



Tiia Peltola

# Kiinteistön energiankulutuksen esitys rakennusautomaatiografiikalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

29.05.2023

## Tiivistelmä

Tekijä:	Tiia Peltola
Otsikko:	Kiinteistön energiankulutuksen esitys rakennusautomaatiografiikalla
Sivumäärä:	53 sivua + 1 liite
Aika:	29.05.2023
Tutkinto:	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat:	lehtori Pasi Partonen ryhmäpäällikkö Hannu Purola

---

Lopputyössä oli tarkoituksena luoda malligrafiikkapohjat rakennusautomaatiosuunnittelun grafiikkakuvaohjeeseen. Nykyinen tekstimuotoinen esitysmuoto ei täysin palvellut enää tarkoitustaan, ja asiakkailta oli tullut toiveita selkeämmän esitystyylin tarpeesta. Grafiikkapohjan on tarkoitus olla mallina rakennusautomaatiourakoitsijoille grafiikalla näytettävien energiankulutusnäyttöjen sijoittelusta, laajuudesta sekä tarvittavien tietojen listauksena.

Grafiikkakuvamallissa painotettiin kuvien luettavuutta sekä sopivaa informaation määrää sekä sijoittelua kuviin. Mallissa pyrittiin myös valikoimaan kulutuslukemat näytettäväksi tärkeimmillä, vuoden ja kuukauden, aikamääreillä. Lisäksi painotettiin sitä, että mahdollisimman erilaisille ratkaisuille löytyisi malli.

Grafiikkakuvaohjeesta tehtiin aluksi kehitysversio, jota paranneltiin sisäisen tarkastuksen pohjalta. Kommenttien pohjalta täydennetty ja korjattu versio lähetettiin asiakkaille tutustuttavaksi. Tämän jälkeen tehtiin Teams-haastattelukierros, jossa kartoitettiin energiankulutusmittausten ja -seurannan nykytilannetta sekä tavoitteita haastatteluvassa organisaatiossa. Haastateltavat olivat erilaisten kunnallisten ja yksityisten toimitilapalveluiden edustajia. Haastattelussa keskusteltiin myös mahdollisista kehitysideoista malligrafiikkaa koskien sekä yleisesti energiankulutuksen mittauksen ja esityksen tarpeellisuudesta ja tärkeydestä.

Haastattelukierrosten pohjalta käytiin vielä sisäisesti läpi kehitysehdotuksia ja valikoitiin sopivat osiot lisättäväksi lopulliseen malligrafiikkapohjaan. Lopputuloksena saatiin kattava energiankulutusten malligrafiikkakuvaohjeistus liitettäväksi nykyisen grafiikkakuvaohjeen energiankulutusmittausten osioon.

Avainsanat: automaatio, rakennusautomaatio, grafiikkakuva, energiankulutus, energianseuranta

## Abstract

Author: Tiia Peltola  
Title: Presentation of Energy Consumption of Building as BMS-  
Graphics  
Number of Pages: 53 pages + 1 appendix  
Date: 29 May 2023

Degree: Master of Engineering  
Degree Programme: Building Services engineering  
Supervisors: Pasi Partonen, Senior Lecturer  
Hannu Purola, Group Manager

---

The purpose of this thesis was to create a new section with model graphics to the graphics guide for the building management system (BMS) for BMS contractors as the current textbased format no longer served modern purposes. The new section would be a model for presenting energy consumption in graphics, with necessary measurement quantities and their time period.

In the graphics guide, emphasis was placed on the readability of the images, the appropriate amount of information and the placement of the information in the images. The model also sought to display a selection of energy consumptions in the most suitable time periods. In addition, emphasis was placed on finding a model for as many building solutions as possible.

A version of the graphics guide was first sent to selected customers as a material for the interviews, then interviews were conducted with them to discuss the current situation and the goals for energy consumption metering. The interviewees were representatives of both municipal and private property services.

Suitable proposals collected in the interviews were added to the final model graphics guide presentation. The end result is a comprehensive energy consumption model graphic guide to be added in the energy consumption measurements section of the current graphic guide.

Keywords: BMS, BMS-graphics, energy consumption, energy monitoring

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Energiankulutuksen ja tehostamisen säätely	4
2.1	Energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU) EED ja direktiivin muutos (2018/2002/EU)	4
2.2	Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010/31/EU) EPBD ja direktiivin muutos (2018/844/EU)	5
2.3	Energia- ja ilmastostrategia	6
2.4	Energiatehokkuussopimukset	6
2.5	Energiakatselmukset ja -katsastukset	7
3	Rakennusautomaatio ja valvomo	9
3.1	Rakennusautomaation vaikutus energiatehokkuuteen	9
3.2	Valvomo ja valvomografiikka	11
3.3	Laitteiden ja prosessien historianseuranta	14
4	Energiankäytön mittarit ja niiden tarpeellisuus	16
4.1	Energiankulutus karkeasti vain yksi lukema	16
4.2	Mistä vertailu- tai tavoitearvot?	19
4.3	Mittausten laajuus sekä tarpeellisuus	21
4.4	Vertailuarvot tyyppillisille rakennuksille	24
4.5	Lämmitysenergian kulutuksen normitus	26
5	Energiankulutustietojen hyödyntäminen	29
5.1	Automaatiografiikalla näytettävien energiankulutustietojen hyödyntäminen	29
5.2	Kulutustietojen hyödyntäminen kiinteistön omistajien ja ylläpitäjien näkökulmasta	29
5.3	Kulutustietojen hyödyntäminen energiakatselmoinnin yhteydessä	31
6	Energiankulutustietojen vertailu ja tulkinta	34
6.1	Vertailuarvot vai tavoitearvot	34
6.2	Sopiva tarkkuus vertailulle	34
6.3	Miten rakennustyyppi vaikuttaa	35
6.4	Ulkopuolisten tekijöiden vaikutus	38

6.5	Tekniikan toimivuuden vaikutus	39
7	Energiankulutuksen esitys	41
7.1	Yleistä	41
7.2	Lähtötilanne kehitystyölle	41
7.3	Valittavat tiedot ja vertailuarvot	42
7.4	Tietojen esitysjärjestysrakennusautomaation grafiikkakuvassa	47
7.5	Tietojen esitysmuoto rakennusautomaation grafiikkakuvassa	49
8	Yhteenveto	50
	Lähteet	52
	Liitteet	
	Liite 1: Automaatiografiikan energiankulutusnäkyvien mallikuvat	

## Lyhenteet

- EED: *Energy efficiency directive*, energiatehokkuusdirektiivi
- EPBD: *Energy Performance of Buildings Directive*, rakennusten energiatehokkuusdirektiivi
- COP: *Coefficient of performance*, hyötysuhde
- grafiikka: Prosessin säätökuva, jossa näkyvät esimerkiksi iv-koneen sen hetkiset tila- ja mittaustiedot sekä asetusarvot.
- KSK: Kiertoilmalämmitin, esimerkiksi oviverhokoneet tai hallien lämmitys.
- LTO: lämmöntalteenotto
- Motiva: valtion kestävän kehityksen yhtiö
- RAU: rakennusautomaatiojärjestelmä, rakennusautomaatio
- SFP: *Specific fan power*, puhaltimen ominaissähköteho
- TEM: työ- ja elinkeinoministeriö
- valvomo: Sovellus, jossa grafiikkakuvat ovat esitettyinä järjestelmällisesti.

## 1 Johdanto

Työn aihe energiankulutuksen esitys automaatiografiikalla liittyy sisäiseen kehitysprojektiin, jossa tarkoituksena oli täydentää, kehittää sekä modernisoida nykyistä rakennusautomaation grafiikkakuvaohjetta uuden osion muodossa. Grafiikkakuvaohjeen modernisointi helpotti vastaamaan nykyisiä kasvavia energiankulutuksen seuranta- ja valvontatarpeita. Kehitysaiehe tuli tarpeeseen, koska aiemmin asiakkaille ei ole ollut esittää visuaalista kuvaa siitä, miltä kulutukset voisivat näyttää. Malli myös helpottaa urakoitsijoiden työtä antamalla jonkinlaiset suuntaviivat automaation grafiikoiden kuvien luontiin.

Kehitystyössä keskitytään pääasiassa energiankulutusten graafisen esityksen parantamiseen sekä siihen, mitkä asiat ovat tarpeellisia esittää automaatiografiikoilla tai erillisessä energiankulutusten tarkastelusovelluksessa. Visuaalinen asu sekä tiedot oli tarkoitus saada niin selkeiksi ja kattaviksi, että myös asiaan suuremmin perehtymätön ymmärtäisi sisällön ilman lisäselitteitä. Lisäksi tarkoituksena oli yhtenäistää sisäisesti automaatio- ja energialaskentaosastojen lähtötietojen käyttöä, koska aiemmin laskennalliset tiedot eivät tulleet näkyviin automaatio-suunnitelmiin juuri mitenkään. Esimerkiksi energialaskennassa käytettävät parametrit jäävät pääosin kommunikoimatta automaatio-suunnittelun ja energiasuunnittelijoiden välillä, jolloin laskennallinen arvo ja suunnitellut asetusarvot ja käyntiajat voivat olla jo lähtökohtaisesti aivan erilaiset sekä potentiaalinen energiankulutuksen käytännön vertailu tavoite-energiankulutuksiin ei onnistu.

