

Minna Isopahkala

# KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULUN KAMPUSTEN HIILIJALANJÄLJEN RAPORTOINNIN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

Liiketalouden ammattikorkeakoulututkinto

Data-analytiikan koulutus

2022



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Tradenomi (AMK)
Tekijä/Tekijät	Minna Isopahkala
Työn nimi	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun kampusten hiilijalanjäljen raportoinnin kehittäminen
Toimeksiantaja	Xamk kiinteistöpalvelut
Vuosi	2022
Sivut	46 sivua, liitteitä 4 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jarkko Ansamäki

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön taustalla ovat toimialakohtaiset ja valtakunnalliset tavoitteet pienentää kiinteistöjen ja yritystoiminnan tuottamaa hiilijalanjälkeä ja hiilidioksidipäästöjen aiheuttamia ympäristöhaittoja. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n kestävä kehitys ja vastuullisuuden ohjelmassa kaikki ammattikorkeakoulut pyrkivät hiilineutraaliin toimintaan vuoteen 2030 mennessä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Xamkin hiilijalanjäljen raportointia, ja tarkoituksena oli laatia työkalu raportoinnin tueksi. Kehittämistyön aluksi hiilijalanjäljen raportoinnin nykytila kartoitettiin haastattelemalla Xamkin kiinteistöpäällikköä ja -insinööriä. Raportointiprosessissa keskeiseksi haasteeksi osoittautui energian- ja vedenkulutustietojen poimiminen useista lähteistä, minkä taustalla oli Granlund Manager -huoltokirjan ja rakennusautomaation välisen integraation viat. Haastattelun ja kehittämistyön aikana toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta kehitettiin Excelin Power Query -toimintoa käyttäen yhtenäinen Excel-raportointityökalu. Työkalun tavoitteena on helpottaa Xamkin käyttämien rakennusten energian- ja vedenkulutuksen hiilijalanjäljen raportointia. Raportointityökalu mahdollistaa kulutustietojen hakemisen yhdestä lähteestä sekä kulutustietojen helpon käsittelyn ja koonnin yhteen taulukkoon, josta ne siirtyvät automaattisesti kaavojen avulla lopulliseen raportointipohjaan.

Opinnäytetyön myötä työn toimeksiantaja on aloittanut työskentelyn järjestelmätoimittajien kanssa huoltokirjan ja rakennusautomaation järjestelmäintegraation korjaamiseksi ja Granlund Manageriin virtuaalisten mittarien toteuttamiseksi kulutustietojen tarvittavia ennakkolaskelmia varten. Excel-raportointityökalu laadittiin niistä lähtökohdista, että edellä mainitut toimenpiteet toteutetaan. Ajantasaiset kulutustiedot Granlund Managerissa ja laadittu Excel-raportointityökalu toimivat yhdessä vähentäen kiinteistöjen kulutustietojen hiilijalanjäljen raportointiin kuluva aikaa. Työkalun lopullinen tarkoituksenmukaisuus ja hyöty selviävät siinä vaiheessa, kun työkalu otetaan käyttöön toimeksiantajan mukaan aikaisintaan vuonna 2024 edellisvuoden hiilijalanjälkeä raportoitaessa.

**Asiasanat:** kiinteistö- ja rakennusala, hiilijalanjälki, hiilineutraalius, raportointi

Degree title	Bachelor of Business Administration
Author (authors)	Minna Isopahkala
Thesis title	Developing carbon footprint reporting of campuses of South-Eastern Finland University of Applied Sciences
Commissioned by	Xamk Property Services
Time	2022
Pages	46 pages, 4 pages of appendices
Supervisor	Jarkko Ansamäki

## ABSTRACT

The thesis was based on the industry-specific and national objectives to reduce the carbon footprint produced by real estate and business operations and the environmental harm caused by carbon dioxide emissions. In the sustainable development and responsibility programme of the Rector's Conference of Finnish Universities of Applied Sciences Arene all universities of applied sciences aim for carbon-neutral operations by 2030.

The objective of the thesis was to develop Xamk's carbon footprint reporting, and the purpose was to produce a tool to support it. At first the current state of carbon footprint reporting was mapped by interviewing Xamk's property manager and property engineer. Retrieving the energy and water consumption data from several sources proved to be one of the key challenges in the reporting process due to the defects in the integration between Granlund Manager property maintenance software and building automation. Based on the interview and discussions with the client during the development process, a uniform Excel reporting tool was developed using Excel's Power Query editor. The tool aims to facilitate the carbon footprint reporting of the energy and water consumption of the buildings used by Xamk. The reporting tool enables the retrieval of consumption data from a single source, as well as easy processing and compilation of the consumption data into a single table, from which the information is transferred automatically to the final Excel report.

As an effect of this thesis, the client initiated working with the software vendors to repair the systems' integration faults and implement virtual meters in Granlund Manager for necessary pre-calculations to the consumption data, to make further data processing easier. The Excel reporting tool was developed on the assumption that the above measures would be implemented. The up-to-date consumption data in Granlund Manager and the prepared Excel reporting tool will drastically reduce the time the carbon footprint reporting takes. The final relevance and benefit of the tool will become apparent when it is deployed in carbon footprint reporting at the earliest in 2024 as reporting the previous year's carbon footprint.

**Keywords:** real estate and construction sector, carbon footprint, carbon neutrality, reporting

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Opinnäytetyön tausta, tavoite ja tarkoitus.....	5
1.2	Opinnäytetyön menetelmät .....	7
2	KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN YHTEISKUNNALLINEN MERKITYS .....	8
3	RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	10
3.1	Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen.....	11
3.2	Rakennuksen hiilijalanjäljen mittaaminen .....	14
3.2.1	Rakennuksen elinkaariarviointi .....	14
3.2.2	Rakennuksen käyttösidonnaisten päästöjen mittaaminen .....	15
3.3	Hiilineutraali rakennus ja energiankäyttö .....	18
4	KOHTI HIILINEUTRAALIA KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAA .....	21
4.1	Linjauksia ja tiekarttoja .....	22
4.2	Ympäristöohjelmia- ja sertifikaatteja .....	24
5	KEHITTÄMISTYÖN PROSESSI .....	26
5.1	Hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilan kartoitus .....	26
5.1.1	Tietolähteet ja tietojen käsittely .....	28
5.1.2	Mittaaminen ja seuranta .....	31
5.1.3	Hiilijalanjäljen raportoinnin haasteet .....	32
5.2	Hiilijalanjäljen raportoinnin kehittäminen.....	33
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	41
	LÄHTEET .....	45

## LIITTEET

Liite 1. Esimerkki Granlund Managerin kulutuslajien koontiraportista

Liite 2. Esimerkki Granlund Managerin kulutustaulukkoraportista

Liite 3. Raportointityökalun kulutustietojen koontitaulukko

Liite 4. Raportointityökalun Ohje-sivu

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoite ja tarkoitus

*Ilmastonmuutos, hiilineutraalius, energiatehokkuus, kestävä kehitys, vastuullisuus...* Tällaisia termejä vilisee runsaasti eri toimialojen julkaisuissa ja artikkeleissa. Ilmasto muuttuu ja sen hillitsemiseen ja torjumiseen tähtäävissä toimenpiteissä tarvitaan laaja-alaista yhteistyötä kuntien ja organisaatioiden kesken. Vastuullisessa yrityksessä toimitaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti huomioiden toiminnan taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristövaikutukset. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi toiminnan vaikutukset ympäristöön ja luonnon kantokykyyn korostuvat erityisesti kiinteistö- ja rakennusalaalla (KIRA), joka vastaa rakennetun ympäristön tuottamisesta, ylläpitämisestä ja kehittämisestä. KIRA-ala tarjoaa tiloja asunnoiksi, yrityksen toimintaan sekä erilaisten yksityisten ja julkisten palvelujen tuottamiseen. Rakennusten lisäksi rakennettuun ympäristöön luetaan muut ihmisten rakentamat rakennelmat ja liikenneverkot sekä yhdyskuntatekniset järjestelmät. KIRA-alan rooli ilmastonmuutoksen torjumiseksi on merkittävä, sillä rakennettu ympäristö tuottaa kolmasosan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (jäljempänä raportissa ”päästöt”). Rakennetun ympäristön tuottamista päästöistä 76 % muodostuu rakennusten energiankäytöstä. Ihmisten hallitsemat puistot, pihat ja viheralueet lasketaan usein myös rakennettuun ympäristöön, mutta niillä ei ole merkittävää roolia sen tuottamisessa kokonaispäästöissä. (Raivio ym. 2020, 5–9.)

Rakennetun ympäristön tuottamia päästöjä voidaan ohjata esimerkiksi ympäristösertifiointijärjestelmillä, standardeilla ja sääntelyllä EU-tasolta, kansalliselta tasolta ja maakunta- ja kuntatasolta käsin (Tähkänen & Tähtinen 2021, 12–15). Green Building Council Finland kutsuu kaikkia kiinteistö- ja rakennusalan toimijoita #BuildingLife hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelmaan mukaan ja sitoutumaan tavoitteeseen hiilineutraalista kiinteistö- ja rakennusalaasta vuoteen 2035 mennessä. #BuildingLife-toimintaohjelmassa esitetään toimenpiteet, joilla tuohon tavoitteeseen voidaan päästä. Näihin toimenpiteisiin kuuluvat olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden ja -käytön optimointi sekä rakennusmateriaalien ja

työmaatoimintojen päästöjen leikkaaminen. (Tähkänen & Tähtinen 2022, 4, 10.)

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun kiinteistöpalvelujen kanssa. Xamkilla on neljä kampusta, jotka sijaitsevat Kouvolassa, Kotkassa, Mikkeliissä ja Savonlinnassa. Xamkin strategian kulmakivenä kaikessa toiminnassa on vastuullisuus sosiaalisesta, taloudellisesta, kulttuurisesta ja ekologisesta kestävydestä. Xamk on solminut opetus- ja kulttuuriministeriön kanssa tulossopimuksen 2021–2024, jossa tavoitteena on hiilineutraalius jo vuonna 2025. Kaikki Xamkin kampukset ovat mukana myös WWF Green Office -ympäristöohjelmassa, jossa seurataan kampusten ja ravintoloiden kestävästä kehityksestä sekä kaikkien ammattikorkeakoulujen tavoin Arenen kestävästä kehityksestä ja vastuullisuuden ohjelmassa, jonka tavoitteena on kestävä, vastuullinen ja hiilineutraali ammattikorkeakoulu vuoteen 2030 mennessä. (XAMK s.a.)

Xamkin kiinteistöpalvelut vastaavat muun muassa kampuskiinteistöjen korjauksien ja huoltotoimenpiteiden suunnittelusta ja toteutuksesta (Kotola 2020). Kiinteistöpalveluissa seurataan erityisesti kampusten sähkön- ja lämmönkulutusta ja pyritään optimoimaan tilojen ilmanvaihtoa ja lämpötilaa käyttäjien ja tilanteiden mukaan. Xamkin kiinteistöpalvelut pyrkivät kehittämään toimia vähentämään energiankulutusta ja siitä syntyvää hiilijalanjälkeä. He huolehtivat myös kampuskiinteistöjen ja ammattikorkeakoulujen toimintaan liittyvän hiilijalanjäljen raportoinnista vuosittain WWF Green Officeille sekä Arenelle. (Kotola & Tilaeus 2022).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Xamkin kampuskiinteistöjen hiilijalanjäljen raportointiprosessia. Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia Excel-pohjainen raportointityökalu Xamkin kiinteistöpalveluille, ja sen tavoitteena on sujuvoittaa Xamkin kampuskiinteistöjen energian- ja vedenkulutustietojen hiilijalanjäljen raportointia.

## 1.2 Opinnäytetyön menetelmät

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan produktiivinen kehittämistyö, joka koostuu teoreettisesta viitekehuksesta ja kehittämisosuudesta sekä työn lopputuloksena syntyneestä tuotoksesta.

Kehittämistyötä voidaan kuvata eri vaiheita sisältävänä prosessina. Yksinkertaisimmillaan kehittämisprosessi sisältää suunnitteluvaiheen, toteutuksen ja lopulta kehittämistyön onnistumisen arvioinnin. Kehittämistyön lähtökohtana on tunnistaa ja määritellä, mitä on tarkoitus kehittää, ja kehittämisen tarkoituksena on yleensä saada aikaan jonkinlainen muutos, kuten ratkaisu johonkin ongelmaan tai haasteeseen tai uuden tuotteen, palvelun tai toimintamallin luominen. Ennen kehittämisen toteutusvaihetta kehittämiskohteeseen perehdytään, jonka jälkeen määritellään rajattu kehittämistehtävä, laaditaan tietoperusta sekä suunnitellaan kehittämisen lähestymistapa ja menetelmät. (Ojasalo ym. 2015, 22–23, 26.)

Tämän kehittämistyön tutkimuksellinen osuus on luonteeltaan laadullinen, jossa tiedonkeruumenetelmänä sekä Xamkin hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilan selvittämiseksi, että kehittämistyön lopputuotoksen arvioinnissa käytetään haastattelua, mikä on laadullisessa tutkimus- tai kehittämistyössä tyypillinen menetelmä (Ojasalo ym. 2015, 106). Kehittämistyö käynnistyy ja päättyy toimeksiantajan edustajia haastatteleamalla ennakkoon laadittuja kysymyksiä käyttäen. Aloitushaastattelulla selvitetään, miten ja mille tahoille hiilijalanjälkeen liittyvää raportointia on tehty, mistä tarvittava data on haettu, miten sitä on käsitelty ja kuinka tiedot on raportoitu. Päätöshaastattelulla selvitetään kehittämistyön lopputuotoksen hyöty ja merkitys toimeksiantajalle. Opinnäytetyön raportin kehittämisosuudessa kuvataan kehittämistyön prosessi ja tuotos.

Seuraavissa kolmessa kappaleessa tarkastellaan kiinteistö- ja rakennustoimialaa ja sen roolia yhteiskunnassa sekä sitä, miten ympäristövastuu näyttäytyy toimialalla. Se antaa lukijalle käsitystä siitä, mihin suurempaan kokonaisuuteen tämä opinnäytetyö linkittyy ja mitä merkitystä hiilijalanjäljen mittaamisella ja raportoinnilla on ilmastonmuutoksen torjumisessa.

## 2 KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN YHTEISKUNNALLINEN MERKITYS

Yritystoiminnalla on aina vaikutuksia ympäröivään yhteiskuntaan, ja vastuullinen yritys voi omalla toiminnallaan olla rakentamassa kansalaisten ja yhteiskunnan hyvinvointia. Yritysten yhteiskuntavastuuta tarkastellaan usein kestäväen kehityksen kolmen ulottuvuuden, taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristöön liittyvän vastuun kautta (Harmaala & Jallinoja 2012). Kaleva ym. (2013, 11) ja Harmaala & Jallinoja (2012) määrittelevät taloudellisen vastuullisuuden tarkoittavan yrityksen kannattavaa ja kestävää toimintaa, hyvää taloudenhoitoa ja pitkäjänteisen sekä tasaisen taloudellisen hyödyn tuottamista ympäröivään yhteiskuntaan ja eri sidosryhmille. Sosiaalinen vastuullisuus käsittää heidän mukaansa yritystoiminnan vaikutukset toiminnan vaikutuksen kohteena oleviin ihmisiin ja heidän yhteisöihinsä, ja ympäristövastuullisuus yrityksen toiminnan vaikutukset ilmastoon ja luontoon.

Rakennetulla ympäristöllä ja sitä tuottavalla ja ylläpitävällä kiinteistö- ja rakennusalan toiminnoilla on huomattava vaikutus yhteiskunnan hyvinvointiin niin kansantaloudellisesta, sosiaalisesta kuin ympäristövaikutustenkin näkökulmasta katsottuna (Kaleva ym. 2013, 10). Rakennettuun ympäristöön lukeutuvat kaikki ihmisten luomat rakennukset ja rakennelmat, liikenneverkot sekä yhdyskuntatekniset järjestelmät (Tähkänen & Tähtinen 2021, 5). Rakennetun ympäristön osuus Suomen kansanvarallisuudesta on 83 %, ja siitä rakennukset kattavat 45 % (noin 500 miljardia euroa). Kiinteistö- ja rakennusala vastaa 15 % bruttokansantuotteesta, ja on lisäksi merkittävä työnantaja tarjoten yli 500 000 työpaikkaa kiinteistöjen rakentamisen, ylläpidon ja käyttäjäpalveluiden sekä hallinnoinnin saralla (ROTI 2019, 5; KTI Kiinteistötieto Oy 2020, 7).

Kiinteistö- ja rakennusalalla tehdään investointeja uudisrakentamiseen sekä aiemmin rakennettujen kohteiden korjaukseen tai esimerkiksi energiatehokkuuden parantamiseen. Kansantalouden näkökulmasta kalleinta on investointien tekemättä jättäminen, sillä rakennetun ympäristön kunnossapidon laiminlyönnistä aiheutuu suorina vaikutuksina esimerkiksi vesivuotoja, energiahukkaa ja pidentyneitä kuljetusaikoja, jotka maksavat vuosittain 3,4 miljardia euroa. Menetetyn työajan, kilpailukyvyyn ja



liiketoimintamahdollisuuksien mukaan laskeminen nostaa vuosittaiset kustannukset 5,7 miljardiin euroon. Jokainen rakennettuun ympäristöön investoitu euro, tuottaa itsensä yli kaksinkertaisena takaisin pienentyneinä logistiikka-, lämmitys-, tila- ja työvoimakustannuksina. (ROTI 2019, 5.)

Yhteiskunnallisesta näkökulmasta kiinteistö- ja rakennusalan verotus on valtiolle merkittävä tulonlähde. Rakentamisesta maksetaan veroja ja veronluonteisia maksuja yli 40 % vaihdellen rakennusinvestointien määrän mukaan. (KTI Kiinteistötieto Oy 2020.) Kiinteistöjen vuotuisista ylläpitokustannuksista 30 % muodostuu veroista (Hyrskke ym. 2020, 175). Kiinteistönomistajien merkittävin vuotuinen veroerä on kiinteistövero, jota kertyi kunnille yhteensä 3,5 miljardin euron edestä vuonna 2019 (KTI Kiinteistötieto Oy 2020).

