoinnilla ja ylituoton minimoinnilla</li> <li>- lämmityskuluissa jopa 40 % säästö</li> <li>- vartioi kiinteistöä vuotovahinkojen varalta</li> <li>- Hälyttää äkillisistä ilmastokasteuden ja lämpötilan muutoksista</li> <li>- Lämmityksen optimointi on tehokkain tapa pienentää rakennusten ja huoneistojen CO<sub>2</sub>-päästöjä ja energiankulutusta</li> <li>- Saadaan myös vanhat kiinteistöt kustannustehokkaasti älyohjauksen piiriin ilman suuria lämmityslaitteinvestointeja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lämmityskulujen säästö riippuu siitä, kuinka hyvin käyttäjä on määritellyt kiinteistöprofiilin</li> </ul>