Työssä oli tarkoituksena syventyä määrittelemään asiat, joita tarvitaan ja joilla on merkitystä energianseurannan kannalta visuaalisuutta unohtamatta. Lopputyössä oli myös tarkoitus kartoittaa yrityksen sisäisiä, asiakkaiden ja loppukäyttäjien mielipiteitä sekä koostaa niistä toimiva kokonaisuus, joka palvelee jo lähtökohtaisesti mahdollisimman monenlaisia kiinteistötyyppejä. Erikoistilanteita varten täytyy myös jatkossa tehdä lisäselvityksiä malligrafiikkaan liittyen tai jopa kokonaan uusia mallinäyttösivuja.

Tämä opinnäytetyö on aloitettu 2022 Sweco Talotekniikka Oy:llä, mutta yhtiörakenteen muuttuessa vuoden 2023 alussa lopullinen uusi osio tulee olemaan Sweco Finland Oy:n nimissä. Työ tehtiin Talot ja kiinteistöt-segmenttiin kuuluvalla Kestävän kehityksen palveluiden yksikölle. Talot ja kiinteistöt kuuluu Sweco Finland-yhtiöön, joka on keskittynyt rakennetun ympäristön palveluihin. Talot ja kiinteistöt yksikössä työskentelee tällä hetkellä noin 1 200 tekniikan ammattilaista. Talot ja kiinteistöt tarjoaa rakenne-, LVIA- ja sähkösuunnittelun sekä energialaskennan ja ympäristökonsultoinnin palveluita. Kokonaisuudessaan Sweco-konsernilla Suomessa työskentelee noin 2800 työntekijää yli 20 paikkakunnalla läpi Suomen.

Tutkimusosio toteutettiin Teams-haastatteluna joukolle eri toimijoiden ja oman yhtiön asiaan perehtynyttä henkilöstöä, jolloin saatiin kattava otanta erilaisten toimijoiden näkemyksistä. Haastattelu toteutettiin lähettämällä ennakolta lähtötietomateriaaliksi lähes valmis grafiikkakuvaohjeen pohja, josta haastattelun yhteydessä oli tarkoitus löytää mahdollisesti vielä parannettavia kohteita sekä hyviä ja huonoja puolia. Tarkoitus oli myös keskustella yleisesti energiankulutuksen esityksen tärkeydestä ja merkityksestä loppukäyttäjälle. Lopputyöstä saatu kokonaisuus tulee käyttöön nykyiseen grafiikkakuvaohjeeseen täysin uutena osiona, jonka perusteella suunnitelmat toteutetaan.

Grafiikkakuvaohjeen avulla Swecon automaatio-suunnittelun suunnitteleminen kohteiden automaatiografiikat olisivat sisällöltään mahdollisimman yhtenäisiä, mikä helpottaisi loppukäyttäjää. Ongelmalliseksi osoittautuivat eri osapuolten erilaiset näkökannat, joista piti saada yhtenäinen kokonaisuus. Materiaalin karsiminen täytyi siis tehdä harkiten sekä tärkeimpiä näkökantoja painottaen.

Työssä ei ollut tarkoituksena perehtyä syvemmin siihen, mistä ja miten saatavat energiankulutustiedot tai tavoitearvot saadaan automaatiolle vaan siihen, miten tietoa voidaan hyödyntää ja jatkojalostaa sekä hyödyntää eri näkökulmista. Lopputuloksena oli mahdollisimman kattava ja selkeä grafiikkakuvaohje myös ulkopuolisten kommentteilla päivitettyinä. Lisäksi oli tarkoitus tehdä jonkinlainen ohjeistus, miten kulutustietoja tulisi tulkita ja mitä tulkinnessa tulee ottaa aina



huomioon. Kulutusten tulkintaohje jää vain sisäiseksi ohjeistukseksi ja koulutusmateriaaliksi nuoremmille suunnittelijoille, eikä se valmistunut samaan aikaan tämän opinnäytetyön kanssa.

## 2 Energiankulutuksen ja tehostamisen säätely

Luvuissa 2.1–2.2 perehdytään tarkemmin siihen, mitkä direktiivit ja lait säätelevät energiankulutuksen ratkaisuja sekä täytäntöönpanoa ja mitä vaatimuksia ne tuovat erityisesti energiankulutusten esityksen tai mittaamisen kannalta. Luvussa 2.3 sivutaan lyhyesti myös valtiollisia energiastrategioita.

Määräviien lakien ja direktiivien lisäksi Suomessa on käytössä erilaisia sopimusmalleja energiatehokkuuden parantamiseen. Luvuissa 2.4–2.5 perehdytään energiatehokkuussopimukseen sekä pakollisiin ja vapaaehtoiisiin energiakatselmuksiin, jotka kaikki tähtäävät rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen.

### 2.1 Energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU) EED ja direktiivin muutos (2018/2002/EU)

Energiatehokkuusdirektiivillä säädellään Euroopan unionin alueella energiatehokkuuden parantamis- ja tehostamispyrkimyksiä ja niiden tavoitearvoja sekä aikatauluja (Energiatehokkuusdirektiivi 2012: 10). Direktiivi asettaa vähimmäisvaatimuksia erityisesti julkishallinnon rakennusten korjausvelvoitteista. Lisäksi direktiivillä ohjataan rohkaisemaan ja edistämään julkisten toimijoiden energianhallintajärjestelmien ja energiatehokkuussopimusten käyttöönottoa ja näin ollen näyttämään esimerkkiä muille yksityisille yrityksille sekä yhteisöille. (Energiatehokkuusdirektiivi 2012: 13–14.)

Direktiivissä määritellään myös vaatimuksia loppukäyttäjien älykkäistä energimittareista. Jos loppukäyttäjällä on käytössään älykkäät mittarit, edellytetään laskutuksen osalta, että aiempaa kulutusta tulee tarkastella vähintään kolmen edeltävän vuoden jaksolta. Kulutuksen tulee myös olla esitettyä yksityiskohtaisesti käyttöajan mukaan päivän, viikon, kuukauden ja vuoden tarkkuudella. (Energiatehokkuusdirektiivi 2012: 19)

Tosiasialliseen käyttöön perustuvasta laskutuksesta vähimmäisvaatimuksena on nykyisen energiankulutuksen vertailu edellisen vuoden saman kauden

kulutukseen. Muutoksessa on määritelty vielä tarkemmin, että kulutuksen vertailu täytyy tehdä graafisessa muodossa ja vertailussa tulee ottaa huomioon ilmaston lämpötilakerroin niin lämmityksen kuin jäähdytyksen osalta. (Energiatehokkuusdirektiivi 2012, liite VII; Energiatehokkuusdirektiivi (EU) 2018/2002, liite VII a). Lisäksi 1.1.2022 lähtien kulutustiedot on toimitettava vähintään kuukausittain. (Energiatehokkuusdirektiivi 2012, liite VII; Energiatehokkuusdirektiivi 2018/2002, liite VII a)

Energiatehokkuusdirektiivin muutoksessa on esitetty, että kulutustietojen kustannustehokkaan jakamisen vuoksi, uusien asennettavien lämpöenergiamittareiden tulee olla etäluettavia 25.10.2020 lähtien. Vaatimuksena on myös, että nykyiset jo olemassa olevat mittarit, joita ei ole varustettu etäluennalla, tulee muuttaa etäluettaviksi tai korvata etäluettavilla mittareilla 1.1.2027 mennessä. (Energiatehokkuusdirektiivi 2018/2002: 12). Muutoksessa asetetaan, että loppukäyttäjän niin halutessa hänen energialaskunsa ja aiempaa kulutusta koskevat tietonsa voidaan jakaa kolmannen osapuolen toimijalle esimerkiksi energiapalvelujen tarjoajalle. (Energiatehokkuusdirektiivi 2018/2002: 13.)

## 2.2 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010/31/EU) EPBD ja direktiivin muutos (2018/844/EU)

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010: 5) tarkoituksena on edistää energiatehokkuuden parantamista rakennuksissa, ottaen huomioon paikallinen ilmasto, olosuhteet sekä sisäilmaston vaatimukset kustannustehokkaasti. Rakennusten energiatehokkuus määritellään rakennuksen tilojen ja veden lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon sekä valaistukseen käytetyn energian mukaan. Energiämäärä voi olla joko laskettu tai mitattu. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010: 6.)

Direktiivin artiklassa 8 määritellään rakennusten teknisille järjestelmille vaatimuksia. Teknisille järjestelmille on luotava järjestelmävaatimukset, joiden mukaan laitteiden asennukset, järjestelmien mitoitus sekä niiden säätäminen ja ohjaus tulee toteuttaa. Osana teknisten järjestelmien vaatimuksia kaikkiin uusiin

sekä laajamittaisesti saneerattaviin rakennuksiin tulisi asentaa älykkäät mittausjärjestelmät. Järjestelmien ohjaus suositellaan tehtävän automaatio-, valvonta- ja seurantajärjestelmien kautta, joiden avulla energiansäästö on mahdollista. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi 2010: 9.)

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutoksessa (2018: 7) on lisätty huomautus siitä, kuinka pitkän aikavälin peruskorjausstrategiassa tulee olla määriteltynä kaikkien rakennusten korjaus joko erittäin energiatehokkaiksi tai vähähiiliseksi vuoteen 2050 mennessä.

### 2.3 Energia- ja ilmastostrategia

Suomen energia- ja ilmastostrategia perustuu pitkälti EU:n energiatehokkuusdirektiivin pohjalle. Suomen strategiassa tosin painotetaan vapaaehtoisia ja vapaaehtoista parannustoimia sekä julkisen hallinnon suuntaa näyttävää esimerkkiä.