Vastuullisessa yritystoiminnassa huomioidaan ja noudatetaan muun muassa ympäristölainsäädäntöjä, kuten ilmaston- ja vesiensuojeluun, jätteisiin ja kierrätykseen sekä ekotehokkuuteen ja energian käyttöön liittyviä lainsäädäntöjä, sekä kehitetään toimintaa jatkuvasti (Harmaala & Jallinoja 2012). Kiinteistöliiketoiminnassa ympäristönäkökulma korostuu vastuullisuuskysymyksistä vahvimmin, vaikka taloudellinen ja sosiaalinen vastuullisuus ovat yhtä lailla olennaisia asioita vastuullisuusstrategioissa. Näiden vastuullisuuden elementtien voidaan katsoa olevan keskenään riippuvuussuhteessa, jolloin niihin liittyviä käytännön toimenpiteitä ei voida aina täysin erotella toisistaan (Harmaala & Jallinoja 2012). Kaleva ym. (2013, 16–18) tunnistavat vastuullisuuden osa-alueiden välillä yhteyksiä mutta myös ristiriitoja. Taloudellisesti kestävä ja kannattava rakennus on toimiva, turvallinen ja terveellinen ympäristö käyttäjilleen, jolloin sosiaalisen ja ympäristövastuullisuuden täytyminen palvelee taloudellisen vastuullisuuden toteutumista. Pitkäikäinen rakennus on ympäristövastuun kannalta tavoiteltavaa, mutta pitkä elinkaari voi synnyttää myös ristiriitatilanteita vastuullisuusnäkökulmien välille, kun punnitaan, rakennetaanko uusi rakennus vai olisiko vanhemman rakennuksen energiatehokkuuden ja tilatehokkuuden tai -toimivuuden parantaminen kannattavaa sekä teknisesti toteutettavissa.

### 3 RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Rakennuksen elinkaari muodostuu sen rakentamisesta, käyttövaiheesta ja purkamisesta (kuva 1). Rakentamisvaihe voidaan jakaa vielä raaka-aineiden hankinnan ja rakennustuotteiden valmistuksen sisältävään tuotevaiheeseen sekä itse rakennusprosessiin. (Rakennusteollisuus RT ry s.a.) Käyttövaihe vaihtelee rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan kestäen useista kymmenistä vuosista ollen parhaimmillaan jopa 150 vuotta (Raivio ym. 2020). Käyttövaihe sisältää kiinteistönhoidon, kunnossapidon ja korjaukset. Kiinteistönhoidolla, kuten siivouksella, jätehuollolla, teknisten järjestelmien ylläpidolla ja ulkoalueiden hoidolla, pyritään pitämään kiinteistön olosuhteet, esimerkiksi kiinteistön sisälämpötila, halutulla tasolla. Korjauksilla uusitaan olemassa olevia rakenteita tai järjestelmiä, jotka parantavat rakennuksen laatutasoa, kuten energiatehokkuutta, tai pitävät laatutason ennallaan. (Rakennusteollisuus RT ry s.a.; Ympäristöhallinto 2013.) Elinkaarensa lopussa rakennus poistetaan käytöstä ja puretaan, ja tästä syntyneet jätteet loppusijoitetaan kaatopaikalle tai valmistellaan kierrätystä varten. Purettujen rakennusmateriaalien kierrättäminen tai uudelleenkäyttäminen kuuluvat rakennuksen elinkaaren ulkopuolisiin toimintoihin. (Rakennusteollisuus RT ry s.a.; Ympäristöministeriö s.a., 5.)



Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (mukaillen Rakennusteollisuus RT ry s.a.; Ympäristöministeriö s.a.)

Rakennusten ympäristövaikutuksia arvioitaessa ja mitattaessa elinkaariajattelu on olennaisessa osassa. Kaikilla elinkaaren eri vaiheissa tapahtuvilla prosesseilla on vaikutuksensa ympäristöön, ja niiden mittarina käytetään useimmiten ilmaston lämpenemispotentiaalia eli hiilijalanjälkeä (Ympäristöministeriö s.a., 7). Elinkaariajattelun mukaisesti rakennusten aiheuttama hiilijalanjälki on hyvä ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa, jossa tehdyillä valinnoilla ja päätöksillä rakennuksen käyttötarkoituksesta ja energiaratkaisuista on merkitystä rakennuksen koko elinkaaren aikaiseen ympäristökuormitukseen (Rakennusteollisuus RT ry s.a.).

Elinkaariajattelu sopii myös olemassa olevien rakennusten hiilijalanjäljen arviointiin. Suunnitelluilla valinnoilla esimerkiksi energiaratkaisujen muutoksista tai tehtävistä korjauksista ja niissä käytetyistä materiaaleista, voidaan vaikuttaa rakennuksen tuottamiin päästöihin jäljellä olevan elinkaaren aikana. Olemassa olevien rakennusten korjaaminen on uudisrakentamista ympäristöystävällisempää. Siksi rakennuksen suunnittelu monikäyttöiseksi on järkevää, sillä rakennus pysyy käytössä mahdollisimman pitkään myös käyttötarkoituksen muuttuessa. Edistyneempien energiaratkaisujen valitseminen rakennukseen voi kasvattaa kustannuksia ja päästöjä rakennus- tai korjausvaiheessa, mutta koko tai jäljellä olevan elinkaaren aikainen energiankulutus ja ympäristökuormitus voivat niiden ansiosta olla huomattavasti maltillisemmat. (Rakennusteollisuus RT ry s.a.)

### **3.1 Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen**

Rakennuksen hiilijalanjälki kuvaa rakennuksen koko elinkaaren aikana syntyneitä tuote- ja käyttösidonnaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Tuotesidonnaisia päästöjä syntyy elinkaaren alussa rakennusmateriaalien valmistuksesta, kuljetuksesta ja rakennustyömaatoiminnoista. Käyttösidonnaisia päästöjä syntyy rakennuksen tai rakenteiden käytöstä, kuten energian- ja vedenkulutuksesta sekä siivouksista ja jätehuollosta. Tuotesidonnaisia päästöjä aiheutuu myös rakennuksen ylläpitotoimintaan sisältyvistä rakennusosien vaihdoista tai korjauksista tai rakennuksen elinkaaren lopussa rakennuksen purkamisesta ja materiaalien loppukäsittelystä ja -sijoituksesta. (Ruuska ym. 2021; Bionova Oy 2017, 11; Tähkänen & Tähtinen 2021, 8.)

Rakennuksen hiilijalanjälkeä sekä tuote- että käyttösidonnaisia päästöjä kasvattaa eniten fossiilisten energianlähteiden käyttäminen rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa (Tähkänen & Tähtinen 2021, 8). Elinkaaren aikaisista päästöistä merkittävä osuus syntyy rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta (Bionova Oy 2017, 11), jolloin ympäristön kannalta ei ole yhdentekevää, miten sähkö ja lämpö tuotetaan. Energiaa käytetään rakennuksissa niiden lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, lämpimään käyttöveteen, valaistukseen ja automaatioon. (Bionova Oy 2017,

11.) Lämpimän käyttöveden tai itse rakennuksen lämmittämiseen kuluvaan energiamäärään vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen ominaisuudet, käytetyt lämmitysmuodot ja energianlähteet sekä teknisten järjestelmien ominaisuudet ja ylläpito. Rakennuksen sähkönkulutus puolestaan on riippuvainen rakennuksen käytöstä ja käyttäjien toiminnasta, kuten tilan käyttöajasta ja käytön edellyttämistä koneista ja laitteista. Rakennuksen sähkönkulutus voidaan jakaa kiinteistösähköön ja käyttäjäsähköön. Kiinteistösähkö kattaa rakennuksen olemassaoloon ja ylläpitoon, kuten yleisten tilojen valaistukseen tai teknisten järjestelmien käyttöön, kuuluvan sähkönkulutuksen. Käyttäjäsähkö puolestaan syntyy käyttäjien toiminnasta aiheutuvasta sähkönkulutuksesta. (Kaleva ym. 2011, 23–27.)

Suomen kokonaisenergiankulutuksesta lähes 40 % syntyy rakennusten lämmön- ja sähkönkulutuksesta, jotka yhdessä rakentamisen kanssa aiheuttavat noin 30 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (Raivio ym. 2020, 5). Vedenkulutuksen määrä vaikuttaa suoraan energiankulutukseen lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvaan energian kautta (Kaleva ym. 2011, 18). Senaatti-kiinteistöjen hiilijalanjäljen laskennan pilotointihankkeessa laskettiin kolmen suunnitteluvaiheessa olevan uudisrakennuksen hiilijalanjälki. Kahdessa kolmesta pilotointikohteesta elinkaaren yhdeksi suurimmista päästöeristä osoittautui lämmönkulutus. Hiilijalanjälkilaskelmista käy myös ilmi, että uusien rakennusten käytönaikaisen energiankulutuksen ja sen aiheuttamien päästöjen laskiessa uusiutuvien energianlähteiden käytön ansiosta rakennusmateriaalien ja rakentamisen aiheuttamat ympäristövaikutukset tulevat korostumaan seuraavien vuosikymmenien uudisrakentamisessa. (Rekola 2020.) Tähkäsén ja Tähtisen (2021, 8) sekä Pasasen ym. (2018, 13) mukaan tämä ilmiö on jo havaittavissa ja he ennakoivat, että energiantuotannosta syntyvien päästöjen vähentyessä tuotesidonnaisten päästöjen merkitys rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä kasvaa. Tähän tulisi kääntää huomio rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen arviointi- ja vähennystoimissa.

Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen korkeintaan 1,5 asteeseen Pariisin ilmastopöimöksen (United Nations 2022) mukaisesti vaatii toimia kiinteistö- ja rakennusalan ympäristövaikutusten pienentämiseksi. World Green Building Council (WGBC) ajaa toimialan maailmanlaajuisten päästöjen puolittamista

vuoteen 2030 mennessä ja rakennusten hiilineutraaliutta koko niiden elinkaaren ajalta vuoteen 2050 mennessä (Burrows & Black 2021, 9). #BuildingLife hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma on Suomen ja yhdeksän muun eurooppalaisen Green Building Councilin yhteishanke kiinteistö- ja rakennusalan saattamiseksi hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä. Toimintaohjelman kannattajat sitoutuvat laatimaan toimintaohjelman liiketoimintansa kehittämiseksi hiilineutraaliksi. Yrityksiä kannustetaan asettamaan toimintansa ja arvojensa mukaiset tavoitteet sekä valitsemaan sitoumukset ja viitekehykset, joihin sitoutuvat. Heitä kehoitetaan lisäksi jakamaan esimerkkejä ja kannustamaan koko toimialaa vähähiilisyteen, seuraamaan ja mittaamaan oman toiminnan päästöjen kehitystä ja tarkentamaan tavoitteita sekä toimenpideohjelmia tarpeen mukaan. (Tähkänen & Tähtinen 2022, 6.)

Yksi esimerkki sitoumuksesta, johon yrityksiä, organisaatioita ja kuntia kannustetaan, ovat vapaaehtoiset energiatehokkuussopimukset. Energiatehokkuuden edistäminen on vastuullinen teko ja yksi tärkeimpiä ilmastokuormaa vähentäviä toimenpiteitä. Liittyessään energiatehokkuussopimukseen organisaatio tai kunta asettaa ohjeellisen energiamääräisen (MWh) tehostamistavoitteen, johon sitoudutaan. Lisäksi liittyvä taho sitoutuu ottamaan energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen osaksi kaikkia olemassa olevia tai käyttöönotettavia johtamisjärjestelmiä ja toimintasuunnitelmia. Energiatehokkuussopimusten energiatehokkuustavoitteisiin on sitoutunut yhteensä jo yli 700 suomalaista elinkeinoelämän eri toimialojen ja kiinteistöalan yritystä sekä kuntaa ja kuntayhtymää. Mukana olevien energiankäyttö kattaa lähes 60 % Suomen energiankäytöstä. (Energiatehokkuus-sopimukset s.a.)

World Green Building Councilin laatima kansainvälinen Net Zero Carbon Buildings Commitment on sitoumus, johon kiinteistö- ja rakennusalan toimijoita kutsutaan liittymään rakennusten hiilineutraaliin käyttöön ja rakentamiseen siirtymiseksi vuoteen 2030 mennessä. Sitoumuksen allekirjoittaneet sitoutuvat siihen, että vuodesta 2030 eteenpäin heidän omistamansa rakennukset ovat energiatehokkaita, rakennuksissa käytetään pääosin uusiutuvaa energiaa ja vuosittain jäljelle jäävät energiankäytön päästöt kompensoidaan. He sitoutuvat myös siihen, että uudishankkeiden ja

laajojen korjaushankkeiden koko elinkaaren aikaiset päästöt minimoidaan kiinnittäen huomiota erityisesti elinkaaren alkuvaiheessa syntyvien tuotesidonnaisten päästöjen vähentämiseen ja kompensointiin jo etukäteen ennen rakennuksen käyttöönottoa. (Burrows & Black 2021, 7–9, 12.)

### **3.2 Rakennuksen hiilijalanjäljen mittaaminen**

Päästöjä ei synny pelkästään rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta, vaan kuten aiemmin tässä raportissa on tuotu esille, tuotesidonnaisten päästöjen merkitys on kasvussa. Tässä raportissa on avattu hieman rakennuksen koko elinkaaren aikaisten päästöjen laskentaa mutta on keskitytty kuitenkin tarkastelemaan rakennuksen käyttösidonnaisten päästöjen laskentaa, sillä kehittämistyön kohteena on Xamkin kampusten energiankulutuksen hiilijalanjäljen raportoinnin kehittäminen.

#### **3.2.1 Rakennuksen elinkaariarviointi**

Päästöjen laskennan yhdenmukaistamiseen on kehitetty erilaisia ohjeistuksia ja kansainvälisiä laskentastandardeja. Elinkaariarviointi (LCA, Life Cycle Assessment) on tuotteiden ja palvelujen lisäksi rakennusten elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arviointiin tarkoitettu menetelmä (Ympäristöministeriö s.a., 4).

Senaatti-kiinteistöjen (2020, 10–11) teettämässä Hiilijalanjälki rakennushankkeen ohjauksessa -raportissa on kuvattu suomalais-venäläisen koulun uudisrakennushankkeen suunnittelun eri vaiheissa tehtyjen elinkaariarviointien tuloksia eri laskentamenetelmillä. Green Building Council Finlandin (FIGBC) vuonna 2013 lanseeraamalla Rakennusten elinkaarimittarit -ohjeella laskettuna koulun energiankulutuksen päästöt kattavat 80 % elinkaaren aikaisista päästöistä, sillä ohjeen mukaan käytetään todenmukaista energiankulutusta ja päästöt lasketaan nykyhetken päästökertoimilla. Euroopan komission Level(s) -menetelmällä elinkaaren aikaiset energiankulutuksen päästöt perustuvat E-lukuun (rakennuksen laskennalliseen kokonaisenergiankulutukseen) ja ovat samaa luokkaa kuin FIGBC:n Elinkaarimittarilla laskettuna. Ympäristöministeriön laatimalla rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmän testausversiolla laskettuna koulun energiankulutus on pienempi (37 %), sillä se perustuu E-lukuun ja

pienempiin päästökertoimiin, jotka huomioivat tulevaisuuden energiantuotannon päästöjen vähenemisen. (Senaatti-kiinteistöt 2020, 10–11.)

Ympäristöministeriön kehittämä rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä on vielä koekäytössä. Tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ohjataan lainsäädännöllä 2020-luvun puoliväliin mennessä, jolloin yhtenäinen menetelmä on tarkoitus ottaa käyttöön. Rakennuksen vähähiilisyden arvioinnin tavoitteena on rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen pienentäminen. Ympäristöministeriön arviointimenetelmä sisältää ohjeet elinkaariarvioinnissa laskettujen rakennuksen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen raportointiin. Hiilijalanjälki lasketaan summaamalla yhteen rakennuksen elinkaaren eri vaiheista syntyvät päästöt. Hiilikädenjälki lasketaan summaamalla yhteen rakennuksen elinkaaren aikaiset eloperäiset hiilivarastot, hiilinielut ja elinkaaren ulkopuolella tapahtuvan materiaalien uudelleenikäytön, kierrätyksen tai energiahyödyntämisen avulla vältettävät päästöt. Hiilikädenjälkeä ei vähennetä hiilijalanjäljestä, vaan se esitetään erillisenä negatiivisena lukuna. (Ympäristöministeriö 2019, 11–13, 34, 51.)

### **3.2.2 Rakennuksen käyttösidonnaisten päästöjen mittaaminen**

Ensimmäinen askel kohti rakennuksen energiankäytön hiilineutraaliutta on hiilidioksidipäästöjen mittaaminen. Mitattavien ja konkreettisten tavoitteiden asettaminen sekä kulutuksen ja päästöjen kehittymisen laskenta ja seuranta tekevät ilmaston hyväksi tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuuden näkyväksi. Ainoastaan mittaamalla voi saada selville, miten tavoitteiden toteutuminen edistyy tai ei edisty ja mitä osa-alueita kannattaa kehittää.

Rakennuksen energiankäytön päästöjen laskentaa varten tarvitaan tiedot rakennuksen laajuudesta ja energian- ja vedenkulutuksesta sekä päästökertoimista. Energiankäytön aiheuttamiin päästöihin vaikuttavat ennen kaikkea energiankulutuksen määrä ja käytetyt energiamuodot. Energiankulutusta ja sen aiheuttamia päästöjä mitattaessa keskeistä on erotella käytetty energia energiamuodoittain, kuten fossiiliset ja uusiutuvat energianlähteet. Laskennassa on tyypillistä ottaa huomioon myös mahdollinen paikan päällä tuotettu energia, esimerkiksi aurinkoenergia. Lämmön- ja

sähkökulutuksesta syntyvien päästöjen laskennassa saadut arvot perustuvat laskennallisiin päästökertoimiin, joihin vaikuttaa käytetty pääenergiamuoto. Päästöt lasketaan tyypillisesti hiilidioksidiekvivalenteina (CO<sub>2e</sub>), joka on kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta päästöjen ilmastovaikutuksen laskemiseen. Arvot esitetään tyypillisesti hiilidioksidin paino (kilogrammoina tai tonneina) suhteutettuna rakennuksen pinta-alaan tai tilavuuteen. Yhtenäiset laskentaperiaatteet ovat edellytyksenä päästöjen luotettavalle laskennalle ja vertailulle. (Kaleva ym. 2011, 23–26, 48.)

Tässä raportissa esitellään toimeksiantajan käytössä olevat Arenen hiilijalanjälkilaskuri ja WWF Green Office -verkoston ilmastolaskuri, joilla voi mitata ja seurata rakennuksen käyttöön liittyviä päästöjä. Ammattikorkeakoulut Xamk mukaan lukien laskevat ja raportoivat vuotuiset hiilidioksidipäästöt ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arenelle Excel-pohjaista hiilijalanjälkilaskuria käyttäen. Laskuri sisältää välilehdet päästöjen laskemiseen (Matkustaminen, Kiinteistöt ja Hankinnat) sekä Yhteenveto- ja Kertoimet-välilehdet. Kertoimet-välilehdellä on ilmoitettu hiilijalanjäljen laskennassa käytettävät keskimääräiset päästökertoimet eri ammattikorkeakoulun hiilijalanjäljen laskentaan liittyville osa-alueille. Rakennuksen vedenkulutukselle, lämmitykselle, sähkökulutukselle ja jäähdytykselle on ilmoitettu keskimääräinen päästökerroin ja kolmelle jälkimmäiselle lisäksi päästöttömän tai vihreän kulutuksen kerroin (0). Mikäli käyttää energian- tai vedenkulutuksen päästöjen laskennassa energiayhtiön tai vesilaitoksen ilmoittamaa päästökerrointa, se tulee syöttää sille varattuun kohtaan. (Kääriä ym. 2021.)

Kiinteistöt-välilehdelle listataan kaikki ammattikorkeakoulun käytössä olevat rakennukset tai tilat sekä niiden kiinteistötunnus ja kokonaispinta-ala. Laskentavuoden lämmitys, sähkökulutus ja jäähdytys ilmoitetaan megawattitunteina ja päästöjen laskentaan valitaan pudotusvalikosta käytetty päästökerroin. Rakennusten vedenkulutus ilmoitetaan kuutioina ja päästöjen laskentaan valitaan pudotusvalikosta käytetty päästökerroin. Muille kiinteistöihin liittyville osa-alueille, kuten jätehuollolle, uudisrakentamiselle, peruskorjaus- ja tilamuutoshankkeille sekä siivoukselle syötetään laskentavuoden euromääräiset kustannukset, jolloin laskuri esittää hiilidioksidipäästöt kullekin osa-alueelle kuuluvalla keskimääräisellä



päästökertoimella laskettuna. Laskuri laskee lisäksi kiinteistöihin liittyvistä päästöistä neliöpäästöt, eli hiilidioksidiekvivalenttien painon neliötä kohti jaettuna ( $\text{kgCO}_2\text{e/m}^2$ ). (Kääriä ym. 2021.)

Arenen hiilijalanjälkilaskurissa rakennusten käyttöön liittyvien päästöjen lisäksi lasketaan laskentavuoden liikematkustukseen sekä hankintoihin liittyvät päästöt. Matkustaminen-välilehdellä syötetään liikematkustukseen kuluneet matkakilometrit, -kustannukset ja hotelliyöpymisvuorokaudet. Matkustamisen päästöt eri kulkuneuvoilla lasketaan käyttäen niille kuuluvia keskimääräisiä päästökertoimia. Hankinnat-välilehdellä ilmoitetaan muun muassa IT-, laboratorio-, kaluste- sekä ruoka- ja kahvitarjoiluhankintojen kustannukset laskentavuodelta lukuun ottamatta hiilineutraaleja hankintoja. Päästöt lasketaan käyttäen kullekin hankintatyyppille kuuluvaa keskimääräistä päästökerrointa. Yhteenveto-välilehdelle on koottu tiedot ammattikorkeakoulun laskentavuoden kaikista päästöistä yhteensä ja esitetty päästöjakaumaa graafeissa. (Kääriä ym. 2021.)

WWF Green Office -ilmastolaskurilla (Ilmastolaskurilla mitataan työpaikkasi hiilijalanjäljen s.a.) voi mitata organisaation energiankulutuksesta, liikkumisesta, hankinnoista ja jätteistä syntyvät päästöt. Ilmastolaskurista on saatavilla ilmainen kokeiluversio WWF:n sivuilla. Rakennuksen energiankulutusten päästöjä laskettaessa ilmoitetaan sähkön-, lämmön- ja jäähdytyksen kokonaiskulutus kilowattitunteina. Päästökertoimena käytetään joko yleistä energiakohtaista keskiarvokerrointa (kuva 2) tai energiayhtiön ilmoittamaa päästökerrointa. Vedenkulutus ilmoitetaan litroina, mutta laskuri ei laske vedenkulutuksen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä.

Käytetty energia	Keskimääräinen päästökerroin
Osto- ja kiinteistö sähkö	131 $\text{gCO}_2/\text{kWh}$
Kaukojäähdytys	9 $\text{gCO}_2/\text{kWh}$
Kaukolämmitys	148 $\text{gCO}_2/\text{kWh}$

Kuva 2. WWF Green Officen ilmastolaskurissa käytettävät keskiarvokerroimet

WWF Green Officen ilmastolaskurissa yrityksen henkilökunnan liikkumiseen liittyvät päästöt voidaan laskea syöttämällä kuljetut kilometrit sekä

työasiointimatkoilta että kodin ja työn välisiltä matkoilta. Eri kulkuneuvoihin liittyvät kilometrit tai henkilökilometrit syötetään erikseen. Hankintojen osalta ilmoitetaan toimisto- ja painopaperin kulutus lukumäärinä (toimistopaperi) tai kilogrammoina (painopaperi) sekä hankittavien toimistolaitteiden lukumäärä kategorioittain, minkä perusteella laskuri ilmoittaa tuotetut hiilidioksidipäästöt. Paperinkulutuksen yhteydessä ilmoitetaan kierrätyskuidusta tai FSC-sertifioidun paperin prosenttiosuus kulutuksesta, ja toimistolaitteiden osalta ilmoitetaan kierrätettynä hankittujen laitteiden, kuten puhelimien tai tietokoneiden, prosenttiosuus. Jätteet ilmoitetaan kilogrammoina erikseen kullekin jätejakeelle, ja laskuri ilmoittaa kaikista jätteistä tuotetut hiilidioksidipäästöt yhteensä. Kaikki eri osa-alueista tuotetut päästöt ilmoitetaan laskurissa hiilidioksiditonneina. (Ilmastolaskurilla mitataan työpaikkasi hiilijalanjäljen s.a.)

Green Office -verkostoon liittyessä organisaatio saa käyttöönsä ilmastolaskurin täydet ominaisuudet, jolloin yritys pääsee seuraamaan päästöjen jakautumista eri osa-alueiden kesken, päästöjen kehittymistä ja asetettujen tavoitteiden saavuttamista valitulla ajanjaksolla sekä tarkastelemaan oman organisaation tuloksia verrattuna muiden verkoston organisaatioiden ja oman toimialan keskiarvoihin. Ilmastolaskurin yhteenvetosivulta voi ladata materiaalia ilmastotyön vaikuttavuuden viestimiseen koko organisaatiolle ja sidosryhmille. (Ilmastolaskurilla mitataan työpaikkasi hiilijalanjäljen s.a.)

### **3.3 Hiilineutraali rakennus ja energiankäyttö**

Hiilineutraalius tarkoittaa, että tuotteen, yrityksen, kunnan tai valtion tuottama hiilidioksidipäästöjen määrä on yhtä suuri, kuin se voi sitoa hiilidioksidia ilmakehästä hiilinieluihin. Tällöin hiilijalanjälki on nolla. Hiilinielut, tärkeimpänä metsät, maaperä ja valtameret, sitovat hiilidioksidia enemmän kuin päästävät sitä ilmakehään. Vuonna 2019 koko maailman yhteenlasketut hiilidioksidipäästöt olivat 38 gigatonnia. Luonnon hiilinielujen arvioidaan sitovan hiilidioksidia 9,5–11 gigatonnia vuosittain. Ihmisten tekemät hiilinielut eivät toistaiseksi kykene sitomaan hiiltä ilmakehästä riittävän suuressa mittakaavassa ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi, ja metsäpalojen, maankäytön muutosten ja hakkuiden myötä luonnon hiilinieluista vapautuu

varastoitunutta hiilidioksidia ilmakehään. Tämän vuoksi päästöjen vähentämistä pidetään ensisijaisen tärkeänä toimenpiteenä globaalien ja kansallisten hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi. (Euroopan parlamentti 2019.)

Euroopan parlamentin määritelmän mukaisesti rakennus on hiilineutraali, kun sen koko elinkaarensa aikana tuottamat päästöt ovat yhtä suuret, kuin niitä pystytään sitomaan. Rakennuksen hiilineutraali energiankäyttö tarkoittaa tilannetta, jossa sen vuotuisen energiankäytön hiilijalanjälki on nolla. Rakennuksen hiilineutraali energiankäyttö tähtää vuotuisen energiankäytön ilmastopäästöjen ja potentiaalisten ilmastohyötyjen tasapainottamiseen. (Ruuska ym. 2021, 3.) Ruuska ym. (2021, 3) kuvaavat Kiinteistön hiilineutraali energiankäyttö -ohjeessaan prosessin (kuva 3), jolla hiilineutraaliin energiankäyttöön voi päästä. Ensimmäinen askel prosessissa on rakennuksen energiankäytön ilmastopäästöjen selvittäminen ja niiden pienentäminen mahdollisimman paljon.



Kuva 3. Ilmastopäästöjen ja -hyötyjen tasapainottaminen (mukaillen Ruuska ym. 2021, 3)

Keinoja rakennusten vähähiilisyden edistämiseen on monia, ja näistä energiatehokkuuden parantaminen on Ruuskan ym. (2021, 4) ja Raivion ym. (2020, 24) mukaan avainroolissa. Raivio ym. (2020, 15) listaavat keskeisiä keinoja rakennusten energiankulutuksesta aiheutuvien päästöjen laskemiseen ja energiatehokkuuden parantamiseen, joita ovat vähäpäästöisten energiamuotojen hyödyntäminen, lämpöhäviön ja jäähdytystarpeen pienentäminen, sähkönkäytön tehostaminen, ilmaisenergioiden hyödyntäminen sekä kulutuksen ohjaus. Lämpöhäviötä voidaan pienentää esimerkiksi rakennuksen ylä- tai alapohjien lisäeristyksillä ja vaihtamalla

ikkunat ja ovet energiatehokkaampiin vaihtoehtoihin. Valaistuksen vaihtaminen energiatehokkaisiin LED-valaisimiin ja energiatehokkaiden laitteiden, kuten iv-koneiden ja lämpöpumppujen käyttäminen tehostavat sähkönkäyttöä. Aurinkopaneelit ja -keräimet, jäteveden ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotto sekä ilma- ja maalämpöpumput ovat vartenotettavia ilmaisenergian hyödyntämisen muotoja. Nykypäivänä rakennuksista voidaan tehdä ilmanvaihdon, lämmityksen ja valaistuksen ohjausjärjestelmistä älykkäämpiä, jolloin energiankulutus on tarpeenmukaisempaa. (Raivio ym. 2020, 15.)

Rakennusten käytönaikainen hiilijalanjälki on pienentynyt viime vuosikymmenellä reilun neljänneksen vähäpäästöisten energianlähteiden käytön ansiosta, mutta energiankulutus on vielä rakennusten suurimpia kasvihuonekaasujen aiheuttaja (Rakennusteollisuus RT ry 2020). World Green Building Councilin (Burrows & Black 2021, 12) Net Zero Carbon Building Commitment -sitoumusta koskevassa julkaisussa kannustetaan toimijoita siirtymään käyttämään ainoastaan uusiutuvia energianlähteitä niin nopeasti kuin mahdollista ja lopulta luopumaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä kokonaan. Tähkänen ja Tähtinen (2021, 8) toteavat, että rakentamisessa ja rakennuksen käytössä fossiilisista energiamuodoista luopumisen myötä päästöt laskisivat niin radikaalisti, että itse rakennukseen, kuten kouluun, ei tarvitsisi tehdä merkittäviä muutoksia. Rakennusteollisuuden vähähiilisyiden tiekartassa (Raivio ym. 2020, 16) on arvioitu, että Suomessa rakennusten energiankäytön hiilijalanjälki pienenee 98 % vuoteen 2050 mennessä, mikäli kaikesta rakennusten fossiilisesta erillislämmityksestä luovutaan ja uusien rakennusten energiatehokkuus on Teknologian tutkimuskeskus VTT:n PITKO-työn (Suomen pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys) Säästö-polun mukainen.

Rakennuksen ilmastopäästöjen ja ilmastohyötyjen tasapainottamisessa päästöjen vähentämisen rinnalla on syytä selvittää, mitkä ovat rakennuksen tuottamat potentiaaliset ilmastohyödyt, ja ryhtyä kasvattamaan niitä mahdollisimman paljon (Ruuska ym. 2021, 3). Rakennuksen tuottamista ilmastohyödyistä puhutaan hiilikädenjälkenä. Ympäristöministeriö (2019, 30–32) viittaa hiilikädenjäljellä niihin rakennuksen elinkaaren aikaisiin positiivisiin ilmastovaikutuksiin, joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Tällaisia

ilmastohyötyjä tai ilmastonmuutosta hidastavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi rakennusosien uusiokäytöllä tai materiaalien kierrätyksellä vältetyt kasvihuonekaasupäästöt, rakennuksessa tai tontilla uusiutuvan energian tuotanto yli omien tarpeiden ja ylijäävän energian myynti eteenpäin tai rakennusmateriaaleihin varastoitunut eloperäinen hiili (hiilivarastot) sekä niihin elinkaaren aikana sitoutuva hiilidioksidi (hiilinielut) ilmakehästä. Esimerkkinä hiilivarastosta ja hiilinielusta voisi mainita puun, joka sitoo kasvaessaan hiilidioksidia ilmakehästä. Puun käyttäminen rakennusmateriaalina voi toimia hiilivarastona.

Kun tavoitellaan hiilineutraalia toimintaa, kolmas askel Ruuskan ym. (2021, 3) esittämässä ilmastohaittojen ja -hyötyjen tasapainottamisprosessissa on hiilijalanjäljen pienentämisen ja hiilikädenjäljen kasvattamisen toimenpiteiden jälkeen jäljelle jäävien päästöjen kompensointi. Ruoho ym. (2022, 39–41) pitävät päästöjen kompensointia tukitoimena hiilineutraaliuden tavoittelussa lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Heidän mukaansa ensisijaisesti tulee pyrkiä vähentämään päästöjä omilla toimenpiteillä. Mikäli omat toimet eivät riitä hiilineutraaliuteen pääsemiseksi, voidaan jäljelle jäävien päästöjen tuottama ilmastohaitta kumota tuottamalla tai hankkimalla toisaalla vastaava määrä päästövähennyksiä, tai sitomalla vastaava päästö määrä pois ilmakehästä keinotekoisin tai luonnollisin menetelmin. He toteavat, että pitkällä aikavälillä on tarpeen tavoitella oman toiminnan nollapäästöjä. Nollapäästötilanteessa ihmisten toiminnasta aiheutetut hiilidioksidipäästöt ovat yhtä suuret kuin ihmistoimin aikaansaatu hiilen sitominen pois ilmakehästä.

#### **4 KOHTI HIILINEUTRAALIA KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAA**

Hiilineutraali rakennettu ympäristö tarkoittaa tilannetta, jossa rakennetun ympäristön tuottamat vuotuiset ilmastopäästöt ovat yhtä suuret kuin sen tuottamat positiiviset ilmastohyödyt (Tähkänen & Tähtinen 2022, 13). Toimialakohtaiset ja kansalliset tavoitteet ympäristön suojelemiseksi ja kestäväns tulevaisuuden rakentamiseksi edellyttävät valtavia toimintatapojen ja toimintaympäristöjen muutoksia. Muutoksessa tarvitaan toimialarajat ylittävää yhteistyötä.

#### 4.1 Linjauksia ja tiekarttoja

Suomen hallitusohjelmaan on asetettu tavoitteeksi olla hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. Hiilinegatiivinen tarkoittaa sitä, että hiiltä niellään ilmakehästä enemmän kuin sitä sinne päästetään.

Hiilinegatiiviseen tilaan voidaan päästä päästövähennystoimia nopeuttamalla ja hiilinieluja kasvattamalla. Suomi pyrkii myös olemaan maailman ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta 2030-luvun loppuun mennessä, jolloin sähkön ja lämmön tuotannon tulee olla lähes päästötöntä. Yhteistyössä eri alojen toimijoiden kanssa on laadittu toimialakohtaiset vähähiilisyiden tiekartat tukemaan valtionhallintoa politiikkakeinojen valmistelussa päästöjen vähentämiseksi. (Valtioneuvosto s.a.)

Aiemmissa kappaleissa on puhuttu kiinteistö- ja rakennusalan merkittävästä osuudesta koko Suomen kasvihuonekaasupäästöihin. KIRA-ala tavoitteleeekin hiilineutraaliutta samassa tahdissa Suomen valtiollisen tavoitteen kanssa (Tähkänen & Tähtinen 2022, 6). Rakennusteollisuus on laatinut yhdessä ympäristöministeriön kanssa Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -tiekartan, jossa esitettyjen päästövähennysskenaarioiden toteutumisessa avainroolissa ovat sähkön ja kaukolämmön tuotannon päästöjen vähennys, korjausrakentamisen energiatehokkuustoimet ja fossiilisesta erillislämmityksestä luopuminen. (Raivio ym. 2020, 22–24.)