Energiastrategiaan liittyvässä julkaisussa ”Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista” (2020: 92) painotetaan sitä, että rakennetun ympäristön energiatehokkuuden parantamisessa on suuri potentiaali. Suomessa kulutetusta energiasta rakennuskanta kuluttaa yli kolmanneksen. Lisäksi noin kolmannes Suomen kasvihuonepäästöistä syntyy rakennuskannasta. Suurin osa päästöistä syntyy rakennusten käytönaikaisesta energiankulutuksesta. Näin ollen energiansäästö ja kasvihuonepäästöt ovat selvästi yhteydessä toisiinsa. Yhteenvedon mukaan tärkeintä olisikin parantaa nykyisen rakennuskannan energiatehokkuutta ja kehittää energiamuotoja vähähiilisemmiksi. Energiankulutuksen vähentämiseksi nykyisessä rakennuskannassa suositellaan energiaremontteja sekä lämmitysmuotojen uusimisia. (Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista 2020: 92–94.)

### 2.4 Energiatehokkuussopimukset

Energiatehokkuussopimukset ovat tärkeä osa Suomen energia- ja ilmastostrategiaa. Suomessa yrityksiä, kuntia ja yhteisöjä kannustetaan liittymään

energiatehokkuussopimuksen piiriin. Vapaaehtoisilla energiatehokkuussopimuksilla toimijat sitoutuvat tehostamaan energiankäyttöään vastuullisesti. (Energiatehokkuussopimukset.) Suomessa energiatehokkuussopimuksia on sovellettu valtion ja kiinteistöalan välillä jo 1990-luvulta lähtien (Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus 2016: 1).

Eri aloilla on käytössään omat sopimukset, joiden puitteissa energiatehokkuutta parannetaan. Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksessa on vielä kaksi erillistä toimenpideohjelmaa toimitilayhteisöille ja asuinkiinteistöille. Pääosin toimenpideohjelmissa määritellään samoja asioita kuten energiansäästötavoitteen määrä, joka kaudelle 2017–2025 on 7,5 prosenttia. (Energiatehokkuussopimukset 2012; Energiatehokkuussopimukset 2016: 3; Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus 2016: 2.)

Toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelmassa korostetaan, että energiasäästötoimenpiteet eivät saa vaarantaa hyvää ja turvallista sisäilman laatua millään muotoa. Hyvällä ja turvallisella sisäilman laadulla tarkoitetaan sopivia lämpötilaolosuhteita sekä esimerkiksi hiilidioksidin määrää tiloissa. Toimenpideohjelmassa myös mainitaan, että toimijan tulisi edistää kohdekohtaista kuukausitason kulutusseurannan käyttöönottoa lämmön, sähkön, polttoaineiden sekä veden osalta. (Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus 2016: 6–7.)

Energiankäytöstä raportoidaan jokaisen toimijan osalta vuosittain toteutuneet toimenpiteet sekä energian käyttö. Toimenpiteet ja niiden vaikutukset raportoidaan energiatehokkuussopimusten seurantajärjestelmään, josta Motiva koostaa vuosittain raportit. (Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus 2016: 4.)

## 2.5 Energiakatselmuksent ja -katsastukset

Energiakatselmuksista määritellään energiatehokkuusdirektiivin artiklan 5 kohdassa 7 ja katselmuksista on liite VI, jossa määritellään energiakatselmuksen toteutuksen suuntaviivoja sekä sisältöä (Energiatehokkuusdirektiivi 2012: 14 ja liite VI.)

Energiakatselmukset jakautuvat karkeasti kahteen eri tyyppiin. Suurten yritysten pakollisiin energiakatselmuksiin, joihin ei saa tukea ja jotka tulee suorittaa neljän vuoden välein sekä vapaaehtoiisiin niin sanottuihin Motivan-mallin mukaisiin katselmuksiin, joihin on mahdollista saada työ ja elinkeinoministeriön (TEM) myöntämää katselmustukea. (Energiakatselmukset 2021; Energiakatselmoijien extranet 2023.)

Katselmustyytit poikkeavat hieman toisistaan yksityiskohtiensa perusteella, mutta tarkoitus on yhtäläinen kokonaisenergiankäytön selvittäminen, energiansäästöpotentiaalin etsiminen sekä säästötoimenpiteiden niiden kustannusten ja takaisinmaksuaikojen esittäminen. (Energiakatselmukset 2021; Energiakatselmoijien extranet 2023.)

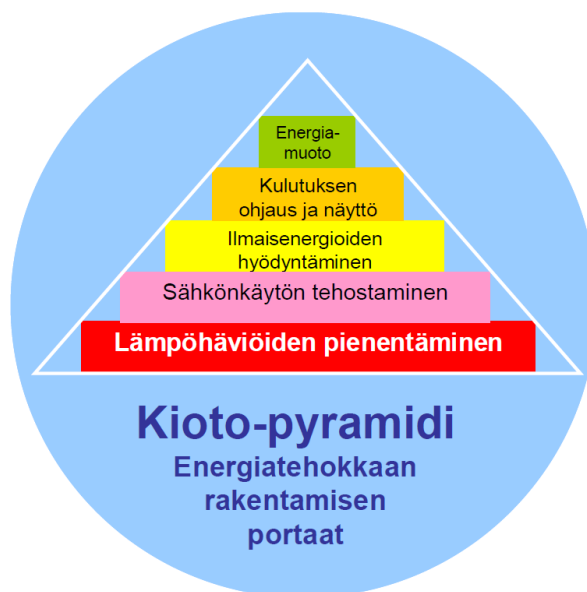
Monesti energiakatselmuksissa on apuna, jos rakennusautomaation valvomosta saa säätökuvat ja trenditiedot haettua lisämateriaaliksi. Valvomo- tai toiselta nimeltä grafiikkakuviin on kohtalaisen tiiviiseen muotoon pakattu kaikki oleellinen laitteiden käyttöajoista ja asetelluista arvoista sekä hälytysrajoista. Grafiikkakuvista voidaan tehdä päätelmiä laitteiden energiatehokkaasta käytöstä ja toiminnasta. Trendeistä eli historiatiedoista taas pystytään seuraamaan, onko esimerkiksi iv-kone toiminut halutulla tavalla tai onko sen toiminnassa ollut jotain epätavallista, jolloin kone käyttääkin normaalia enemmän energiaa turhaan. Klassinen esimerkki turhasta energiankäytöstä on päällekkäinen lämmitys ja jäähdytys, jolloin energiaa käytetään enemmän kuin on tarpeen ja mahdollisesti jopa heikennetään sisäilmaolosuhteita.

### 3 Rakennusautomaatio ja valvomo

#### 3.1 Rakennusautomaation vaikutus energiatehokkuuteen

Rakennusautomaatiojärjestelmällä valvotaan laitteiden toimintaa ja pidetään yllä energiatehokkuutta sekä laadukkaita sisäilmaolosuhteita. Useimmissa rakennusautomaatiojärjestelmissä on nykyään myös hälytysten ohjaus esimerkiksi huoltomiehen sähköpostiin tai puhelimeen, niin että epäkohtiin voidaan puuttua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Hälytykset jaetaan prioriteettien mukaan useampaan eri luokkaan ja kiireellisimpiin on syytä puuttua heti, useimmiten kiireelliset hälytykset ovat myös sellaisia, että ne aiheuttavat tavalla tai toisella turhaa energiankulutusta. (Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. ST-käsikirja 22. 2017: 9; Automaation vaikutus. ST-ohjeisto 20. 2020: 7.)

Energiatehokkaan rakentamisen niin kutsutussa Kioto-pyramidissa (kuva 1) on viisi porrasta. Kolme keskimmäistä porrasta liittyvät tiiviisti rakennusautomaation vaikutuksiin. Nämä kolme porrasta ovat kulutuksen ohjaus ja näyttö, ilmaisenergioiden hyödyntämien sekä sähkönkäytön tehostaminen. (Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen 2012: 6–7; Automaation vaikutus 2020: 6–7.)



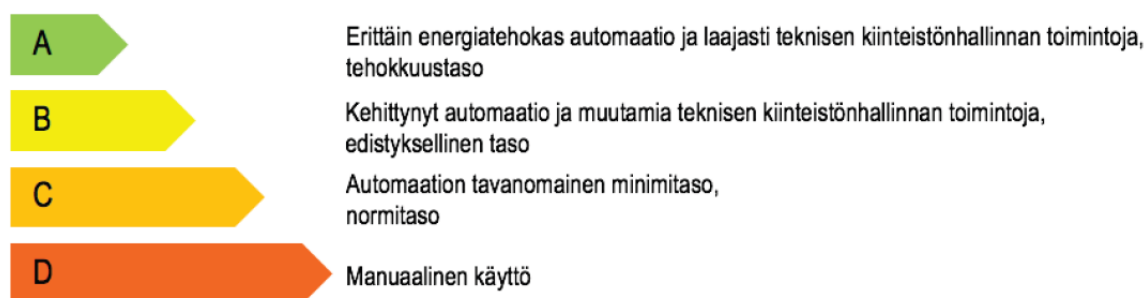
Kuva 1. Energiehokkaan rakentamisen portaat, Kioto-pyramidi. (Rakennusten automaation vaikutus energiehokkuuteen 2012: 6)

Ohjaukset ja sähkökäytön tehostaminen ovat selkeimpiä rakennusautomaatioon liittyvistä kohdista. Ohjauksilla voidaan määritellä tilojen tarpeenmukaista käyttöä sekä vähentää turhaa käyttöä esimerkiksi ilmanvaihtoa ja valaistusta, silloin kun rakennuksen tiloissa ei oleskella tai ne ovat vajaakäytöllä. Toinen esimerkki on sähkösulatusten ohjaus, normaalisti sulatukset ovat toiminnassa lämpötilavälillä +3...–3, mutta kalenteriohjauksella voidaan estää kesäaikainen käyttö, jolloin vaikka rännien jäätyminen ei ole aiheellinen pelko. (Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-käsikirja 17. 2018: 232–237; SFS-EN 15232-12017; Rakennusten energiehokkuus 2017: 60–66.)