Energiateollisuuden (2020) laatiman tiekartan mukaiset toimet päästöjen vähentämiseksi, kuten puhtaan energian tuotanto, kestävä energian käyttö ja tehokkaiden ja vähäpäästöisten teknologioiden kehittäminen toteutuessaan tulevat pudottamaan rakennusten käyttövaiheen energiankulutuksen päästöt alle puoleen 2035 mennessä ja 2050 mennessä noin kolmannekseen nykyisestä. Energiateollisuuden ajamaa energiansäästökehitystä voidaan vahvistaa kiinteistö- ja rakennusalalla tehtävillä toimenpiteillä, kuten parantamalla rakennusten energiatehokkuutta korjausrakentamisen yhteydessä. (Raivio ym. 2020, 14.)

Vähähiilisyystavoitteiden edistämiseksi kiinteistö- ja rakennusalalla tehtävien investointien ajurina on ympäristöministeriön julkaisema korjausrakentamisen strategia 2050. Strategialla tavoitellaan nollaenergiarakennusten osuuden

nostamista 10 %:sta 90 %:iin vuoteen 2050 mennessä, ja siihen mennessä rakennuskannan päästöistä tavoitellaan 90 % leikkausta. Arvioidaan, että tuosta prosenttilukemasta 40 % saadaan lämmityksessä ja sähköntuotannossa käytettävistä fossiilisista polttoaineista luopumisesta, 20 % energiatehokkuuden parantamisesta ja 30 % vanhojen rakennusten poistumasta ja tilatehokkuuden parantamisesta. (Raivio ym. 2020, 19.)

Suomessa pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelman (2019) ”Osallistava ja osaava Suomi” päämääränä on ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä yhteiskunta. Suomen ja maailman kaikkien maiden kestävä kehityksen työtä on ohjannut jo vuodesta 2016 lähtien globaali kestävä kehityksen toimintaohjelma Agenda2030. Toimintaohjelma on YK:n jäsenmaiden vuonna 2015 sopima suunnitelma, joka sisältää 17 toisiinsa vahvasti linkittyvää tavoitetta (kuva 4), joilla on yhteensä 169 tarkentavaa alatavoitetta. Toimintaohjelman yhtenä keskeisimmistä päämääristä on äärimmäisen köyhyyden poistaminen maailmasta. Ohjelmalla pyritään turvaamaan ihmisten hyvinvointi ja ihmisoikeudet, taloudellinen vauraus ja yhteiskuntien vakaus ympäristön kannalta kestävästi. (Valtioneuvoston kanslia 2020, 9–10.)



Kuva 4. YK:n kestävä kehityksen toimintaohjelman tavoitteet (Suomen YK-liitto s.a.)

Opetus- ja kulttuuriministeriö (2020) on laatinut hallinnonalan kestävä kehityksen linjauksen, joka ohjaa hallinnonalan kestävä toimintaa sekä edistää koko valtioneuvoston kestävä kehityksen työtä. Opetus- ja

kulttuuriministeriön hallinnonalan toimilla edistetään kulttuurista muutosta, jota kokonaisvaltainen kestävä kehitys velvoittaa toteutuakseen. Agenda2030-toimintaohjelma sisältää muun muassa koulutuksen, osaamisen, tutkimus- ja innovaatiotoiminnan, kulttuurin sekä nuorten osallisuuden ja liikunnan kehittämistä koskevia tavoitteita. Näiden tavoitteiden toteutuminen on avainasemassa Agenda2030:n tavoitteiden saavuttamiseksi, sillä niiden kautta uudistetaan yhteiskuntaa ja luodaan edellytyksiä ihmisten hyvinvoinnille sekä mahdollisesta kestävästä kehityksestä mukainen toiminta. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020, 5.)

## **4.2 Ympäristöohjelmia- ja sertifikaatteja**

Erilaisia ympäristöohjelmia ja -sertifikaatteja on tarjolla Suomessa laajasti palvelemaan eri toimialojen ja organisaation tarpeita ympäristötyön koordinoinnissa ja johtamisessa (WWF s.a.) sekä käytäntöjen yhdenmukaistamisessa (Hyrskke ym. 2020, 180). Organisaatioiden on tärkeää valita omaan toimintaan sopivat toimintaohjelmat ja viitekehykset, joihin on tarpeen sitoutua. Suomessa ammattikorkeakoulujen kestävä kehityksen toimintaa koordinoivan Arenen kestävä kehitys- ja vastuullisuusohjelma pohjautuu YK:n kestävä kehityksen toimintaohjelmaan sekä opetus- ja kulttuuriministeriön kestävä kehityksen linjaukseen. Arenen ohjelman yhtenä tavoitteena on ammattikorkeakoulujen hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä ja siihen ovat sitoutuneet kaikki Suomen 24 ammattikorkeakoulua. Ammattikorkeakoulut sitoutuvat pienentämään hiilijalanjälkeään sekä kasvattamaan hiilikädenjälkeään.

Ammattikorkeakoulujen tehtävänä on tuottaa osaamista ja osaajia tukemaan yhteiskunnan sekä työ- ja elinkeinoelämän kestävä ja vastuullista tulevaisuutta. Kädenjäljellä tarkoitetaan tässä yhteydessä ammattikorkeakoulujen tuottamaa vaikuttavuutta yhteiskunnan hiilineutraaliuden edistämiseksi, joka syntyy niissä tehtävän koulutuksen sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan tuottamasta osaamisesta ja ratkaisuista. Jalanjäljellä tarkoitetaan päästövähennystoimia, joita ammattikorkeakoulut sitoutuvat toteuttamaan hiilineutraaliuden saavuttamiseksi. Korkeakouluissa seurataan hiilijalanjäljen kehittymistä, asetetaan tavoitteita päästöjen vähentämiseksi ja kehitetään keinoja, kuten



hiilinieluja ja uusiutuvan energian tuotantoa hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamiseksi ja ilmastopositiivisuuden edistämiseksi. Vuosittain lasketaan ja raportoidaan hiilijalanjälki yhtenäiseen laskentamalliin perustuen, jolla mahdollistetaan muun muassa tulosten vertailukelpoisuus ja yhteinen kehittämistoiminta. (Arene ry 2020.)

Ympäristöjärjestö WWF on perustanut vuonna 2002 Green Office - ympäristöjärjestelmän yritysten, julkishallinnon ja muiden toimijoiden tueksi vaikuttavien toimenpiteiden aikaansaamiseen toimistojen energian- ja vedenkulutuksen, hankintojen, kierrätyksen, lajittelun ja siivouksen, liikkumisen sekä henkilöstön ruokailun ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Green Office -verkostossa on jo yli 170 organisaatiota ja yritystä eri toimialoilta, jotka Green Officen ympäristöohjelmaan sisältyvien konkreettisten toimenpiteiden avulla toteuttavat YK:n kestävän kehityksen tavoitteita. (WWF s.a.)

Joutsenmerkki, LEED ja BREEAM ovat esimerkkejä erilaisista ympäristösertifikaateista. Edellä mainituista jälkimmäiset ovat erityisesti kiinteistöihin liittyviä ympäristösertifikaatteja, mutta esimerkiksi eri tuotteille ja palveluille myönnettävä Joutsenmerkki voidaan antaa myös rakennukselle tiettyjen kriteerien toteutuessa. LEED-sertifiointi edellyttää, että rakennus täyttää sijaintiin sekä energian-, veden- ja materiaalien kulutukseen liittyvät vähimmäisvaatimukset koko elinkaaren ajan. BREEAM-sertifikaatin voi saada, mikäli rakennuksen saamat pisteet esimerkiksi johtamisen, energian- ja vedenkulutuksen, käytettyjen materiaalien, maankäytön ja liikenteen ympäristövaikutusten osalta yltyvät riittävälle tasolle. Joutsenmerkitty kiinteistö edellyttää sitä, että rakennus on ympäristöystävällinen koko sen elinkaaren ajan. Vaatimuksia on asetettu muun muassa energiankulutukselle, käytetyille rakennusmateriaaleille, rakennusprosessille sekä rakennuksen sisäilman laadulle. (WWF s.a.; Hyske ym. 2020, 180.)

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun seitsemästä ravintolasta kolmella – nämä ovat Ravintola Talli, DeXi ja Kasarmina – on Joutsenmerkki. Joutsenmerkki kertoo siitä, että näissä ravintoloissa toimitaan kestävän kehityksen periaatteita noudattaen ja elinkaarimallin mukaisesti. Joutsenmerkityissä ravintoloissa raaka-ainevalintoihin vaikuttavat muun

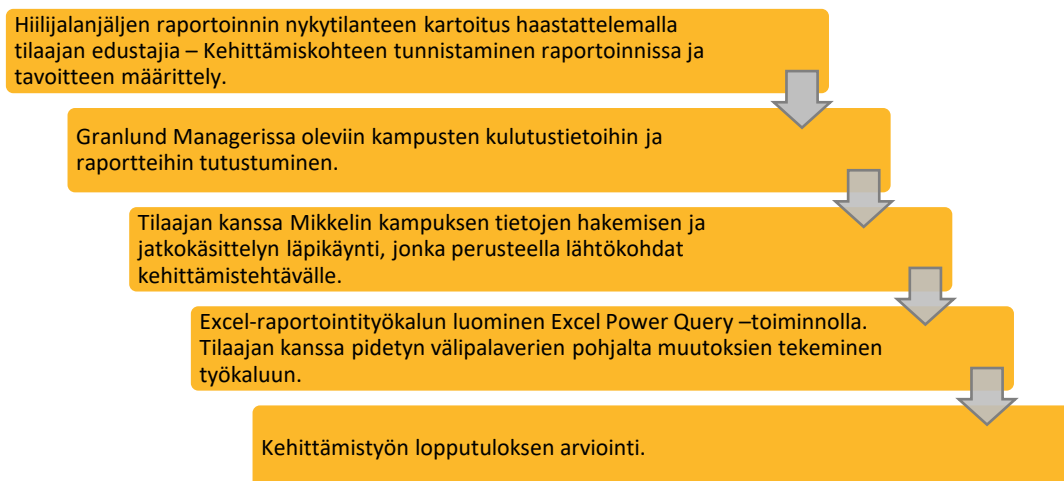
muassa kotimaisuus, lähituotanto, jäljitettävyys ja tuoreus. (Mentula 2020.) Ravintoloiden Joutsenmerkkikriteereihin kuuluvat myös veden- ja energiankulutuksen huomioiminen sekä tehokas roskien lajittelu kierrätyksen ja luonnonvarojen varmistamiseksi (Ympäristömerkintä Suomi Oy s.a.).

Edeltävissä luvuissa on käsitelty KIRA-alan toimintojen vaikutuksia ilmastolle ja toimialan roolia ilmastomuutoksen torjumisessa. Kuten edellä on esitetty, ilmastomuutoksen torjuminen edellyttää tietoa hiilidioksidipäästöjen suuruudesta ja siitä, mitkä toimenpiteet pienentävät päästöjä. Hiilijalanjäljen mittaamiseen kehitetyt yhteiset toimintatavat edesauttavat vertailukelpoisten mittaustulosten saantia ja toimenpiteiden vaikuttavuuden seurantaan. Hiilijalanjäljen raportointi on keskeinen keino pysyä kartalla kiinteistöjen kulutuksesta ja niiden ympäristövaikutuksesta ja seurata hiilijalanjäljen pienentämistavoitteiden edistymistä.

## **5 KEHITTÄMISTYÖN PROSESSI**

### **5.1 Hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilan kartoitus**

Kehittämistyö lähti liikkeelle (kuva 5) haastatteleamalla toimeksiantajan edustajia Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulujen kampuskiinteistöjen hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilasta. Xamk kiinteistöpalveluista haastatteluun osallistuivat kiinteistöpäällikkö ja kiinteistöinsinööri, joiden työnkuvaan kuuluu myös Xamkin neljän kampuksen hiilijalanjäljestä raportointi kahdesti vuodessa. Toinen heistä huolehtii Kotkan ja Kouvolan kampusten ja toinen Savonlinnan ja Mikkelin kampusten hiilijalanjäljen raportoinnissa tarvittavien tietojen hankinnasta ja hallinnasta. (Kotola & Tilaeus 2022.)

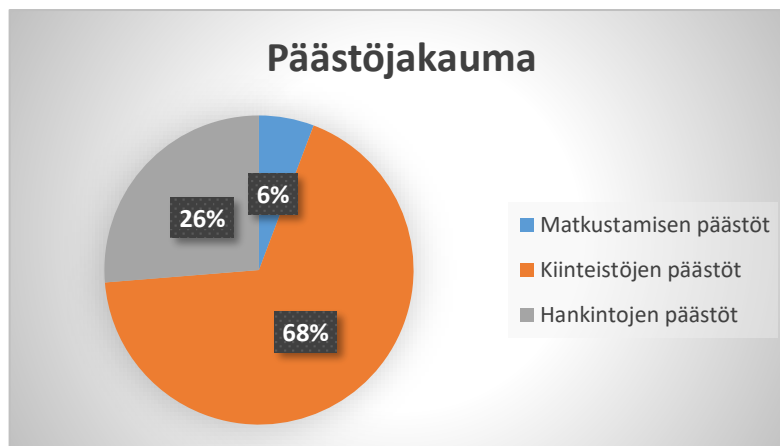


Kuva 5. Kehittämistyön prosessi

Haastattelu käytiin Microsoft Teamsin välityksellä 4.3.2022, ja tällöin haastateltavilta selvitettiin, mitä kaikkea ja mistä lähteistä dataa hiilijalanjälkeen liittyen kerätään, miten data kerätään ja missä muodossa sitä säilytetään, miten dataa käsitellään ja analysoidaan tai hyödynnetäänkö sitä päätöksenteossa. Lisäksi selvitettiin, minkälaista raportointia tehdään, seurataanko tiettyjä tunnuslukuja ja mittareita ja onko niille asetettu jotain tavoitteita sekä mitä puutteita tai heikkouksia datassa, sen analysoinnissa ja raportoinnissa on.

Xamk kiinteistöpalvelut raportoivat vuosittain hiilijalanjälkeen liittyvistä tiedoista WWF:n Green Office -ympäristöjärjestelmän, ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n kestävä kehitys ja vastuullisuus -ohjelman sekä Joutsenmerkin puitteissa. Arenen kestävä kehitys ja vastuullisuus -ohjelmaa varten raportoidaan Xamkin käytössä olevien kiinteistöjen ja tilojen energian- ja vedenkulutukset ja päästöt, kiinteistönhoitoon ja ylläpitoon liittyvät kustannukset ja päästöt, henkilökunnan matkustamiseen liittyvät kilometrit ja päästöt sekä hankintoihin liittyvät kustannukset ja päästöt. Toimeksiantajalta saatiin Arenelle lähetetty raportti vuoden 2020 kulutuksista. Vuonna 2020 Xamkin kokonaispäästöt olivat 1999,0 tonnia (tCO<sub>2</sub>) hiilidioksidipäästöjä (kuva 6). (Kotola & Tilaeus 2022.) Päästölukeman suuruutta auttaa hahmottamaan sen suhteuttaminen helposti ymmärrettävään arkiseen asiaan, kuten sähkösaunan lämmittämiseen. Xamkin kahden tuhannen tonnin hiilidioksidipäästö vastaa 425 500,5 kertaa sähkösaunan lämmittämistä. (OpenCO2.net s.a.) Xamkin kokonaispäästöistä 68 % muodostuivat kiinteistöihin ja tiloihin kohdistuvista päästöistä. Kiinteistöjen

ympäristövaikutuksista suurin painoarvo oli niiden lämmityksellä, jonka osuus kokonaispäästöistä oli 56 %. Vihreän sähkön käytön ansiosta Xamkin sähkönkulutus on päästötöntä. (Kotola & Tilaeus 2022.)