Rakennusten energiehokkuusstandardi 'SFS-EN 15232' jakaa rakennuksen automaation neljään eri tehokkuusluokkaan A:sta D:hen (kuva 2). Tehokkuusluokat kuvaavat rakennuksen automaation tasoa A:n ollessa paras ja D:n ollessa huonoin. Luokat ovat käytössä niin asuin- kuin muissakin rakennuksissa. Reunaehdot eri rakennusautomaation tehokkuusluokille on esitetty standardissa rakennustyypeittäin. Reunaehdoissa on määritelty muun muassa lämmityksen lämpötilan asetusarvo ja toiminta-aika, valaistuksen teho  $W/m^2$  sekä käyttöajat eli päivät ja kellonajat, jolloin kiinteistössä on toimintaa, eri tehokkuusluokittain.



Standardin 'SFS-EN 15232' liitteessä on esitetty energiatehokkuusluokkien minimi- ja suositustasot. Suomessa pääosa automaatiojärjestelmistä kuuluu B tai C luokkaan. Suomessa rakentamismääräyskokoelman oletettu taso automaatiolle ja standardin luokka C vastaavat pitkälti toisiaan. (Automaation vaikutus 2020: 7–11; SFS-EN 15232-12017 2017: 26–35.)



Kuva 2. Rakennuksen automaation tehokkuusluokat. (Automaation vaikutus 2020: 6.)

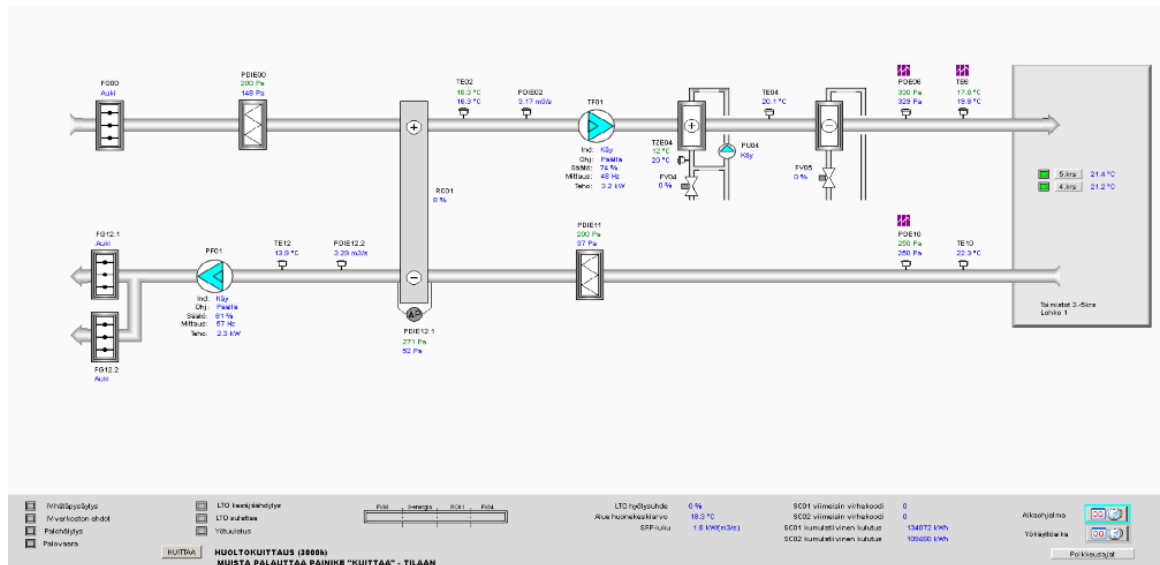
Vaihtoehtoisesti rakennuksen energiatehokkuutta voidaan automaation näkökulmasta tarkastella standardin 'SFS-EN 15232' kerroinmenetelmällä, jossa rakennustyypeille on määritelty simulointia varten käyttöprofiilit. Käyttöprofiilit koostuvat käyttöajoista sekä ihmisten ja laitteiden aiheuttamista lämpökuormista. (Automaation vaikutus 2020: 9; SFS-EN 15232-12017. 2017: 59–66.)

Automaation vaikutus rakennusten energiatehokkuuteen (2020: 12) ohjeistossa on myös otettu huomioon erot standardin sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman minimitason vaatimusten välillä. Erojen kuitenkin huomautetaan olevan niin pieniä, että käytännössä tasot vastaavat toisiaan.

### 3.2 Valvomo ja valvomografiikka

Valvomo ja valvomografiikka ovat tärkeä osa rakennusautomaatiota ja kiinteistön energiankäytön tehostamista. Valvomo voi toimia paikallisesti

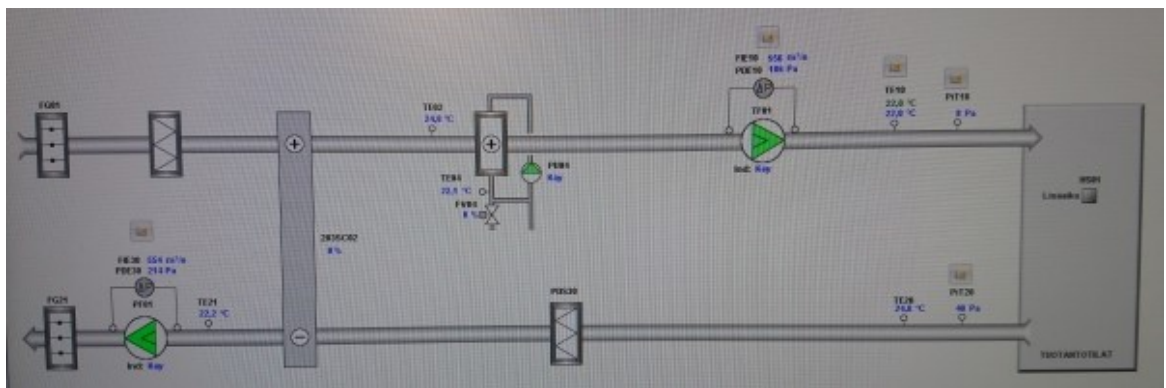
alakeskukselta, verkon yli sekä pilvipalveluna tai näiden yhdistelmänä. Valvomolla tai valvomografiikalla tarkoitetaan käyttöliittymää, josta nähdään selkeästi esimerkiksi ilmanvaihtokoneen ja lämmönjaon prosessikaavio. Grafiikkakuviin tulisi aina liittää kaikki kiinteistön prosessit ja prosessikaavioihin pitäisi pystyä siirtymään suoraan valvomon aloitussivulta. Prosessikaaviossa näytetään hetkelliset mittaus-, säätö-, tila- ja ohjaustiedot sekä niiden asetusarvot ja hälytykset. Hyvässä grafiikkakuvassa esitetään yleensä myös laskennallisia ja energia- tehokkuuden kannalta keskeisiä arvoja, kuten lämmöntalteenoton hyötysuhde sekä puhaltimien SFP-laskenta. (Kiinteistöjen valvomojärjestelmät 2017: 4, 9, 20.)



Kuva 3. Ilmanvaihtokoneen hyvä grafiikkakuvaesitys. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. Tiia Peltola. 2020).

Kuvassa 3 on mallina hyvä ja informatiivinen ilmanvaihtokoneen grafiikkakuva. Grafiikkakuvasta selviää esimerkiksi eri mittauspisteiden mittaustieto sekä tarvittaessa myös asetusarvo. Puhaltimilta nähdään niidenpuhallintyyppin lisäksi käyntitila, käyntiteho sekä säätöarvo. Kuvan alalaidassa puolestaan on esitettyä esimerkiksi LTO-hyötysuhde, palvelualueen lämpötilan keskiarvo sekä LTO-kiekkon pyörimisnopeus ja venttiileiden säätöarvot havainnollisesti liukuasteikolla. Palvelualueella tarkoitetaan sitä aluetta, josta iv-kone vaihtaa ilmaa, eli esimerkiksi 2. kerros tai keittiötilat.

Valvomografiikoilta asiantuntija osaa nähdä suoraan, toimivatko järjestelmät niin kuin niiden pitäisi ja onko mahdollisesti jokin laite rikki. Esimerkiksi kuvassa 4 on esitetty grafiikkakuva ilmanvaihtokoneesta, jossa on selvästi ongelmia. Nopealla tarkastelulla ainakin ilmamäärät näyttäisivät aivan liian suurilta sekä LTO:n jälkeinen lämpötila (TE02) liian korkealta. Ilmamäärien kohdalla automaatiossa todennäköisesti on jokin laskentavirhe ja LTO:n jälkeinen lämpötila on luultavasti väärän anturin, esim. TE20:n mittaustiedosta, koska arvot ovat samat.