Kuva 6. Xamkin toiminnan päästöjakauma (Xamk kiinteistöpalvelut 2022)

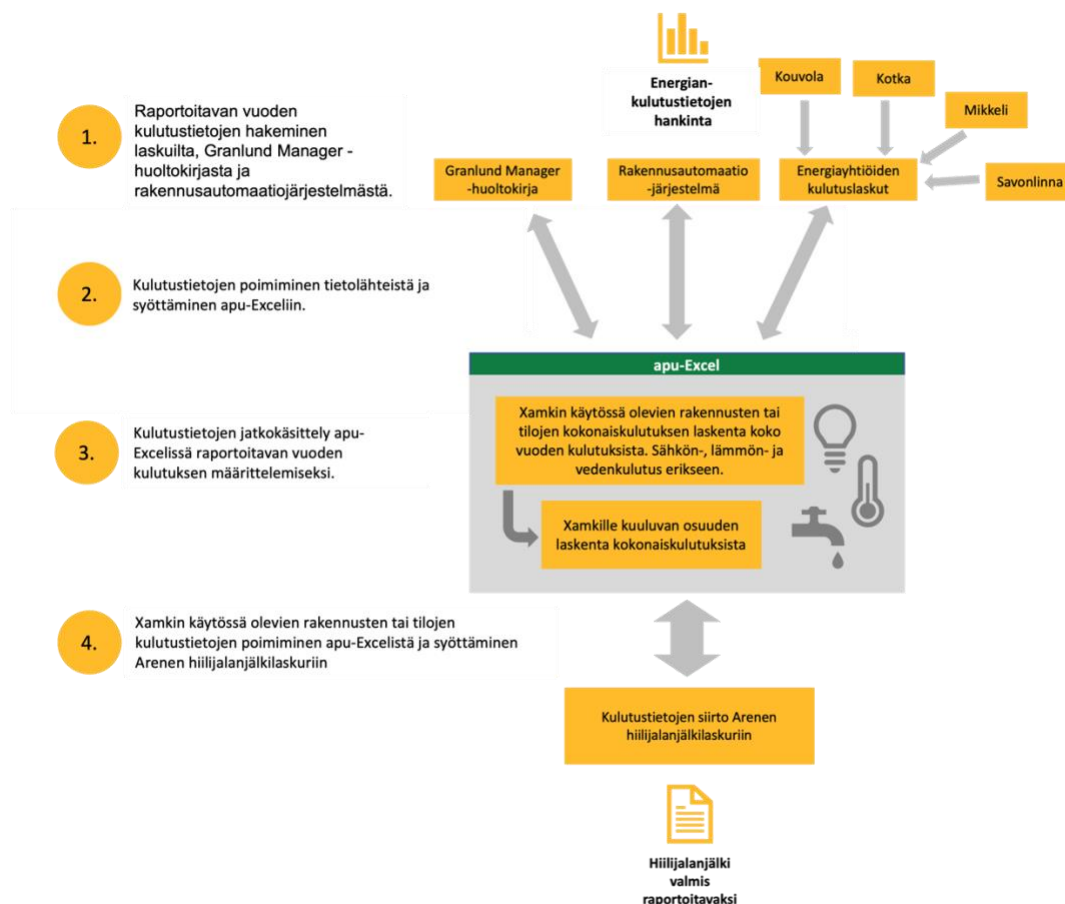
Green Office -ympäristöohjelmaan liittyen raportoidaan samoja tietoja kuin Arenelle. Lisäksi Green Officen ympäristöohjelmaan sisältyy konkreettisten toimenpiteiden valitseminen, joita lähdetään toteuttamaan kampuskiinteistöillä. Kunkin toimenpiteen vaikutuksia mitataan ja kullekin toimenpiteelle asetetaan konkreettinen tavoite, joka saavutetaan, kun siihen liittyvät kriteerit täyttyvät. (Kotola & Tilaeus 2022.) Tästä aiheesta puhutaan lisää luvussa 5.1.2.

Kiinteistöpalvelut raportoivat Joutsenmerkille ravintoloiden energian, veden, elintarvikkeiden, jätteiden, kemikaalien ja hankintojen osalta. (Kotola & Tilaeus 2022.)

### 5.1.1 Tietolähteet ja tietojen käsittely

Green Officelle, Arenelle ja Joutsenmerkille raportoitavia tietoja kerääntyy useisiin eri lähteisiin. Euromääräiset kustannustiedot saadaan kustannusseuranta- ja laskutusjärjestelmästä. Euromääräiset tiedot, kuten ylläpitoon, korjauksiin ja siivouksiin liittyvät kustannukset, saa syötettyä pääosin vaivatta Arenen hiilijalanjälkilaskuriin talousjärjestelmissä tehtyjen tilitarkennusten ansiosta. Kun kiinteistöjen jätehuolto, siivous ja korjaukset sekä muut ylläpidon toimenpiteet ovat omilla tileillään, ei tarvitse perata näihin kuuluvia laskuja koko vuodelta, vaan euromääräiset tiedot saa kätevästi ulos. Kampusten energiankulutustietoja haetaan osittain selainpohjaisesta Granlund Manager -huoltokirjasta, rakennusautomaatiojärjestelmän

mittarilukemista sekä energiayhtiöiden laskuilla olevista kuukausittaisista kulutuslukemista. Energiayhtiöitä on yhtä monta kuin kampuksia. (Kotola & Tilaeus 2022.) Kuvassa 7 on havainnoitu kampusten energiankulutuksen hiilijalanjäljen raportointiprosessia lähtötilanteessa.



Kuva 7. Energiankulustietojen hiilijalanjäljen raportointi lähtötilanteessa

Kiinteistöinsinööri ja -päällikkö hakevat vastuukampustensa raportoitavan vuoden kulustiedot manuaalisesti edellä mainituista tietolähteistä. Toinen hoitaa raportoinnin Kymenlaakson kampusten (Kotka ja Kouvola) osalta ja toinen Etelä-Savon kampusten (Savonlinna ja Mikkeli) osalta. Mikkelin kampuksen kiinteistöjen osalta energian- ja vedenkulutuksen kokonaiskulutuslukemat haetaan energiayhtiöiden laskuilta tai rakennusautomaatiojärjestelmän mittarilukemista. Savonlinnan kampuksen ja kampuksen käytössä olevan Teknologiaapuiston toisen kohteen kulustiedot saadaan Granlund Manager -huoltokirjajärjestelmään syötettyjen tietojen avulla, laskuilta tai rakennusautomaation mittarilukemista. Teknologiaapuistoon kuuluvan Kuitulaboratorion kulustiedot saadaan erillisenä PDF-raporttina vuokranantajalta. Kotkan ja Kouvolan kampuksen energiankulustiedot

haetaan Granlund Manager -huoltokirjasta tai laskuilta. Kotkan kampus on Granlund Managerissa Kyamkin tietokannassa, mutta vuonna 2024 valmistuva uusi kampus tullaan siirtämään Xamkin tietokantaan. (Kotola & Tilaeus 2022.)

Kiinteistöinsinööri ja -päällikkö ovat käyttäneet omia apu-Excelit, joihin Granlund Manager -huoltokirjasta, laskuilta tai rakennusautomaatiosta poimitut kulutuslukemat on syötetty jatkokäsittelyä varten. Excelit on tallennettu yhteisessä käytössä olevaan OneDrive-kansioon. Eniten käsittelyä Xamkille kuuluvan kulutuksen laskemiseksi ovat vaatineet Mikkelin kampuksen energiankulutustiedot. Kuvassa 8 on havainnollistettu Excel-tiedosto, jossa Mikkelin ja Savonlinnan kampusten sekä Savonlinnan teknologiapuiston sähkön-, lämmön- ja vedenkulutukset on laskettu. Mikkelin kampuksella noin 70 % tiloista on Xamkin vuokraamia ja loput on vuokrattu muille tahoille. Kulustietojen laskennassa tulee huomioida, että yksi kulutusmittari saattaa sisältää useamman eri tilan ja rakennuksen kulutuksen. Niissä rakennuksissa tai tiloissa, joissa ei ole tehty alamittausta, kokonaiskulutustiedoista on laskettu Xamkille kuuluva sähkön-, lämmön- ja vedenkulutus vuokrattujen neliöiden mukaan määritellyillä arvioprosenteilla. Savonlinnan kampuksen eri kulutuslajien kokonaiskulutuksesta on vähennetty yhden Xamkin käyttöön kuulumattoman rakennuksen kulutus. (Kotola & Tilaeus 2022.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Summa	Xamk osuus	Kulutus
M	149201	133063	147 251,00	152529	166413	194914	206 114,00	181587	157965	161 687,00	157751,66	150495	1958970,66	89,62 %	1755,63
KV-asunnot Nuijam.					3									3	0,003
E	187402	175124	177 187,00	155839	156671	160874	154158	161588	170 405,00	182714	197627	188037	2067626	100,00 %	2041381
KV-asunto Kasaminkatu	22	19	29	6	11	17	50		62	10		22	248	100,00 %	248
U	53456	49457	49 713,00	41590	46804	53654	60129	57098	58996	56721	54616	56164	638398	4,00 %	25535,92
															3823197
															3823,197
Kutu 3	9426,14	8068,06	9429,72	8787,56	8609,11	9800,05	10158,84	9089,68	8 931,40	6278,43	6454,46	7896,68	102930,13	100,00 %	102930,1
Savonlinna	71418,62	60337,94	68105,74	44339,68	44052,2	32964,53	34609,55	47292,18	51 481,11	52 155,24	71323,03	77666,49	655746,31	100,00 %	655746,3
Kutu 1	7377,77	6669,93	7127,88	7172,91	7415,14	6877,26	5118,87	9923,84	13063,62	11969,85	7 394,62	9873,02	99984,11		
Kutu 1	18848,51	17367,62	18920,7	15977,75	14041,95	15086,47	14903,45	14358,84	14348,67	16238,55	18689,13	20266,18	199047,82		
													299031,93		
Savonlinnan yritystilat laskusta															
3K	31.12.2021	31.12.2020													
	901 603	886 271		15 332	8K3										
	12 357	11 973	kerroin 80		30 720	MX 13.1									
	103 327	103 209		118	Ladontakone	Ensimmäinen lukema 31.10.2019									
				46 170											

Kuva 8. Apu-Excel Savonlinnan ja Mikkelin kampusten Xamkin kulutusosuuden laskentaan

Apu-Excel-tiedostossa on tehty useilla välilehdillä laskelmia. Veden-, sähkön- ja lämmönkulutuksen laskentaan on omat välilehdet. Esimerkiksi Lämpö-välilehdelle on poimittu käytössä olevien rakennusten raportoitavan vuoden kuukausittaiset kulutustiedot, joista on laskettu kullekin rakennukselle kokonaiskulutus ja Xamkille kuuluva osuus, tai on poimittu laskuilta raportoitavan vuoden joulukuun kulutuslukema ja edellisen vuoden joulukuun kulutuslukema, joista on laskettu raportoitavan vuoden kokonaiskulutus. Muilla välilehdillä on tehty samantyyppisesti laskelmia. Koonti-välilehdellä on taulukko, johon on poimittu Mikkelin ja Savonlinnan kampusten sekä Savonlinnan Teknologiapuiston kohteiden kulutustiedot. Tästä Excelistä kulutustiedot on siirretty manuaalisesti Arenelta saatuun Excel-pohjaiseen hiilijalanjälkilaskuriin, jossa kulutustietojen ja kertoimien avulla on laskettu hiilijalanjälki suhteessa kiinteistön kokoon. Arenen hiilijalanjälkilaskurin avulla on raportoitu hiilijalanjälkiluvut Green Officelle keväällä ja myöhemmin syksyllä Excel-raportti on lähetetty Arenelle. (Kotola & Tilaeus 2022.)

### **5.1.2 Mittaaminen ja seuranta**

Xamkin kiinteistöpalveluissa seurataan hiilijalanjälkeen liittyen erityisesti kiinteistöjen sähkön-, lämmön- ja vedenkulutusta. Varsinaisia tavoitearvoja ei ole asetettu, mutta pyritään siihen, että kulutusta saadaan laskemaan. Kulutusten seuranta ja vähentämistä ohjaa Arenen kestävän kehityksen ohjelma ja tavoite hiilineutraaleista ammattikorkeakouluista. Käytännössä tavoitteena on saada painettua päästöt nolnaan erilaisilla toimenpiteillä ja kompensatioilla vuoteen 2030 mennessä. Kulutusta pyritään vähentämään esimerkiksi vaihtamalla valaisimia pienkulutuksisiin LED-valaisimiin aina valoja vaihtaessa. Yhtenä Green Officelle raportoitavana tavoitteena on ollut vähentää sähkönkulutusta viisi prosenttia. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Mikkelin kampuksella päätettiin kohdistaa tavoite tietylle, helposti mitattavalle ja todennettavalle alueelle, kampuksen liikuntasaliin. Ensin liikuntasalin valaistuksen sähkönkulutus mitattiin alkuperäisellä valaistuksella, jonka jälkeen valaistus vaihdettiin LED-valoiksi ja mittaus suoritettiin uudelleen. Mittauksista voitiin todeta yli viiden prosentin säästö liikuntasalin energiankulutuksessa. (Kotola & Tilaeus 2022.)

Vuoden vaihteen jälkeen tehtiin kaukolämmön optimointitoimenpide kaikilla kampuksilla – Kouvolassa, Mikkelissä, Savonlinnassa ja Kotkassa. Lämmönvaihtimiin lisättiin venttiili, joka hidastaa lämmönvaihtimen läpi virtaavaa veden määrää ja luovuttaa enemmän lämpöä lämmönvaihtimelle, jolloin saadaan samalla määrällä tehokkaammin hyödynnettyä veden lämpö. Kouvolan kampuksella on tammikuussa 2022 havaittu vuoden 2021 tammikuuhun verrattuna selvää laskua lämmönkulutuksessa. Lämmönkulutuksen reilu 20 % laskuun on osaltaan voinut vaikuttaa venttiilin lisäksi esimerkiksi leudommat lämpötilat edelliseen vuoteen verrattuna. Kaukolämmön optimoinnin lopulliset vaikutukset tullaan näkemään ajansaatossa. (Kotola & Tilaeus 2022.)

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa päästöjen vähentämisen lisäksi selvitetään ja toteutetaan tapoja kompensoida päästöjä. Kotkan uuteen kampukseen on suunnitteilla aurinkopaneeleja. Mikkelin kampuksella on aloitettu aurinkopaneelien hankinnan selvitystyö ja sinne ollaan lisäksi istuttamassa reilu 40 puuta. (Kotola & Tilaeus 2022.)

### **5.1.3 Hiilijalanjäljen raportoinnin haasteet**

Kiinteistöjen energiankulutustiedot löytyvät rakennusautomaatiojärjestelmästä, joka on integroitu Granlund Manager -huoltokirjajärjestelmään. Sinne tiedot ovat aiemmin siirtyneet automaattisesti. Osassa kiinteistöistä kiinteistöhuolto kirjaa kulutustiedot Granlund Manageriin. Rakennusautomaatiojärjestelmästä ei saa ulos raportteja, mutta Granlund Managerista rakennusten energiankulutustietoja olisi mahdollista saada ladattua Excel-raportteina käsiteltäväksi. Yhden suurimmista haasteista raportointiin toi rakennusautomaatioon tehty päivitys, jonka jälkeen tiedonsiirto näiden kahden järjestelmän välillä ei ole enää toiminut toivotulla tavalla, ja siirretyt tiedot ovat olleet epäluotettavia muun muassa niissä esiintyvien mittaluokka- ja kerroinvirheiden vuoksi. Pääasiassa Mikkelin kampuksen osalta tietojen siirto keskeytettiin kokonaan, sillä tietoihin ei ollut luottamista. Tietoja siirryttiin poimimaan sähköyhtiöiden laskuista, joissa sen oikeellisuuteen on voinut luottaa. (Kotola & Tilaeus 2022.)



Haasteen numero yksi tuottama lisähaaste on tietojen sijainti useissa eri lähteissä, joista niiden poimiminen manuaalisesti omaan Excel-tiedostoon ja laskelmien tekeminen raportointia varten vie paljon aikaa. Toimeksiantaja arvioi, että hiilijalanjäljen raportointi on kaikkineen päivän mittainen rupeama, jos taukoja ei huomioida. Kolmas hiilijalanjäljen raportoinnin haaste liittyy jätehuollon päästöjen laskentaan Green Officelle raportoitaessa. Arenelle jätemäärät raportoidaan euroissa, kun taas Green Officelle tonneissa. Green Officelle jätteiden päästötietojen laskemisessa haasteellista on ollut jäteyhtiöiden erilaiset toimintatavat. Biojäte punnitaan tyhjennyskertojen yhteydessä mutta muiden jätteiden kohdalla jäteastioiden tyhjennyskerrat lasketaan eikä jätteitä punnita. Punnitsemattomien jätteiden osalta jätteiden määrä arvioidaan keskiarvojen mukaan, ja päästöt lasketaan sen pohjalta. Raportoinnissa haasteellista on ollut saada suuruusluokaltaan yhteneväiset tiedot kokonaisjätemäärästä, kun niiden laskemiseenkaan ei ole yhtenäistä tapaa. (Kotola & Tilaeus 2022.)

Raportointiprosessi vaikuttaa monisäikeiseltä, ja kiinteistöpäällikkö ja -insinööri ovat sitä mieltä, että tuuraajan olisi hyvin haastavaa hypätä heidän saappaisiinsa tekemään raportointia. Yhtä lailla heidän olisi hankala tuurata toisiaan toisen vastuulla olevien kampusten Xamkin energiankulutusten laskennassa hiilijalanjäljen raportoimiseksi. Tietojen keruu on pitkälti kokemukseen perustuvaa, ja vuosien aikana on alettu oppia, mistä luotettavin tieto haetaan ja mikä on oikeanlainen suuruusluokka. Tietoja hankkiessa on opittu huomaamaan poikkeamia ja mahdollisia virheitä tiedoissa, jotka on otettu huomioon hiilijalanjäljen laskennassa. (Kotola & Tilaeus 2022.)

## **5.2 Hiilijalanjäljen raportoinnin kehittäminen**

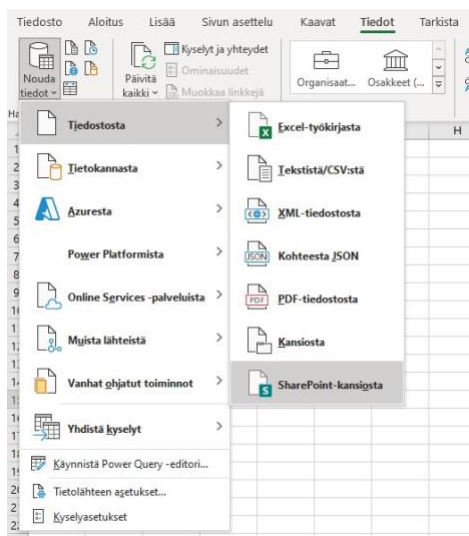
Xamkin kiinteistöpalvelujen kiinteistöpäällikköä ja kiinteistöinsinööriä haastateltaessa esille nousi monia haasteita, joista akuuteimpana tarve yhtenäistää energian- ja vedenkulutuksen raportointikäytäntöjä. Omien epäyhtenäisten Excel-pohjien tilalle toivottiin yhtä selkeää Excel-pohjaa, josta lopputulos olisi helppo raportoida. Lisäksi toivottiin, että tietojen keruuta sujuvoitettaisiin.