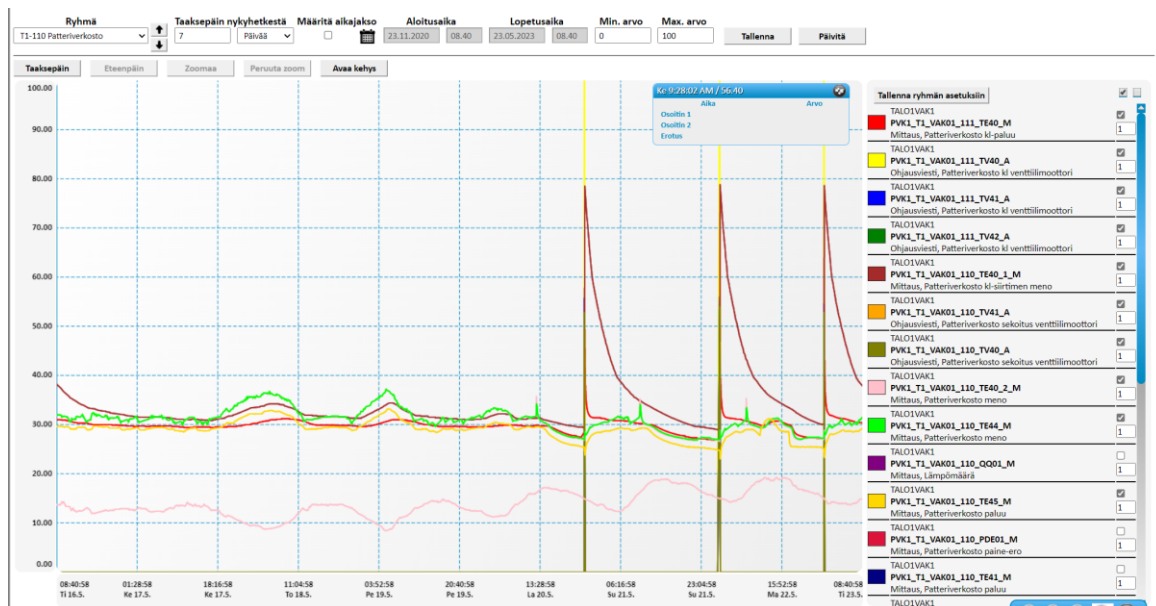


Kuva 4. Ilmanvaihtokoneen grafiikalla on jotain vialla. (Sweco Finland Oy. Projektiaarkisto. Tiia Peltola. 2022).

Toimimattomat järjestelmät, väärät säädöt sekä huonot aikaohjaukset aiheuttavat turhaa energiankulutusta esimerkiksi liian suurella tehoilla käyvässä ilmanvaihtokoneissa sekä kuluttavat laitteita esimerkiksi venttiilimoottoreita liian nopeasti vaihtokuntoisiksi epävakaan säädön takia. Yksi selvästi lisääntyneitä energiankäyttöä aiheuttava vika voi olla, jos säätävä lämpötilamittaus antaa väärää tietoa, silloin voidaan joko lämmittää tai jäähdyttää liikaa. Pahimmassa tapauksessa jonkin vian takia lämmitetään ja jäähdytetään samaan aikaan tarpeettomasti, mikä ei ole ikinä tarkoitus. (Rakennusautomaatiojärjestelmät 2018: 21–23.)

### 3.3 Laitteiden ja prosessien historianseuranta

Valvomon ja valvomografiikan ohella laitteiden ja prosessien historianseuranta eli trendiseuranta on tärkeä osa toimivaa automaatiota. Trenditietoina kerätään esimerkiksi ilmanvaihtokoneen ja lämmitysverkostojen tärkeimmät mittaus- ja ohjaustiedot, kuten tulo-, poisto- ja LTO:n jälkeisen ilman lämpötilat, LTO-hyötysuhde sekä puhaltimien, pumppujen ja venttiileiden säädöt. Historiatiedot tallennetaan sopivalla mittausväällä, jotta myöhemmin tarkasteltuna mahdolliset ongelmakohdat on helppo löytää. Ilmanvaihtokoneiden tärkeimmät mittaukset ja säädöt on hyvä tallentaa minuutin välein, kun taas olosuhdetiedoista kuten esimerkiksi huoneiden lämpötiloista sekä hiilidioksidipitoisuuksista riittää tieto kerän tunnissa. (Kiinteistöjen valvomojärjestelmät 2017: 63–66; Rakennusautomaatiojärjestelmät 2018; 80.)



Kuva 5. Mallikuva lämmitysverkoston trendiseurannan käyrästä. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. Tiia Peltola. 2023).

Yleisesti suositellaan, että historiatietoja tallennettaisiin tietokantaan vuoden ajalta, jolloin pidemmän aikavälin tarkastelu tai muutamaa kuukautta myöhemmin tehtävä vianmääritys onnistuu. Energiankulutustietojen kannalta vuosi on liian lyhyt aika, koska energiankulutuksia usein käsitellään vuositasolla.

Suositus energiankulutusten historiaseurantaan onkin vähintään kolme vuotta. (Kiinteistöjen valvomojärjestelmät 2017: 63–66; Rakennusautomaatiojärjestelmät 2018: 80.)

Kuvassa 5 on havainnollistettu erään kohteen lämmitysverkoston trendikäyriä. Trendi on esitetty viikon ajalta ja siinä näkyvät lämmitysverkoston meno- ja paluulämpötilat, kaukolämmön paluulämpötila sekä venttiilimoottorien ohjausviestit. Kyseisestä trendinäköymästä on piilotettu rakennuksen muiden verkostojen mittaus- ja ohjausarvot trendin selkiyttämiseksi.

## 4 Energiankäytön mittarit ja niiden tarpeellisuus

### 4.1 Energiankulutus karkeasti vain yksi lukema

Perinteisesti automaation grafiikoilla energiankulutus on esitettyä hyvin suppeasti, jos ollenkaan. Yleensä lämmitysenergian, sähköenergian ja vedenkulutus ovat vain yksiä lukemia, joita ei todennäköisesti vertailla mihinkään ja joille ei ole tavoitearvoja. Yleensä nämä lukemat ovat myös vain vuoden tarkkuudella, jolloin mitään epäkohtia energiankulutuksissa on todella vaikea havaita. Parhaimmassakin tapauksessa tiedot ovat kuukauden tarkkuudella. Tämän lisäksi, jos energiankulutusta esitetäänkin enemmän, se on vain taulukkomuotoisena, jolloin kulutuksen hahmottaminen voi olla huomattavasti hankalampaa. Havainnekuvassa 6 on esitetty kohtalaisen tyypillinen tilanne automaatiografiikalla, jossa energiankulutukset on kyllä esitetty, mutta tieto on vain yksi mittausta, ja siitäkään ei selviä, miltä ajalta kulutus on.



Kuva 6. Energiannmittaukset automaatiografiikalla. (Sweco Finland Oy. Projektarkisto. Tiia Peltola. 2023).

Joissain tilanteissa mittauksia on myös suunniteltu enemmän kuin niitä on toteutettu tai niitä ei ole vain jostain syystä saatu liitettyä

rakennusautomaatiojärjestelmään. Kuvassa 6 on todennäköisesti käynyt kahvilan ja tutkimuksen sähköenergiamittausten osalta juuri niin, että mittaukset on kyllä suunniteltu ja piirretty myös automaation grafiikkakuvalle, mutta todellisuudessa mittareita ei joko ole tai ne ovat sellaisia, että niiltä ei saada tietoja luettua automaatiojärjestelmään.

Nykyään rakennusten pääkäyttäjällä on mahdollisuus käyttää yhä enemmän energianhallinta- tai energianseuranta-sovelluksia. Yksiä tällaisia sovelluksia ovat Granlund Manager, Nuuka tai EnerKey, joihin mittaustiedot perinteisesti luetaan etäpalveluna. Myös monilla rakennusautomaation toimittajista on omia niin sanotusti normaalin automaation päälle rakennettavia energianseurannan lisäosia, jotka ovat pitkälti räätälöitävissä asiakkaan toiveiden mukaan.

EnerKeyssä (kuvat 7 ja 8) pystyy lämmön- ja sähkön- sekä vedenkulutuksia vertailemaan keskenään edelliseen vastaavaan ajanjaksoon muutamankin vuoden tarkkuudella, jos mittausdataa on. Kuluvan ajankohdan mittaustiedot myös näytetään reaaliaikaisesti, ja ne päivittyvät yleensä pienellä muutaman päivän viiveellä.



Kuva 7. EnerKeyn kokonaisenergianäkymä. (EG EnerKey kulutusseurantaportaali 2023.)

EnerKey-palvelusta on tulostettu yhden suurentoimistokohteen kokonaisenergiankulutuksen pääosiot havainnollisesti (kuva 7). Energiankulutuksissa on vain mitatut pääenergiat kuten sähkö, kaukolämpö sekä kaukojäähdytys. Vertailu edellisvuoteen on toteutettu pylväsdiagrammissa vasemmalla ja taulukossa kuvien alla. Muutos edellisvuoden kulutukseen on esitetty prosentteina, ja luku päivittyy automaattisesti vuoden aikana kuluvan vuoden kulutustietojen kerääntyessä. Kokonaisenergiaympyrä, jossa energialajit on havainnollistettu värein, puolestaan on esitetty vain kuluvan vuoden osalta prosentuaalisesti. (EG EnerKey kulutusseurantaportaali 2023.)





Kuva 8. EnerKeyn kuukausinäkömä. (EG EnerKey kulutusseurantaportaali 2023.)

Kuvassa 8 on esitettyä myös EnerKey-palvelusta saatavilla olevat pylväsdiagrammit, joissa mitattua sähkö- ja kaukojäähdytysenergiaa sekä vedenkulutusta on vertailtu vuosina 2021–2023. Kaukolämmityksessä on käytetty normitettuja arvoja samalta ajanjaksolta. EnerKeyn näkymässä ei ainakaan tämän tarkastelun perusteella ja kyselyjen perusteella havaittu mahdollisuutta lisätä tavoiteenergiapalkkeja samaan diagrammiin mittauservojen kanssa, mikä on selkeä puute. (Digitaalinen vastuullisuusraportointi 2023.)