Raportoinnin kehittäminen aloitettiin selvittämällä, millaisia raportteja Granlund Managerista saa ladattua ulos, jota varten saatiin tunnukset järjestelmään. Järjestelmästä on mahdollista saada useita erilaisia Excel-raportteja, joista tässä kehittämistyössä potentiaalisimpia käytettäviä olivat kulutuslajien koontiraportti (liite 1) ja kulutustaulukkoraportti (liite 2). Yhteen kulutuslajien koontiraporttiin saa valittua kaikki tarvittavat kulutuslajit, jolloin tarvitsisi tallentaa yksi Excel-raportti kutakin kampusta kohden. Kulutuslajien koontiraportissa kampukseen kuuluvat rakennukset ovat omilla välilehdillään. Välilehtien rakenteissa oli jonkin verran eroja. Kulutustaulukkoraporttiin pystyy valita yhden kulutuslajin kerrallaan, jolloin raportteja tarvitsisi ladata kolme kutakin kampusta kohden. Kulutustaulukkoraportissa kaikki kampukseen kuuluvat rakennukset ovat samalla välilehdellä. Jälkimmäinen raportti valittiin käytettäväksi lähtötietoraportiksi, sillä se oli rakenteeltaan ja käsiteltävyydeltään yksinkertaisempi ja sisälsi tarpeelliset tiedot kampusten energiankulutuksen hiilijalanjäljen raportointiin.

Kehittämistyötä varten luotiin Xamk Hiilijalanjälki SharePoint-ryhmä, jonne tallennettiin Granlund Managerista ladatut kulutustaulukkoraportit Excel-tiedostoina. Toimeksiantajan kanssa sovittiin, että kehittämistyön päätyttyä tiedot tullaan jatkossa tallentamaan heidän käyttämään jaettuun OneDrive-kansioon. Samaan kansioon tullaan myös tallentamaan Arenen hiilijalanjälkilaskuri sekä tässä kehittämistyössä tehty Excel-raportointityökalu. Yhtenäistä Excel-raportointityökalua varten ladattiin lämmön-, sähkön- ja vedenkulutuksen raportit jokaista kampusta kohden vuodelta 2021. Xamkin kiinteistöpäälliköltä saatiin Kotkan kampuksen kulutusraportit, jotka sijaitsevat Granlund Managerissa eri tietokannassa. Excel-tiedostot vietiin luodun SharePoint-ryhmän Energiat-kansiossa vuoden 2021 kansioon ja tiedostot nimettiin tietyllä tavalla kyselyiden tekemistä varten. Nimeen sisällytettiin kampuksen sijainti, kulutuslaji ja vuosi. Ensin ladatut Excel-tiedostot siivottiin ja yhdistettiin raportointiin soveltuvaan muotoon Excelin Power Query -toiminnolla.

Excelin Power Query on ilmainen työkalu, jonka avulla Exceliin voidaan hakea ja yhdistää tietoa useista eri lähteistä, kuten tiedostosta, kansioista, tietokannasta tai verkkosivulta (Microsoft 2022). Tässä kehittämistyössä kulutustiedot noudettiin SharePoint-kansiosta (kuva 9). Power Query -

kyselyeditorilla tietoihin voi tehdä monipuolisesti erilaisia muokkauksia ja muunnoksia, kuten poistaa sarakkeita tai rivejä, luoda uusia sarakkeita, muuttaa sarakkeen tietotyyppin, suodattaa rivejä jonkin ehdon mukaan tai yhdistää kyselyitä. Tehtyjen muokkausoperaatioiden jälkeen tiedot voidaan ladata Excel-taulukkoon esimerkiksi raportointia varten. Power Query tallentaa kaikki tehdyt muokkaukset vaiheina, joita voi tarkastella ja muokata jälkepäin. Kun kysely päivitetään, tallennetut muokkaustoimenpiteet suoritetaan automaattisesti ja taulukossa on saatavilla ajan tasalla olevat tiedot. (Microsoft 2022.)



Kuva 9. Käytettävissä olevia tietolähteitä Excelin Power Queryssä

Excel-raportointityökalussa lähtötietoaineistojen yhdistäminen aloitettiin noutamalla kiinteistöjen kulutustiedot Xamk Hiilijalanjälki SharePoint-kansiosta sivuston URL-osoitteella. Kun yhteys oli luotu valittuun tietolähteeseen, Power Query avasi esikatselun kansion sisällöstä (kuva 10) ja tarjosi etenemiselle eri vaihtoehtoja, joista valittiin 'Muunna tiedot'.

https://ksamk.sharepoint.com/sites/XamkHiilijalanjalki

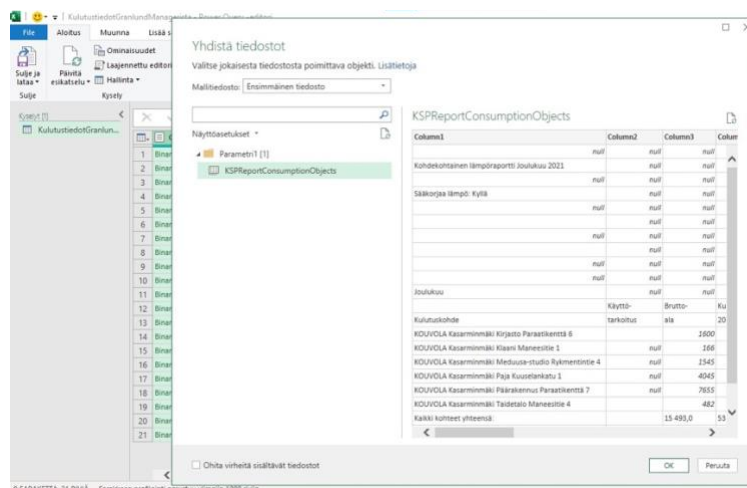
Content	Name	Extension	Date accessed	Date modified	Date created	Attributes
Binary	Kouvola_Lämpö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.21.56	05/04/2022 13.44.17	Record https://ksam
Binary	Kouvola_Sähkö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.21.34	05/04/2022 13.44.18	Record https://ksam
Binary	Kouvola_Vesi_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.23.53	05/04/2022 13.44.19	Record https://ksam
Binary	Mikkeli_Lämpö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.17.10	05/04/2022 13.44.21	Record https://ksam
Binary	Mikkeli_Sähkö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.18.03	05/04/2022 13.44.22	Record https://ksam
Binary	Mikkeli_Vesi_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.18.40	05/04/2022 13.44.23	Record https://ksam
Binary	Savonlinna_Lämpö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.15.58	05/04/2022 13.44.24	Record https://ksam
Binary	Savonlinna_Sähkö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.16.20	05/04/2022 13.44.26	Record https://ksam
Binary	Savonlinna_Vesi_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 15.15.09	05/04/2022 13.44.26	Record https://ksam
Binary	Savonlinna2_Lämpö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 14.56.33	07/04/2022 14.56.33	Record https://ksam
Binary	Savonlinna2_Vesi_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 14.58.16	07/04/2022 14.58.16	Record https://ksam
Binary	Savonlinna2_Sähkö_2021.xlsx	.xlsx	null	07/04/2022 14.59.29	07/04/2022 14.59.29	Record https://ksam
Binary	Kotka_Sähkö_2021.xlsx	.xlsx	null	14/04/2022 13.24.44	14/04/2022 13.24.44	Record https://ksam
Binary	Kotka_Vesi_2021.xlsx	.xlsx	null	14/04/2022 13.24.44	14/04/2022 13.24.44	Record https://ksam
Binary	Kotka_Lämpö_2021.xlsx	.xlsx	null	14/04/2022 13.24.44	14/04/2022 13.24.44	Record https://ksam
Binary	Raportointityökalu.xlsx	.xlsx	null	15/08/2022 7.22.27	29/05/2022 20.47.14	Record https://ksam
Binary	XAMK_2020_01112021_Hiilijalanjalki.xlsx	.xlsx	null	15/08/2022 7.21.07	29/05/2022 21.34.58	Record https://ksam
Binary	Kouvola_Sähkö_2022.xlsx	.xlsx	null	29/05/2022 21.44.21	29/05/2022 21.44.19	Record https://ksam
Binary	Kouvola_Lämpö_2022.xlsx	.xlsx	null	29/05/2022 21.42.57	29/05/2022 21.42.47	Record https://ksam
Binary	Kouvola_Vesi_2022.xlsx	.xlsx	null	29/05/2022 21.45.44	29/05/2022 21.45.43	Record https://ksam

Esikatselun tiedot on katkaistu kokorajoitusten vuoksi.

Yhdistä Lataa Muunna tiedot Peruuta

Kuva 10. Esikatselu Xamk Hiilijalanjalki SharePoint -kansion sisällöstä

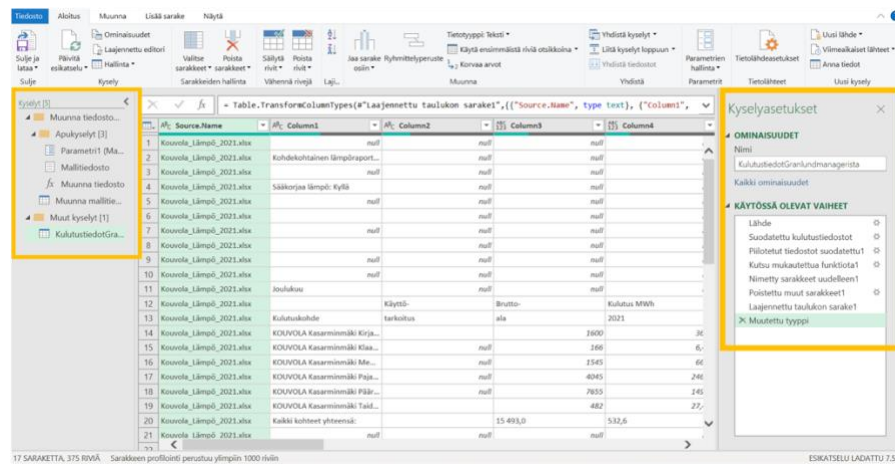
Muunna tiedot -painikkeesta avautui Power Queryn kyselyeditori, johon tietolähteessä olevat tiedostot oli tuotu, ja tietoja pääsi muokkaamaan ja muuntamaan monipuolisesti käyttökelpoiseen muotoon. Kyselyyn jätettiin ainoastaan ne tiedostot, jotka sisälsivät Xamkin kampusten kulutustietoja, ja muut suodatettiin pois. Tässä vaiheessa kukin tiedosto oli vielä omalla rivillään, ja tiedostojen sisältö ei ollut vielä nähtävillä. Tiedostojen sisältöihin pääsi käsiksi yhdistämällä ne Power Queryn Yhdistä tiedostot -toiminnolla (kuva 11), jossa valittiin mallitiedosto, jonka mukaan yhdistäminen tehtiin.



Kuva 11. Tiedostojen yhdistäminen Power Queryssä

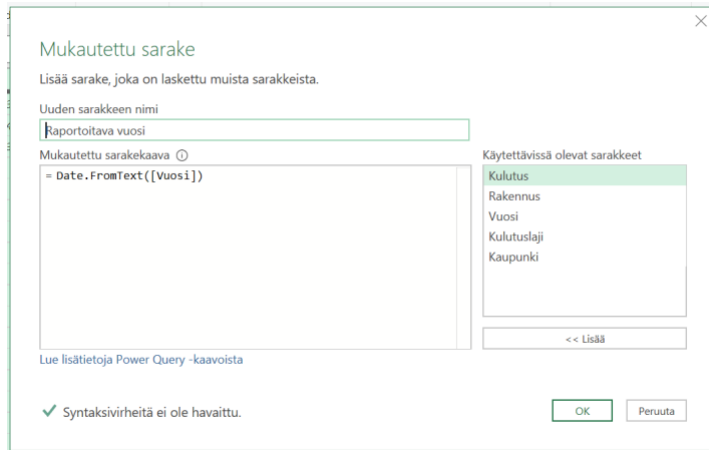
Alla olevasta kuvasta (kuva 12) on nähtävillä tilanne tiedostojen yhdistämisen jälkeen. Power Query on lisännyt automaattisesti editorin vasempaan laitaan apukyselyitä, jotka suorittivat tiedostojen yhdistäminen. Kyselyn vaiheet ovat

myös nähtävillä ja muokattavissa kyselyeditorin oikeassa laidassa. Keskellä editoria on yhdistettyjen tiedostojen sisältö riveineen ja sarakkeineen.



Kuva 12. Kyselyeditorin näkymä

Tiedostojen muuntamisen ja yhdistämisen jälkeen on paljon tyhjää riveillä ja sarakkeissa. Tässä vaiheessa sarakkeita on yhteensä 17 ja rivejä 375. Ensimmäiseen sarakkeeseen on tallentunut tieto siitä, minkä kampuksen ja minkä kulutuslajin tiedoista on kyse, ja toiseen sarakkeeseen tieto, mihin kampuksen rakennukseen kulutustieto liittyy. Seuraavaksi 'Source.Name'-sarake jaettiin kolmeen osaan Power Queryn Jaa sarake osiin -toimintoa käyttämällä, jolloin kaupunki, vuosi ja kulutuslaji erotettiin omiin sarakkeisiinsa. Tällä tavalla saatiin tallennettua, mitkä rivit kuuluvat millekin kampukselle ja kulutuskohteelle sekä miltä vuodelta tiedot ovat. Kun ylimääräiset sarakkeet poistettiin, seitsemästätoista sarakkeesta jäi jäljelle tarpeelliset viisi saraketta, jotka ovat kaupunki, kulutuslaji, vuosi, kulutus sekä kulutuskohte eli rakennus. Jäljelle jäävistä sarakkeista suodatettiin pois sellaiset rivit, jotka eivät sisältäneet kulutustietoja. Hiilijalanjälki raportoidaan vuosittain edellisen vuoden kulutuksista ja muista toiminnoista. Raportointityökaluun lisättiin mukautettu sarake (kuva 13), joka Vuosi-saraketta käyttäen muodostaa päivämäärän. Tätä saraketta käytettiin suodattamaan pois muut kuin edellisen vuoden, jolloin kulutustiedot ovat vain kyseiseltä raportoitavalta vuodelta. Alkutilanteen 375 rivistä jäi jäljelle 63 riviä.



Kuva 13. Mukautetun sarakkeen lisääminen Power Queryssä

Arenen hiilijalanjälkilaskuriin haetaan kampusten kulutustiedot tässä työssä laaditusta raportointityökalusta. Granlund Managerissa rakennusten nimien kirjoitusasu eroaa jonkin verran Arenelle lähetettävässä Excel-tiedostossa käytettävästä kirjoitusasusta. Power Queryssä kampuksiin kuuluvien rakennusten nimet muunnettiin vastaamaan Arenen hiilijalanjälkilaskurissa käytettäviä nimiä, jotta tietojen haku raportointityökalusta onnistuu.

Kaikkien muokkausoperaatioiden jälkeen Power Query -ohjelma suljettiin ja tiedot ladattiin Excel-raportointityökalun välilehdelle ”Tiedot Granlund Managerista”. Ensimmäiseen raportointityökalun versioon lisättiin ”Raportoitavat kulutustiedot” -välilehti (kuva 14) sitä varten, että taulukkoon syötettäisiin kulutustiedot niiden kiinteistöjen osalta, joista kulutustiedot eivät ole luotettavia tai saatavilla Granlund Managerista. Samalla välilehdellä myös laskettaisiin Mikkelin kampuksen kiinteistöjen kulutuksista Xamkille kuuluva osuus. Xamkin osuuden laskenta tapahtuisi kaavojen avulla automaattisesti kulutustietoja syöttäessä.

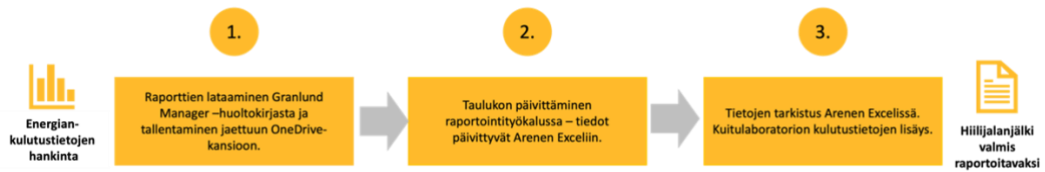
Kaupunki	Rakennus	Vuosi	Energia	12/2020 kulutusluku	12/2019 kulutusluku	Kokonaiskulutus	Xamkin osuus (%)	Xamkin kulutus
Kouvola	Kirjasto	2020	Lämmitys			165,54	100,00 %	165,54
Kouvola	Meduusa-studio	2020	Lämmitys			345,11	100,00 %	345,11
Kouvola	Paja	2020	Lämmitys			975,28	100,00 %	975,28
Kouvola	Päärakennus	2020	Lämmitys			702,59	100,00 %	702,59
Kouvola	Taidetalo	2020	Lämmitys			165,87	100,00 %	165,87
Mikkeli	A-Rakennus	2020	Lämmitys			-	27,68 %	29 070,10
Mikkeli	B-rakennus	2020	Lämmitys			-	3,78 %	3 974,11
Mikkeli	CDEX-rakennus	2020	Lämmitys			-	68,54 %	71 979,79
Mikkeli	E-rakennus	2020	Lämmitys	18 235,37	15 416,30	2 819,07	100,00 %	2 819,07
Mikkeli	J-rakennus	2020	Lämmitys	4 416,18	4 009,46	406,71	100,00 %	406,71
Mikkeli	K-rak Kirjasto	2020	Lämmitys	632,50	547,49	85,01	100,00 %	85,01
Mikkeli	M-rak Mikpoli	2020	Lämmitys	10 785,04	10 014,63	770,41	70,00 %	539,29
Mikkeli	O-rakennus	2020	Lämmitys	3 134,00	2 925,88	208,13	25,00 %	52,03
Mikkeli	P-rak Puupoli	2020	Lämmitys	5 817,78	5 433,49	384,29	71,00 %	272,85
Mikkeli	T-rakennus	2020	Lämmitys	2 716,46	2 355,60	360,86	100,00 %	360,86
Mikkeli	U-rak U2 Kuntosali	2020	Lämmitys	13 054,00	11 958,95	1 095,05	8,00 %	87,60
Savonlinna	Kuitu 3	2020	Lämmitys	939,75	670,50	269,26	100,00 %	269,26
Savonlinna	Savonniemen kampus	2020	Lämmitys	4 604,00	3 106,00	-	89 043,24	89 043,24

Kuva 14. Raportoitavat kulutustiedot -välilehti

Xamkin kiinteistöinsinöörin kanssa pidettiin 7.3.2022 palaveri, jossa käytiin läpi Mikkelin kampuksen kulutustietojen hakua ja jatkokäsittelyä, rakennusautomaatiossa olevia kulutusmittareita ja sieltä Granlund Managerin huoltokirjaan siirtyviä tietoja sekä huoltokirjasta saatavia raportteja. Palaverissa todettiin, että Granlund Managerin ja rakennusautomaation välinen integraatio olisi tärkeä laittaa kuntoon. Se helpottaisi huomattavasti hiilijalanjäljen raportointia, kun myös Mikkelin kohteista saisi haettua kulutuslukemat Excel-raportteina yhdestä paikasta. Lisäksi todettiin, että opinnäytetyössä keskitytään huoltokirjasta saatavien raporttien käsittelyyn Xamkin kulutustietojen raportointia varten sillä oletuksella, että integraatio on saatu toimimaan ja Mikkelin kampuksen kulutustiedot on saatavilla.