#### 4.2 Mistä vertailu- tai tavoitearvot?

Kun mittausdataa kerätään useammalta vuodelta vuosi- ja kuukausikulutuksia voi saman rakennuksen osalta vertailla keskenään, kun ne on tallennettu riittävän pitkältä ajalta. Uusille rakennuksille saadaan tavoitearvot suoraan energialaskennasta rakennuksen E-luvun laskemisen yhteydessä vuosi ja kuukausikohtaisesti. Tavoitearvojen laskenta perustuu rakennuksen vakioituun käyttöön, ja saadut tulokset ovat laskennallisia ostoenergiankulutuksia. Toisin sanoen myös laskennalliset tuotetut energiankulutukset otetaan huomioon. Veden- ja

sähköenergiankulutus todellisuudessa on yleensä suoraan verrannollinen rakennuksen käyttöprofiiliin eli käyttöaikojen, kuormien ja käyttäjien määrän kanssa. Rakennuksen käyttöaikojen ja käyttäjämäärien muuttuessa radikaalisti alun perin lasketuista myös tavoitearvoja tulisi päivittää vastaamaan käyttötarvetta. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 2019: 9§.)

Taulukko 1. Koulurakennuksen tavoite-energiälaskennan tuloksia. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. 2021.)

<b>Geometriamallin laajuustiedot</b>		
Nettoala	m <sup>2</sup>	8 148
Nettobilavuus	m <sup>3</sup>	38 000
<b>Rakennuksen energiankulutus häviöt huomioituina</b>		
Tilalämmitys	MWh	162
IV-lämmitys	MWh	188
Käyttöveden lämmitys	MWh	171
Oviverhokoneet	MWh	21
<b>TOT</b>	<b>MWh</b>	<b>542</b>
Tilajäähdytys	MWh	2
IV-jäähdytys	MWh	10
<b>TOT</b>	<b>MWh</b>	<b>12</b>
Sähkö (ilman lämmitystä/jäähdytystä) <b>TOT</b>	<b>MWh</b>	<b>487</b>

Tavoite-energiälaskelmasta otettuun taulukkoon 1 on eritelty käyttökohteittain tavoite-energiankulutukset lämmityksen ja jäähdytyksen osalta. Tuloksista saadaan jo kohtalaisen hyvä kuva siitä, mihin ja miten paljon lämmitysenergiaa kuluu. Tämä tieto olisi hyvä saada vaikka sellaisenaan mitattujen energiankulutusten rinnalle tavoitearvoksi, lisäksi kaaviomuotoisena ja esimerkiksi prosenttiosuuksin esitettynä tiedot olisivat entistä luettavampia. Kokemusperäisesti tilanne on, että rakennuksen suurimmat lämmitysenergian kuluttajat ovat lähes yhtäläisissä määrin tilalämmitys sekä iv-lämmitys noin 40 %:n osuuksilla.

Taulukossa 1 on esitetty käyttöveden lämmitys vie esimerkkikohteessa poikkeuksellisen suuren osan lämmitystarpeesta.

Vanhallekin rakennukselle voi tehdä energialaskennan, mutta tällöin pitää rakennuksen rakennetyypit olla tiedossa. Ilman rakennetyyppejäkin rakennuksen rakennusvuoden ja tehtyjen korjausten perusteella voidaan arvioida niin sanotun tyyppillisen rakennuksen energiankulutusmallin ja geometrian perusteella. Rakennetyypeinä käytetään silloin laskennassa tyyppillisiä rakennusajankohdan mukaisia rakennetyyppejä sekä rakenteiden U-arvoja.

### 4.3 Mittausten laajuus sekä tarpeellisuus

Mittausten laajuuteen ja tarpeellisuuteen vaikuttaa useampi eri asia. Esimerkiksi rakennuksen tyyppi sekä järjestelmien laajuudet määrittävät, mitä on mielekästä mitata. Hyvä nyrkkisääntö mittauksiin on kuitenkin se, että pääenergiat mitataan joka tapauksessa. Pääenergioilla tarkoitetaan esimerkiksi kaukolämmön, sähkön ja veden kokonais- eli päämittauksia. Tämän lisäksi lämmityksessä olisi hyvä mitata kulutukset vähintään verkostoittain esimerkiksi ilmanvaihdon ja lämmityksen tarvitsema energia erikseen sekä lämpimän käyttöveden määrä. Laajemmissa sovellutuksissa voi olla hyvä mitata kulutusta vielä tätäkin tarkemmallalla tasolla, jotta käsitys siitä, mihin energiaa todellisuudessa kuluu, on selkeä.

	Mittarilukema	Edellinen nollauslukema	Kausikulutus								
Patteriverkosto	76.000 MWh	- 0.000 MWh	76.100 MWh	Reset	LP01 Sähkö	100.013 MWh	- 0.000 MWh	100.000 MWh	Reset		
IV-verkosto	1045.140 MWh	- 0.000 MWh	1045.100 MWh	Reset	LP02	599.130 MWh	- 0.000 MWh	599.100 MWh	Reset		
Katuläm.	90.670 MWh	- 0.000 MWh	90.700 MWh	Reset	LP02 Sähkö	100.292 MWh	- 0.000 MWh	100.300 MWh	Reset		
LP01	601.370 MWh	- 0.000 MWh	601.400 MWh	Reset							

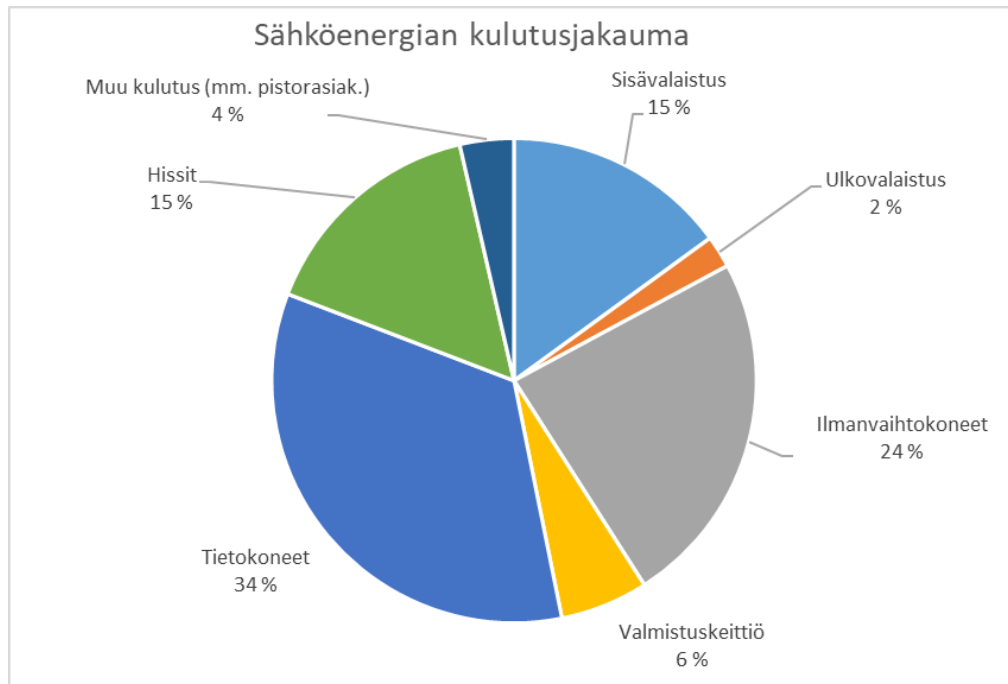
Kuluva	Patteriverkosto	IV-verkosto	Katulämmitys	LP01 Lämpö	LP01 Sähkö	LP01 Lämpöeroin	LP02 Lämpö	LP02 Sähkö	LP02 Lämpöeroin	LP yht Lämpö	LP yht Sähkö
Vuosikulutus:	11.360 MWh	163.490 MWh	36.190 MWh	104.970 MWh	17.418 MWh	6.0	104.640 MWh	17.547 MWh	6.0	209.590 MWh	34.962 MWh
Kuukausikulutus:	3.400 MWh	53.000 MWh	8.500 MWh	32.300 MWh	5.300 MWh	6.1	32.100 MWh	5.300 MWh	6.0	64.400 MWh	10.600 MWh
Edellinen kk:	4.300 MWh	46.100 MWh	13.400 MWh	31.800 MWh	5.400 MWh	5.9	31.800 MWh	5.400 MWh	5.9	63.600 MWh	10.800 MWh
Viikkokulutus:	2.400 MWh	34.900 MWh	6.600 MWh	21.900 MWh	3.600 MWh	6.1	21.800 MWh	3.600 MWh	6.0	43.600 MWh	7.200 MWh
Päiväkulutus:	0.100 MWh	0.600 MWh	0.200 MWh	0.400 MWh	0.100 MWh	5.9	0.400 MWh	0.100 MWh	5.8	0.900 MWh	0.100 MWh
Tuntikulutus:	0.000 MWh	0.100 MWh	0.000 MWh	0.100 MWh	0.000 MWh	6.0	0.100 MWh	0.000 MWh	6.3	0.100 MWh	0.000 MWh

Kuva 9. Edistyneempi energiankulutusnäkökulma automaatiografiikalla. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. 2022.)

Automaatiografiikoilta otetussa kuvassa 9 on esitetty lämmönkulutusta jo tarkemmin. Numeroesitys on kuitenkin hieman sekava, koska tuotetut ja kulutetut arvot ovat samassa taulukossa ja lisäksi kulutuksia on vertailtu vain edelliseen kuukauteen. Graafinen esitys saattaisi monesti helpottaa kulutusten tulkintaa.

Sähköenergiassa olisi syytä mitata niin sanottu LVI-sähkö eli lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden kuluttama energia erikseen. LVI-sähkön lisäksi perinteisemmät sähkön kulutusryhmät ovat valaistus- ja käyttäjänsähkö. Lisäksi jos kiinteistössä on joitain selkeitä paljon sähköä kuluttavia prosesseja, olisi myös sellaiset hyvä mitata erikseen.

Kuvassa 10 on esitetty suurehkon toimistokiinteistön sähkön kulutusjakauma. Kyseisessä kiinteistössä kulutuksista oli mitattuna iv-koneiden, hissien ja valmistuskeittiön sähköt. Loput sähköosiot on mahdollista arvioida ja laskea henkilömäärän ja valaisintietojen sekä käyttöaikojen perusteella, joten jakauma on kohtalaisen realistinen.



Kuva 10. Toimistokiinteistön sähköenergian kulutusjakauma. (Sweco Finland Oy. Projektiaarkisto. 2020.)

Myös tuotettu sähkö kuten aurinkopaneelien tuottama sähkö on mielekästä mitata. Samaan kategoriaan aurinkopaneelien tuoton kanssa liittyvät kanssa erilaiset hybridijärjestelmät, joita käytetään lähinnä lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Hybridijärjestelmässä on useimmiten jonkinlainen lämpöpumppu, jonka sähkönkäyttö ja lämmöntuotto olisi hyvä mitata, jotta saadaan tietää niin kutsutun ilmaisenergian osuus. Kuvassa 9 on lämpöpumpuilta mitattu sekä kulutettu sähköenergia että tuotettu lämpöenergia, mutta varsinaista ilmaisenergian osuutta ei ole suoraan esitetty.

Mittausten tarkkuus on toinen tärkeä tekijä, joka pitää miettiä jo suunnitteluvaiheessa, esimerkiksi kuinka pieniä tai suuria osioita on järkevää ja mielekästä mitata. Isommassa toimistorakennuksessa on esimerkiksi perusteltua mitata sähköä, vaikka kerrostasolla, kun taas asuinkerrostalossa riittää pelkkä LVI-, valaistus- sekä kiinteistösähkön osuus. Suunnitelmiin yleensä myös määritellään summittaisesti, kuinka pitkältä ajanjaksolta historiatiedot on tallennettava sekä millä tarkkuudella kulutuksia tulee vertailla edeltäviin jaksoihin.

#### 4.4 Vertailuarvot tyypillisille rakennuksille

Yleisesti rakennustyypeittäin ei ole saatavissa mitään kattavaa vertailuarvotaulukkoa esimerkiksi rakennustyyppin ja -vuoden mukaan. Motiva pitää yllä ja päivittää palvelusektorin ominaiskulutukset taulukkoja (kuvat 11–13) lämmitysenergian, sähköenergian sekä vedenkulutusten osalta. Kulutustiedot on kerätty Motivan energiakatselmustietokannasta ja tällä hetkellä käytössä on tarkasteluväli vuosilta 2013–2021. (Energiakatselmukset 2021.)

Lämpö - ominaiskulutus (kWh/r-m <sup>3</sup> )											
Tyyppi TK 1994	Kohteita, kpl	Tilavuus, 1000 r-m <sup>3</sup>	Min	5 %	10 %	Alakv	Mediaani	Yläkv	90 %	95 %	Max_lämpö
51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset	196	5413	7.5	26.0	28.9	35.7	43.5	52.7	64.8	72.1	126.0
15 Toimistorakennukset	122	5795	4.4	15.4	20.0	26.8	33.3	40.6	56.0	79.8	209.9
23 Muut sosiaalitoimen rakennukset	89	558	12.4	26.3	33.9	48.9	61.3	75.6	95.7	106.3	159.5
11 Myymälärakennukset	42	3148	7.3	9.3	12.1	21.4	41.4	94.8	133.1	139.8	225.5
69 Muut teollisuuden tuotantorakennukset	42	5931	1.7	5.7	8.2	16.7	29.9	98.1	281.2	648.3	2,211.7
21 Terveystieteiden rakennukset	36	1961	23.5	31.1	36.9	44.0	58.9	75.6	80.4	91.0	109.1
22 Huoltolaitosrakennukset	22	355	28.3	32.3	36.5	46.2	56.7	71.9	83.2	91.2	142.8
64 Elintarviketeollisuuden rakennukset	21	5267	27.2	30.8	42.2	80.6	166.4	432.8	752.9	848.0	1,546.4
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	18	205	21.9	33.2	35.3	41.3	48.1	63.2	65.3	66.5	68.0
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	16	230	19.7	22.3	24.3	28.6	34.2	43.9	61.1	118.5	276.1
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	16	740	25.0	28.0	32.3	36.7	53.6	64.9	78.7	87.4	97.6
35 Urheilu- ja kuntoilurakennukset	15	506	2.9	3.7	6.5	15.1	17.0	40.3	47.9	49.9	51.4
65 Puuteollisuuden rakennukset	14	3200	47.9	75.6	102.6	262.3	443.9	1,176.1	1,766.5	2,177.0	2,667.5
66 Lasi-, savi- ja kiviteollisuuden rakennukset	14	2022	28.5	46.2	62.7	104.1	278.2	867.0	1,183.3	1,217.2	1,239.9
63 Metalliteollisuuden rakennukset	13	3956	1.7	8.8	14.0	19.8	31.0	91.1	444.7	1,991.1	4,181.3
33 Seura- ja kerhorakennukset yms.	11	82	33.4	34.9	36.3	42.8	49.1	65.0	75.6	79.8	84.0

Kuva 11. Lämmitysenergian ominaiskulutukset. (Energiakatselmukset 2021.)

Taulukoissa esitetään ominaiskulutustietojen mediaani rakennustyypeittäin. Nämä taulukot ovat kuitenkin suuntaa antavia, koska niissä ei ole eritelty esimerkiksi rakennusten ikää tai kokoa, joten ominaiskulutusarvoja ei tule pitää tavoitekulutuksina. (Energiakatselmukset 2021.)

## Sähkö - ominaiskulutus (kWh/r-m3)

Tyyppi TK 1994	Kohteita, kpl	Tilavuus, 1000 r-m3	Min	5 %	10 %	Alakv	Mediaani	Ylakv	90 %	95 %	Max
51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset	201	5413	5.1	8.7	9.7	11.9	15.1	17.3	25.2	30.7	81.7
15 Toimistorakennukset	127	5795	0.1	8.7	10.0	13.3	20.4	23.9	56.3	91.6	653.3
23 Muut sosiaalitoimen rakennukset	98	558	3.6	12.8	13.8	17.3	23.8	26.8	46.4	62.5	105.8
11 Myymälärakennukset	45	3148	5.6	9.7	12.3	19.2	33.3	91.7	173.3	185.7	264.1
69 Muut teollisuuden tuotantorakennukset	44	5931	13.5	18.7	22.8	41.2	61.4	107.6	281.2	516.7	1,386.3
21 Terveystieteiden rakennukset	36	1961	15.0	15.8	16.7	21.2	28.0	31.2	48.4	54.0	62.2
22 Huoltolaitosrakennukset	23	355	16.1	18.9	19.1	20.9	26.7	31.1	42.8	74.9	86.9
64 Elintarviketeollisuuden rakennukset	22	5267	18.1	19.6	28.7	43.2	98.9	155.4	218.2	256.0	286.6
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	18	205	4.5	5.5	6.5	9.6	16.1	20.9	24.0	25.6	33.7
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	16	230	9.2	9.9	10.3	11.5	15.0	21.1	29.3	72.9	197.1
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	16	740	6.6	10.4	12.7	16.9	22.0	28.7	31.9	32.6	33.5
35 Urheilu- ja kuntoilurakennukset	15	506	2.5	4.6	6.0	7.5	11.6	12.5	18.8	19.5	19.7
65 Puuteollisuuden rakennukset	15	3200	7.3	24.5	40.4	75.7	152.7	229.3	447.8	497.2	588.8
66 Lasi-, savi- ja kiveiteollisuuden rakennukset	14	2022	33.2	46.1	53.6	81.1	135.6	96.2	193.3	260.8	360.3
33 Seura- ja kerhorakennukset yms.	13	82	3.7	4.6	5.3	6.6	10.5	12.5	28.4	45.8	69.6
63 Metalliteollisuuden rakennukset	13	3956	2.8	5.8	9.0	14.3	33.7	78.2	246.5	1,650.8	3,724.4

Kuva 12. Sähkön ominaiskulutukset. (Energiakatselmukset 2021.)

Lisäksi mitä vähemmän kohteita taulukossa on listattuna tietyn rakennustyyppin kohdalle, sitä suurempaa kulutusten hajonta rakennusten välillä on. Pitää myös ottaa huomioon, että jokainen rakennus on oma yksilönsä ja monissa rakennustyypeissä voi olla suurestikin keskenään poikkeavaa toimintaa tai esimerkiksi paljon laitteistoa, joka vaikuttaa kulutuksiin. (Energiakatselmukset 2021.)