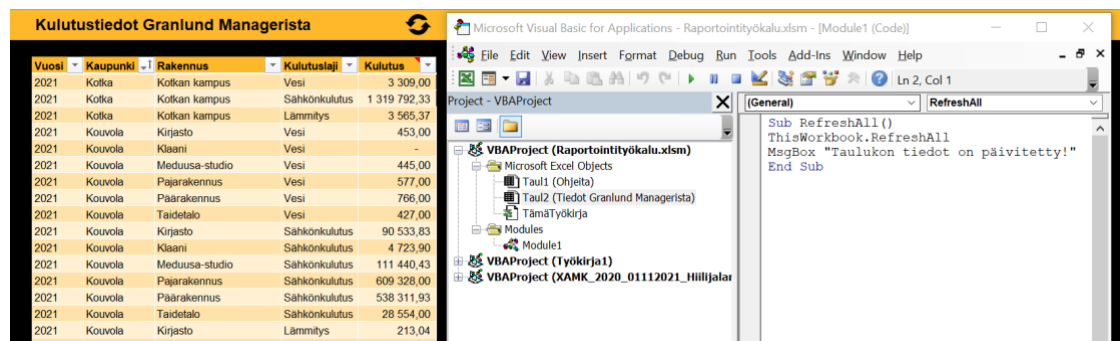
Projektin etenemisestä ja tehdystä Excel-raportointityökalusta pidettiin välipalaveri 5.4.2022 kiinteistöinsinöörin kanssa. Palaverissa päätettiin olla Granlund Manageriin yhteydessä siitä, olisiko järjestelmässä teknisesti mahdollista saada laskettua Mikkelin kampuksien Xamkille kuuluvat prosentiosuudet, jolloin kulutustietoihin ei tarvitsisi tehdä enää laskelmia myöhemmin. Granlund Managerilta saatiin myöntävä vastaus, ja näin ollen laadittua työkalua muokattiin niillä oletuksilla, että Granlund Managerissa on kaikista kampuksista saatavilla kulutustiedot ja Xamkin kulutusosuudet laskevat virtuaalimittarit toimivat. Raportointityökalusta poistettiin ”Raportoivat kulutustiedot” -välilehti, jossa oli tarkoitus laskea Xamkille kuuluvat osuudet ja syöttää kulutustiedot niiden tilojen osalta, joiden tietoja ei saisi Granlund Managerista.

Kaikkien muutosten jälkeen Excel-raportointityökaluun jäi välilehti, johon energian- ja vedenkulutuksen tiedot kootaan hiilijalanjäljen raportointia varten. Energiankulutustietojen hiilijalanjäljen raportointi on lähtötilanteeseen verrattuna sujuvampi ja suoraviivaisempi (kuva 15). Toimeksiantaja arvioi hiilijalanjäljen raportoinnin ottaneen vanhalla mallilla kokonaisen työpäivän ilman taukojen huomioimista. Uudella mallilla energiankulutuksen hiilijalanjäljen raportointiin odotetaan kuluvan vähemmän aikaa manuaalisen työn vähentyessä. Kulutustietoja ei tarvitse syöttää manuaalisesti useasta eri lähteestä ensin Apu-Exceliin ja siitä Arenen hiilijalanjätkilaskuriin, ja tällöin näppäilyvirheiden mahdollisuus on myös pienempi.



Kuva 15. Energiankulutustietojen hiihijalanjäljen raportointi kehittämistyön jälkeen

Raportointia tehdessä energian- ja vedenkulutustiedoista ladataan Granlund Managerista Excel-raportit, jotka lisätään OneDriveen raportoitavan vuoden kansioon. Raportointityökalun välilehdellä 'Kulutustiedot Granlund Managerista' päivitetään kysely, joka muokkaa ja muuntaa Excel-raportit automaattisesti ja kokoaa tiedot yhteen taulukkoon (liite 3). Välilehdelle lisättiin Excelin VBA (Visual Basic for Applications) -ohjelmoinnin avulla painike (kuva 16), jota painamalla kulutustietojen taulukko päivittyy automaattisesti uusilla tiedoilla.



Kuva 16. Päivitä kaikki -kuvakkeeseen toiminnon lisääminen VBA-ohjelmoinnin avulla

Raportointityökalusta kulutustiedot siirtyvät Arenen hiihijalanjälkilaskuriin sinne lisättyjen funktioiden avulla. Xamkin käytössä olevien rakennusten ja tilojen kulutustiedot saadaan edellä kuvatulla tavalla raportoitavaksi. Ainoastaan Savonlinnan kampuksen käytössä olevan Kuitulaboratorion kulutustiedot lisätään Arenen hiihijalanjälkilaskuriin manuaalisesti. Raportointityökaluun lisättiin myös Ohjeita-välilehti (liite 4), johon kirjattiin vaiheet kulutustietojen päivitykseen Arenen hiihijalanjälkilaskurissa sekä kulutustiedoissa huomioitavia asioita.

Vaikka raportointityökalua ei ole otettu vielä käyttöön, toimeksiantajan mukaan se on hyödyttänyt siinä, että he hahmottavat itse selkeämmin, mistä raportoitavat kulutustiedot saadaan ja miten tietoja tulee käsitellä, että raportoitavat lukemat saadaan ulos. He kokevat myös hyödylliseksi sen, että



raportointityökalun avulla voi helpommin vertailla eri kampusten ja rakennusten kulutustietoja keskenään ja hahmottaa mahdollisia poikkeamia. Toimeksiantaja on kokenut tästä kehittämistyöstä hyötyä olemassa olevien järjestelmien ja niiden mittarien luotettavuuden kehittämiseen.

Excel-raportointityökalun lopullinen tarkoituksenmukaisuus ja hyöty selviävät siinä vaiheessa, kun se otetaan käyttöön. Toimeksiantaja on ryhtynyt työstämään Granlund Manageriin ja rakennusautomaatioon tehtäviä muutoksia yhdessä järjestelmätoimittajien kanssa ja arvioi, että työkalu on mahdollista ottaa käyttöön aikaisintaan vuonna 2024 raportoitaessa vuoden 2023 hiilijalanjälkeä. Ensin tarvitsee tarvittavien järjestelmien välisten yhteyksien sekä mittareiden olla kunnossa, että voidaan alkaa saamaan oikeanlaisia ja luotettavia mittaustuloksia kiinteistöjen kulutuksista.

## **6 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Tämän kehittämistyön tarkoituksena on ollut kehittää Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun kampuskiinteistöjen hiilijalanjäljen raportointia, ja tavoitteena on ollut laatia työkalu sen helpottamiseen. Työn alussa on käsitelty kiinteistötoimialan roolia yhteiskunnassa, kiinteistöjen ympäristövaikutuksia ja hiilijalanjäljen muodostumista, jotka antavat lukijalle käsityksen siitä, mihin laajempaan kokonaisuuteen kehittämistyö linkittyy. Työn toteutusosassa on haastateltu Xamkin kiinteistöpalvelujen kiinteistöinsinööriä ja kiinteistöpäällikköä kampuskiinteistöjen hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilan kartoittamiseksi. Haastattelussa sekä myöhemmin työn edetessä esiin tulleiden tarpeiden pohjalta on laadittu yhtenäinen Excel-raportointityökalu käytettäväksi Xamkille kuuluvien tilojen energian- ja vedenkulutuksen hiilijalanjäljen raportoinnissa.

Hiilijalanjäljen raportoinnin nykytilasta haastateltaessa raportoinnin keskeisimmiksi haasteiksi osoittautuivat raportoinnissa tarvittavien kiinteistöjen energian- ja vedenkulutustietojen hajanaisuus useissa paikoissa sekä epäyhtenäiset raportointikäytänteet. Raportointiprosessi oli lähtötilanteessa monivaiheinen ja sisälsi paljon manuaalista tietojen poimintaa ja kirjaamista tietolähteistä Exceleihin Xamkin kulutuksen laskemiseksi sekä kulutusten syöttämistä manuaalisesti lopulliseen raportoitavaan Exceliin.

Raportointia tekevät olivat kehittäneet omat tapansa toimia päästäkseen parhaaseen lopputulokseen. Näistä syistä raportointiprosessi oli hyvin haasteellinen toisen tuuraamista tai henkilövaihdoksia ajatellen.

Kulutustietojen hajanaisuuden juurisyyksi selvisi rakennusautomaation ja Granlund Manager -huoltokirjajärjestelmän integraation välinen viallisuus, joka on pakottanut hakemaan Mikkelin kampuksen kulutustiedot laskuilta tai rakennusautomaatiojärjestelmästä. Haastattelussa saatujen tietojen pohjalta opinnäytetyössä on keskitytty kampusten kulutustietojen hiilijalanjäljen raportointikäytänteiden kehittämiseen.

Raportointikäytänteiden kehittämisessä laadittu Excel-raportointityökalu hyödyntää huoltokirjasta saatavia raporteja. Alkuperäisenä suunnitelmana oli, että laadittuun laskentapohjaan kootaan Excelin Power Queryn avulla kulutustiedot yhteen taulukkoon niistä tiloista, joista tiedot ovat saatavilla Granlund Managerissa. Mikkelin kampuksen kulutustiedot, jotka eivät ole saatavilla huoltokirjassa, syötettäisiin niille varatuille riveille. Suunnitelmana oli, että Xamkin kulutusosuuksien laskelmat tapahtuisivat automaattisesti funktioiden avulla tietoja syöttäessä. Alkuperäinen suunnitelma laskentapohjasta jalostui toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen myötä.

Olennessa osassa raportoitavien tietojen hankinnan helpottumisessa on rakennusautomaation ja Granlund Managerin välisen integraation kuntoon laittaminen, jota tämän opinnäytetyön tekeminen on edistänyt. Tietojen automaattisiirtyminen rakennusautomaatiojärjestelmästä Granlund Manageriin mahdollistaa sen, että Mikkelin kampuksen tilojen tietoja ei tarvitse poimia enää kulutuslaskuilta tai rakennusautomaation mittarilukemilta ja syöttää manuaalisesti raportointityökaluun. Lisäksi opinnäytetyön seurauksena toimeksiantajan saama ajatus laskennallisten virtuaalimittarien lisäämisestä Granlund Manageriin Xamkille kuuluvien kulutusosuuksien laskentaa varten tekee raportoinnista yksinkertaisempaa, kun raportointityökaluun koottuihin tietoihin ei tarvitse enää tehdä niitä laskelmia. Lopullinen raportointityökalu kokoaa Granlund Managerista saatavat kulutusraportit yhteen taulukkoon, josta ne siirtyvät luotujen yhteyksien avulla Arenen hiilijalanjälkilaskuriin raportointia varten.

Kehittämistyön tuotoksen tavoitteena on ollut helpottaa Xamkin kiinteistöpalvelujen tekemää hiilijalanjäljen raportointia. Siinä vaiheessa, kun raportointityökalu otetaan käyttöön, työkalulle asetetun tavoitteen toteutumisen edellytyksenä tehtävät toimenpiteet rakennusautomaatiossa ja Granlund Managerissa tulisi olla toteutettuna. Kun järjestelmissä on tarvittavat tiedot saatavilla ja niihin voi luottaa, raportointityökalu on käytännöllinen väline Xamkin kampusten energian- ja vedenkulutustietojen kokoamiseen ja hiilijalanjäljen raportointiin. Työkalu mahdollistaa nopeamman tietojen hakemisen, kun kulutustiedot voi tallentaa raporteina yhdestä paikasta sen sijaan, että niitä poimisi manuaalisesti useista eri paikoista. Työkalu mahdollistaa myös nopeamman kulutustietojen (tallennettujen raporttien) käsittelyn ja raportoitavan tiedon tallennuksen Arenen hiilijalanjälkilaskuriin manuaalisten työvaiheiden ollessa vähäiset. Työkalun Ohjeita-välilehdelle on kirjattu vaiheet kulutustietojen päivitykseen Arenen hiilijalanjälkilaskuriin raportointia varten. Ohjeiden avulla raportointi voi onnistua myös tuuraajalta, mikä oli raportoinnin lähtötilanteessa ongelmallista epäyhtenäisistä toimintatavoista johtuen.

Työkalun toimimisen ja sen tuottamien tulosten kannalta erittäin tärkeää on huoltokirjasta ladattujen tiedostojen nimeäminen annettujen ohjeiden mukaisesti sekä saman Arenen hiilijalanjälkilaskurin käyttäminen. Arenen hiilijalanjälkilaskurin ja raportointityökalun väliset yhteydet pysyvät kunnossa, mikäli Arenen hiilijalanjälkilaskurin rakenne pysyy samanlaisena. Mikäli Arenen sivuilta on ladattava uusi hiilijalanjälkilaskuri, tulee funktiot siirtää tuohon uuteen pohjaan.

Tämä kehittämistyö on vastannut yhteen Xamkin kampusten hiilijalanjäljen raportoinnissa ilmenneeseen haasteeseen. Raportoinnin nykytilaa kartoittaessa esille nousi kuitenkin kehittämistä vaativat jätehuollon päästöjen laskentaan liittyvät haasteet. Yhtenäiset laskentakäytännöt ja -ohjeet voisivat olla tarpeen luotettavien tulosten saamiseksi ja hiilineutraaliustavoitteen edistämiseksi tehtävien toimenpiteiden tulosten luotettavassa vertailussa ja seurannassa.

Tässä työssä laadittua raportointityökalua ei olla otettu vielä käyttöön opinnäytetyön prosessin päätyttyä, jolloin sen todellista soveltuvuutta toimeksiantajan käyttöön ja käyttökokemuksia ei ole selvitetty. Jatkossa voisi olla hyödyllistä selvittää työkalun käyttökokemuksia ja kehittää työkalua niiden ja kenties muuttuneiden tai uusien esille nousseiden tarpeiden pohjalta.

## LÄHTEET

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2020. Kestävä, vastuullinen ja hiilineutraali ammattikorkeakoulu. Ammattikorkeakoulujen kestävän kehityksen ja vastuullisuuden ohjelma. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/Kestävä%20vastuullinen%20ja%20hiilineutraali%20ammattikorkeakoulu.pdf?t=1606145574> [viitattu 30.4.2022].

Bionova Oy. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Ympäristöministeriön teettämä selvitys. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjäljen-huomioimiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC\\_4F20\\_43AB\\_AA62\\_A09DA890AE6D-129197.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjäljen-huomioimiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf) [viitattu 20.6.2022].

Burrows, V. & Black, M. 2021. WorldGBC Net Zero Carbon Buildings Commitment. Introduction: Businesses & Organisations. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/09/WorldGBC-NZCB-Commitment-Introduction-DG-Lite-2021\\_PUBLICATION.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/09/WorldGBC-NZCB-Commitment-Introduction-DG-Lite-2021_PUBLICATION.pdf) [viitattu 20.6.2022].

Energiatehokkuus-sopimukset s.a. Liity vastuullisten energiankäyttäjien joukkoon. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/liity-sopimukseen/> [viitattu 25.8.2022].

Energiateollisuus. 2020. Energia-alan vähähiilisyystiekartta. PDF-dokumentti. Päivitetty 19.1.2022. Saatavissa: [https://energia.fi/files/6691/Energia-alan\\_vahahiilisyystiekartta\\_paivitetty\\_1\\_2022.pdf](https://energia.fi/files/6691/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_paivitetty_1_2022.pdf) [viitattu 30.4.2022].

Euroopan parlamentti. 2019. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? WWW-dokumentti. Päivitetty 25.6.2021. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-mennessa> [viitattu 30.4.2022].

Harmaala, M.-M. & Jallinoja, N. 2012. Yritysvastuu ja menestyvä liiketoiminta. 1 painos. Helsinki: Talentum. E-kirja. Saatavissa: [https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.xamk.fi/teos/FAEBHXBTDG#kohta:YRITYSVASTUU\(\(20\)JA\(\(20\)MENE STYV\(\(c4\)\(\(20\)LIIKETOIMINTA\(\(20\)/piste:b0](https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.xamk.fi/teos/FAEBHXBTDG#kohta:YRITYSVASTUU((20)JA((20)MENE STYV((c4)((20)LIIKETOIMINTA((20)/piste:b0) [viitattu 4.5.2022].

Hyrskke, A., Lönnroth, M., Savilaakso, A. & Sievänen, R. 2020. Vastuullinen sijoittaja. Helsinki: Helsingin Kamari Oy. E-kirja. Saatavissa: <https://kauppakamaritieto-fi.ezproxy.xamk.fi/ammattikirjasto/teos/vastuullinen-sijoittaja-2020> [viitattu 4.5.2022].

Kaleva, H., Lahtinen, R., Sundbäck, L. & Niemi, J. 2011. Kiinteistöjen eko- ja energiatehokkuuden mittarit ja tunnusluvut. KTI Kiinteistötieto Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6jen-eko-ja-energiatehokkuuden-mittarit-ja-tunnusluvut.pdf> [viitattu 4.5.2022].

Kaleva, H., Lahtinen, R., Sundbäck, L. & Niemi, J. 2011. Kiinteistöjen eko- ja energiatehokkuuden mittarit ja tunnusluvut. KTI Kiinteistötieto Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6jen-eko-ja-energiatehokkuuden-mittarit-ja-tunnusluvut.pdf> [viitattu 4.5.2022].

Kotola, T. 2020. Kiinteistöpalvelut huomioi kampusten käyttäjien tarpeet. *Xamk next*. 11.6.2020. Verkkolehti. Saatavissa: <https://next.xamk.fi/vastuullisesti/kiinteistopalvelut-huomioi-kampusten-kayttajien-tarpeet/> [viitattu 17.6.2022].

Kotola, T. & Tilaeus, J. 2022. Xamk kiinteistöpalvelut. Haastattelu. 4.3.2022. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Kääriä, J., Laitinen, A. & Jänkälä, S. 2021. Hiilijalanjäljen laskentaohje ammattikorkeakouluille. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.arenen.fi/julkaisut/maat/arenen-hiilijalanjalkilaskuri/> [viitattu 4.5.2022].

Microsoft. 2022. About Power Query in Excel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://support.microsoft.com/en-us/office/about-power-query-in-excel-7104fbee-9e62-4cb9-a02e-5bfb1a6c536a> [viitattu 12.5.2022].

Mentula, M.-M. 2020. Joutsenmerkki ohjaa xamkin ravintoloiden toimintaa. *Xamk next*. 11.6.2020. Verkkolehti. Saatavissa: <https://next.xamk.fi/vastuullisesti/joutsenmerkki-ohjaa-xamkin-ravintoloiden-toimintaa/> [viitattu 17.6.2022].

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritakoski, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. Sanoma Pro Oy. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/book/978-952-63-2695-5> [viitattu 8.7.2022].

OpenCO2.net. s.a. Suhteuta päästöjäsi helposti ymmärrettäviin arkisiin asioihin CO2-muuntimella. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.openco2.net/fi/co2-muunnin> [viitattu 30.8.2022].

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2020. Opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalan kestävä kehityksen linjaus. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2020:9. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162183/OKM\\_2020\\_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162183/OKM_2020_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 30.4.2022].

Pasanen, P., Sipari, A., Terranova, E., Castro, R., Bruce-Hyrkäs, T. & Katasonova, A. 2018. The Embodied Carbon Review. Bionova Ltd. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://buildingtransparency-live-87c7ea3ad4714-809eeaa.divio-media.com/filer\\_public/a6/60/a6600a77-4255-4549-bbb7-09c7a7069c54/wc\\_am-embodiedcarbonreview2018pdf.pdf](https://buildingtransparency-live-87c7ea3ad4714-809eeaa.divio-media.com/filer_public/a6/60/a6600a77-4255-4549-bbb7-09c7a7069c54/wc_am-embodiedcarbonreview2018pdf.pdf) [viitattu 4.5.2022].

Raivio, T., Laine, A., Klimscheffskij, M., Heino, A. & Lehtomäki, J. 2020. Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyden tiekartta 2020–2035–2050. Gaia Consulting Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys\\_uudet/rt\\_4.-raportti\\_vahahiilisyden-tiekartta\\_lopullinen-versio\\_clean.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf) [viitattu 14.5.2022].

Rakennusteollisuus RT ry. 2020. Leijonanosa rakennetun ympäristön päästöistä aiheutuu kiinteistöjen lämmityksestä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2020/leijonanosa-rakennetun-ympariston-paastoista-aiheutuu-kiinteistojen-lammityksesta/> [viitattu 4.5.2022].

Rakennusteollisuus RT ry. s.a. Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/> [viitattu 4.5.2022].

Rekola, M. 2020. Miten suuri on rakennuksen hiilijalanjälki? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.senaatti.fi/tyoymparistot/inspiraatio/artikkeli/miten-suuri-on-rakennuksen-hiilijalanjalki/> [viitattu 4.5.2022].

ROTI. 2019. Rakennetun omaisuuden tila 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti\\_2019\\_raportti.pdf](https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf) [viitattu 14.5.2022].

Ruoho, E., Lindholm, M., Autelo, A., Bruce-Hyrkäs, T. & Tähtinen, L. 2022. Vapaaehtoiset kompensatiot kiinteistö- ja rakennusalalla. Building Council Finland. Granlund. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/02/Vapaaehtoiset-kompensatiot-kiinteisto-ja-rakennusalalla-FIGBC-2022.pdf> [viitattu 31.4.2022].

Ruuska, A., Jantunen, P. & Tähtinen, L. 2021. Kiinteistön hiilineutraali energiankäyttö. Ohje oman toiminnan arviointiin ja hiilineutraalisuusväittämän tekemiseen. Green Building Council Finland. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/09/Hiilineutraali-energiankäyttö\\_määritelmä-2021.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/09/Hiilineutraali-energiankäyttö_määritelmä-2021.pdf) [viitattu 15.6.2022].

Senaatti-kiinteistöt. 2020. Hiilijalanjälki rakennushankkeen ohjauksessa - case Suomalais-venäläinen koulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.senaatti.fi/app/uploads/2020/09/SVK-hiilijalanjalkiohjaus-hankkeessa\\_yhteenveto2.pdf](https://www.senaatti.fi/app/uploads/2020/09/SVK-hiilijalanjalkiohjaus-hankkeessa_yhteenveto2.pdf) [viitattu 7.5.2022].

Suomen YK-liitto. s.a. Logot ja SDG-kuvakkeet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ykliitto.fi/uutiset-media/logot-ja-sdg-kuvakkeet> [viitattu 30.4.2022].

Tähkänen, M. & Tähtinen, L. 2021. Katsaus kiinteistö- ja rakennusalan ilmastokestävyyden nykytilaan. Green Building Council Finland. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/04/Katsaus-kira-ilmastokestävyyden-nykytilaan-04-2021.pdf> [viitattu 10.6.2022].

Tähkänen, M. & Tähtinen, L. 2022. Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma. Green Building Council Finland. Toinen painos. 4.4.2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/04/BuildingLife-Hiilineutraalin-rakennetun-ympariston-toimintaohjelma-toinen-painos-4\\_2022.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/04/BuildingLife-Hiilineutraalin-rakennetun-ympariston-toimintaohjelma-toinen-painos-4_2022.pdf) [viitattu 15.6.2022].

United Nations. 2022. The Paris Agreement. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [viitattu 15.6.2022].

Valtioneuvoston kanslia. 2020. Kohti hiilineutraalia hyvinvointiyhteiskuntaa. Valtioneuvoston selonteko kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta Agenda2030:sta. Valioneuvoston kanslian julkaisuja 2020:7. Helsinki: 2020. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162475/VNK\\_2020\\_7.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162475/VNK_2020_7.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 26.6.2022].

Valtioneuvosto. s.a. "Suomella on hyvät mahdollisuudet kestävän kehityksen mukaiseen ekologiseen jälleenrakentamiseen". WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi> [viitattu 25.6.2022].

WWF. s.a. MIKÄ GREEN OFFICE? WWF Green Office on työkalu systemaattiseen ja tuloksekkaaseen ympäristöjohtamiseen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wwf.fi/greenoffice/mika-green-office/> [viitattu 30.4.2022].

Ilmastolaskurilla mittaat työpaikkasi hiilijalanjäljen. s.a. WWF. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmastolaskuri.fi> [viitattu 4.5.2022].

XAMK. s.a. Vastuullisuus Xamkissa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.xamk.fi/xamk/vastuullisuus/> [viitattu 10.6.2022].

Ympäristöhallinto. 2013. Kiinteistön ylläpito ja korjaaminen. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.8.2016. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/kiinteiston\\_yllapito\\_ja\\_korjaaminen](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen) [viitattu 10.6.2022].

Ympäristömerkkintä Suomi Oy. s.a. Joutsenmerkki. Ravintolat ja kongressikeskukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/110-ravintolat-ja-kongressikeskukset-1/> [viitattu 17.8.2022].

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM\\_2019\\_22\\_Rakennuksen\\_vahahiilisyyden\\_arviointimenetelma.pdf?sequence=](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyyden_arviointimenetelma.pdf?sequence=) [viitattu 26.6.2022].

Ympäristöministeriö. s.a. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://elinkaari-laskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus\\_rakennusten\\_elinkaariarviointiin.pdf](https://elinkaari-laskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf) [viitattu 15.6.2022].



## Esimerkki Granlund Managerin kulutuslajien koontiraportista

### Kulutuslajien koontiraportti

Suodatusehdot raportin lopussa



Lämpö [MWh] Säätökorjattu		KOUVOLA Kasarminmäki Kirjasto Paraatikkentä 6				
Aika	Kulutus	13-24 kk	% 13-24 kk	kWh/brm <sup>2</sup>	brm <sup>2</sup>	
2021	213,0	165,5	28,7	133,2	1 600,0	

Sähkö, Pätö [kWh]		KOUVOLA Kasarminmäki Kirjasto Paraatikkentä 6				
Aika	Kulutus	13-24 kk	% 13-24 kk	kWh/brm <sup>2</sup>	brm <sup>2</sup>	
2021	90 533,8	90 541,2	0,0	56,6	1 600,0	

Vesi [m <sup>3</sup> ]		KOUVOLA Kasarminmäki Kirjasto Paraatikkentä 6				
Aika	Kulutus	13-24 kk	% 13-24 kk	l/brm <sup>2</sup>	brm <sup>2</sup>	
2021	453,0	679,0	-33,3	283,1	1 600,0	

## Esimerkki Granlund Managerin kulutustaulukkoraportista

### Kohdekohtainen lämpöraportti Joulukuu 2021

Sääkorjaa lämpö: Kyllä



Kulutuskohte	Käyttö- tarkoitus	Brutto- ala	Joulukuu					Tammikuu - Joulukuu					
			Kulutus MWh			Muutos %		Kulutus MWh			Muutos %		Vim. 12 kuu kWh/bm <sup>2</sup>
			2021	2020	Tavoite	2020	Tavoite	2021	2020	Tavoite	2020	Tavoite	
KOUVOLA Kasarminmäki Kirjasto Paraatikerä 6		1 600,0	36,6	26,5		38,1		213,0	165,5		28,7		133,2
KOUVOLA Kasarminmäki Kilaani Maneesitie 1		166,0	6,5	3,9		66,3		36,1	24,9		44,7		217,2
KOUVOLA Kasarminmäki Meduusa-studio Rykmentintie 4		1 545,0	66,2	50,8		30,3		399,3	345,1		15,7		258,4
KOUVOLA Kasarminmäki Paja Kuuselankatu 1		4 045,0	246,2	150,6		63,4		1 286,1	975,3		31,9		317,9
KOUVOLA Kasarminmäki Päärakennus Paraatikerä 7		7 655,0	149,7	105,5		41,8		825,4	702,6		17,5		107,8
KOUVOLA Kasarminmäki Taidetalo Maneesitie 4		482,0	27,4	21,9		25,6		181,7	165,9		9,5		376,9
Kaikki kohteet yhteensä:		15 493,0	532,6	359,2		48,3		2 941,5	2 379,3		23,6		189,9

## Raportointityökalun kulutustietojen koontitaulukko

Kulutustiedot Granlund Managerista 				
Vuosi	Kaupunki	Rakennus	Kulutuslaji	Kulutus
2021	Kotka	Kotkan kampus	Vesi	3 309,00
2021	Kotka	Kotkan kampus	Sähkönkulutus	1 319 792,33
2021	Kotka	Kotkan kampus	Lämmitys	3 565,37
2021	Kouvola	Kirjasto	Vesi	453,00
2021	Kouvola	Klaani	Vesi	-
2021	Kouvola	Meduusa-studio	Vesi	445,00
2021	Kouvola	Pajarakennus	Vesi	577,00
2021	Kouvola	Päärakennus	Vesi	766,00
2021	Kouvola	Taidetalo	Vesi	427,00
2021	Kouvola	Kirjasto	Sähkönkulutus	90 533,83
2021	Kouvola	Klaani	Sähkönkulutus	4 723,90
2021	Kouvola	Meduusa-studio	Sähkönkulutus	111 440,43
2021	Kouvola	Pajarakennus	Sähkönkulutus	609 328,00
2021	Kouvola	Päärakennus	Sähkönkulutus	538 311,93
2021	Kouvola	Taidetalo	Sähkönkulutus	28 554,00
2021	Kouvola	Kirjasto	Lämmitys	213,04
2021	Kouvola	Klaani	Lämmitys	36,06
2021	Kouvola	Meduusa-studio	Lämmitys	399,26
2021	Kouvola	Pajarakennus	Lämmitys	1 286,08
2021	Kouvola	Päärakennus	Lämmitys	825,41
2021	Kouvola	Taidetalo	Lämmitys	181,68

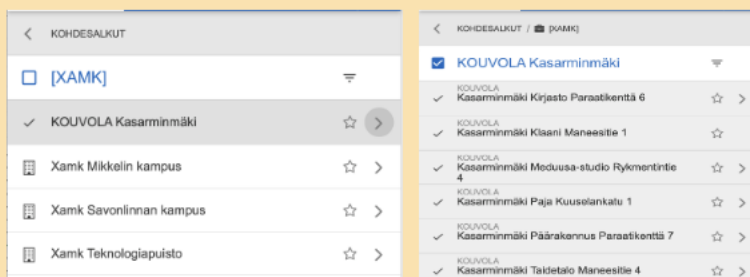
## Raportointityökalun Ohjeita-sivu

### Ohjeita

#### Kulutustietojen päivitys Arenen Hiilijalanjälkilaskuriin

##### 1. Lataa "Kulutustaulukkoraportti" Granlund Managerista Excel-tiedostona

- Siirry Granlund Managerissa Raportit-sivulle
- Valitse "Kulutustaulukkoraportti"
- Avaa kampuksen tiedot nuolesta ja valitse kaikki rakennukset



- Valitse kulutuslaji (Lämpö, Vesi, Sähkö)
- Valitse raportoitavan vuoden viimeinen kuukausi, esim. joulukuu 2021
- Paina esikatsele raportti → avatutuvalla sivulla tulosta raportti Excel-tiedostona

Kulutuskohte	Käyttö- tarkoitus	Brutto-		Kulutus MWh		Muutos %		Tavoite		Muutos %		Vier. 12 KWh/m <sup>2</sup>
		2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020			
KOUVOLA Kasarminmäki Kirjasto Paraatinentä 6		1 600,0	36,6	26,5	38,1	213,0	166,5	28,7				133,2
KOUVOLA Kasarminmäki Kisaani Maneesitie 1		166,0	5,5	3,9	66,3	36,1	24,9	44,7				217,2
KOUVOLA Kasarminmäki Meduusa-studio Rykmentintie 4		1 545,0	66,2	50,8	30,3	399,3	345,1	15,7				258,4
KOUVOLA Kasarminmäki Paja Kuuselankatu 1		4 045,0	246,2	190,6	63,4	1 286,1	975,3	31,9				317,9
KOUVOLA Kasarminmäki Päärakennus Paraatinentä 7		7 655,0	149,7	105,5	41,8	825,4	702,6	17,5				107,8
KOUVOLA Kasarminmäki Taidetalo Maneesitie 4		462,0	27,4	21,9	25,6	161,7	165,9	9,5				376,9
<b>Kaikki kohteet yhteensä</b>		<b>16 493,0</b>	<b>532,8</b>	<b>358,2</b>	<b>45,2</b>	<b>2 947,5</b>	<b>2 379,3</b>	<b>23,8</b>				<b>188,8</b>

- Nimeä Excel-tiedosto seuraavasti: *Kaupunki\_Energia\_Vuosi* (alaviiva sanojen välissä)  
Malli: *Kouvola\_Lämpö\_2021*

- Lataa Excel-tiedostot jaetun OneDrive-kansion Kulutustiedot-kansiossa raportoitavan vuoden kansioon Jokaisesta kampuksesta sekä Xamk Teknologiapuistosta kolme Excel-tiedostoa  
Malli: *Kouvola\_Lämpö\_2021, Kouvola\_Sähkö\_2021, Kouvola\_Vesi\_2021*

- Tallenna Xamk Teknologiapuistosta raportit seuraavasti:

Malli: *Savonlinna2\_Kulutuslaji\_Vuosi*

- OneDrive-kansiossa tulee olla myös tämä Raportointityökalu.xlsm ja Arenen Hiilijalanjälki-Excel

##### 2. Päivitä kulutustietotaulukko tämän Excelin välilehdellä "Tiedot Granlund Managerista"

- Valitse yläosan valintanauhasta Tiedot-välilehti ja klikkaa "Päivitä kaikki" TAI klikkaa Päivitä-kuvaketta
- Pidä tämä tiedosto avoinna ja avaa [Arenen hiilijalanjälkilaskuri](#) OneDriven Kulutustiedot-kansiosta
- Kulutustiedot siirtyvät automaattisesti Arenen hiilijalanjälkilaskuriin, kun molemmat tiedostot ovat auki

##### 3. Tee tarvittavat lisäykset tai muokkaukset Arenen hiilijalanjälkilaskuriin

- Syötä Kuitulaboratorion kulutustiedot manuaalisesti Arenen hiilijalanjälkilaskuriin

##### 4. Tallenna Arenen hiilijalanjälkilaskuri OneDriven Kulutustiedot-kansioon

- Klikkaa tiedoston valintanauhasta Tiedosto > Tallenna kopio > Valitse OneDriven Kulutustiedot-kansio
- Nimeä Excel Arenen ohjeiden mukaan (XAMK\_laskentavuosi\_laskentapäivämäärä\_Hiilijalanjälki)

##### 5. Tallenna tämä Raportointityökalu OneDriven Kulutustiedot-kansioon