## Vesi - ominaiskulutus (dm3/r-m3)

Tyyppi TK 1994	Kohteita, kpl	Tilavuus, 1000 r-m3	Min	5 %	10 %	Alakv	Mediaani	Ylakv	90 %	95 %	Max
51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset	200	5413.2	11.7	30.2	34.7	48.3	65.6	75.9	109.7	125.8	398.4
15 Toimistorakennukset	126	5795.5	5.8	18.6	22.8	35.4	54.9	69.1	122.6	168.0	435.6
23 Muut sosiaalitoimen rakennukset	98	558.3	18.0	76.8	113.4	160.5	198.5	229.3	310.6	366.4	611.6
11 Myymälärakennukset	44	3147.7	3.3	8.6	13.0	33.0	92.3	365.3	1,058.6	1,294.1	3,985.7
69 Muut teollisuuden tuotantorakennukset	41	5930.9	10.6	14.5	16.2	21.1	37.4	169.0	1,114.8	4,006.6	7,357.5
21 Terveystieteiden rakennukset	36	1960.8	10.8	52.3	61.4	88.9	171.7	206.9	336.9	380.7	434.5
22 Huoltolaitosrakennukset	23	355.0	37.5	172.7	178.6	214.0	289.1	338.4	407.8	412.0	500.1
64 Elintarviketeollisuuden rakennukset	21	5267.1	81.9	166.3	248.1	514.1	932.3	2,664.3	4,623.6	4,722.9	7,290.0
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	18	204.7	13.0	19.8	32.0	45.2	61.8	90.4	132.9	156.5	175.3
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	16	229.6	0.8	3.5	6.7	16.5	42.9	45.3	67.3	298.6	956.5
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	16	740.4	34.5	39.3	41.1	53.4	86.1	107.7	186.1	227.3	234.0
35 Urheilu- ja kuntoilurakennukset	15	506.2	6.0	6.1	6.5	14.0	27.9	40.3	55.6	74.5	110.7
66 Lasi-, savi- ja kiveiteollisuuden rakennukset	14	2021.6	14.5	19.6	26.3	38.6	120.3	63.4	704.9	2,497.7	5,650.6
33 Seura- ja kerhorakennukset yms.	13	81.7	14.7	16.1	17.3	25.0	42.8	67.4	116.6	137.1	162.6
63 Metalliteollisuuden rakennukset	13	3956.1	7.2	9.9	12.3	17.7	45.2	234.1	738.3	922.5	1,152.3
65 Puuteollisuuden rakennukset	13	3200.2	49.1	49.3	51.0	70.5	97.3	146.0	3,308.8	5,529.4	8,784.8

Kuva 13. Veden ominaiskulutukset. (Energiakatselmukset 2021.)

Kuitenkin Motivan mallin mukaisissa energiakatselmuksissa rakennusten kuluksia verrataan taulukoiden mediaaniarvoihin. Energiansäästötoimenpiteillä pyritäänkin pääsemään lähemmäs mediaaniarvoja tai niiden alle, ja näin ollen mediaaniarvot ovat tulevaisuudessa aina vähän parempia. (Energiakatselmuksien 2021.)

#### 4.5 Lämmitysenergian kulutuksen normitus

Lämmitysenergiaa vertailtaessa on huomioitava, että mitattua kulutusta ei voi vertailla, koska se ei ole suoraan vertailukelpoista lämpötilan vaihteluiden vuoksi. Sen sijaan normitettuja lämmitysenergian kuluksia voi vertailla keskenään, koska normituksessa ulkolämpötilan vaihtelun sekä eri vyöhykkeen eli paikkakunnan osuus lasketaan pois. Laskennassa tulee kuitenkin huomioida, että lämpimän käyttöveden osuutta ei normiteta, vaan se lasketaan vakiona ja lisätään normituksen jälkeen kulutukseen. (Kiinteistön energiankäyttö 2023.)

Normitusta voi tehdä pääosin kolmella eri menetelmällä. Lämmitysenergian voi normittaa samaan rakennukseen vertailtaessa (kaava 1), jolloin otetaan huomioon normaalivuoden tai -kuukauden lämmitystarveluku sekä toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla samalla paikkakunnalla. (Kiinteistön energiankäyttö 2023.)

$$Q_{norm} = \frac{S_{N\ vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} \times Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad (1)$$

$Q_{norm}$  on rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus

$Q_{toteutunut}$  on rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia

$S_{N\ vpkunta}$  on normaalivuoden tai -kuukauden (1991–2020) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla



$S_{toteutunut\ vpkunta}$  on toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla

Käytännössä siis kaavalla 1 lasketaan vertailuarvot samalle rakennukselle eri kuukausille tai vuosille. (Kiinteistön energiankäyttö 2023.)

Kaavalla 2 lasketaan vertailuarvot eri puolilla Suomea oleville rakennuksille normalisoiduina Jyväskylän mukaan kertoimen  $k_2$  avulla. Tällöin eri puolilla Suomea sijaitsevat rakennusten kulutukset ovat vertailukelpoisia keskenään. Tätä normitusta voisi käyttää esimerkiksi silloin, kun samalla toimijalla on kiinteistöjä eri puolilla Suomea. (Kiinteistön energiankäyttö 2023.)

$$Q_{norm} = k_2 \times \frac{S_{N\ vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} \times Q_{toteutunut} + Q_{lämmön\ käyttövesi} \quad (2)$$

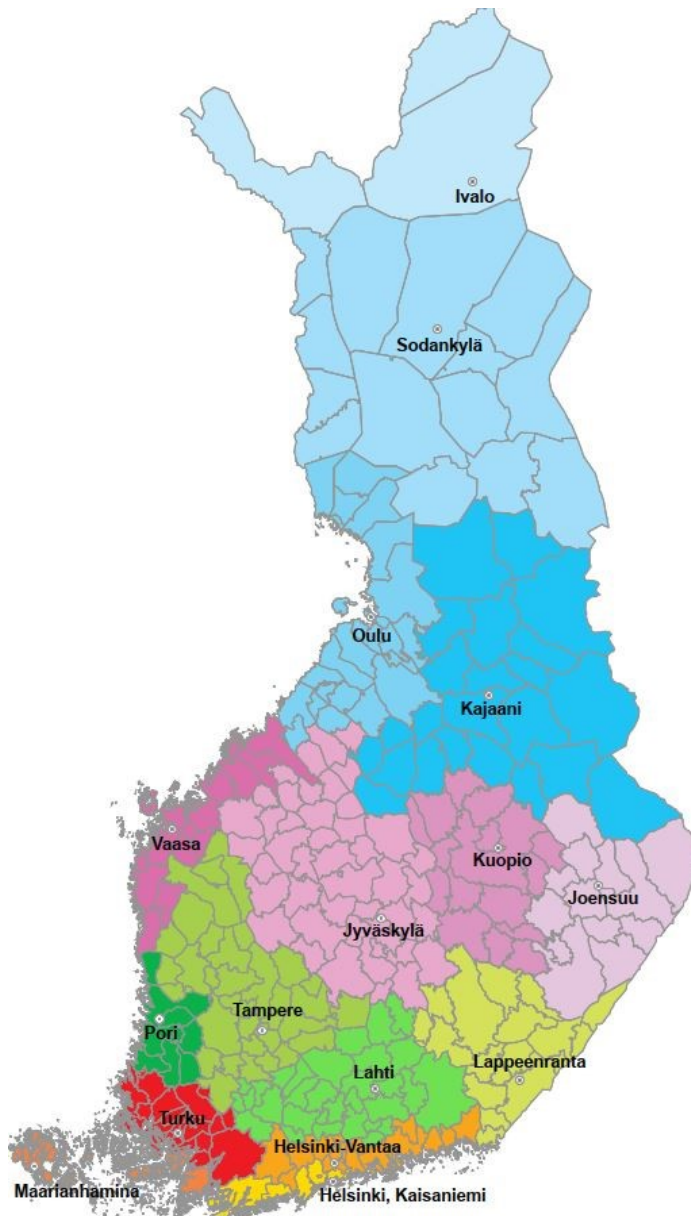
$k_2$  on paikkakunta-kohtainen korjauskerroin Jyväskylään

Kaavaa 3 puolestaan käytetään silloin, kun lasketaan kertoimen  $k_1$  avulla vertailuarvoja samalla paikkakunnalla tai saman vertailupaikkakunnan alueella oleville eri rakennuksille. Tämä on usein tarpeen esimerkiksi kaupunkien energiakatselmuksissa, jolloin eri rakennusten tiedot ovat vertailukelpoisia keskenään. (Kiinteistön energiankäyttö 2023.)

$$Q_{norm} = k_1 \times \frac{S_{N\ vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} \times Q_{toteutunut} + Q_{lämmön\ käyttövesi} \quad (3)$$

$k_1$  on paikkakunta-kohtainen korjauskerroin vertailupaikkakuntaan

Jokaiselle Suomen kunnalle on määritetty omat kertoimensa  $k_1$  ja  $k_2$ . Lisäksi on määritetty 16 erillistä vertailupaikkakuntaa (kuva 14), joista johonkin jokaista kuntaa verrataan. (Kiinteistön energiankäyttö 2023; Lämmitystarveluvut 2023.)



Kuva 14. Normituksen vertailupaikkakunnat. (Lämmitystarveluvut 2023)

Kuvassa 14 on esitetty kaikki lämmitystarvelukujen 16 päävertailupaikkakuntaa. Kuvassa värein on havainnollistettu sitä, mihin paikkakuntaan mitäkin kuntaa verrataan.

## 5 Energiankulutustietojen hyödyntäminen

### 5.1 Automaatiografiikalla näytettävien energiankulutustietojen hyödyntäminen

Miksi energiankulutustietoja edes pitäisi esittää automaatiografiikoilla, kun organisaatiolla kuitenkin on EnerKey käytössä, voi olla ihan aiheellinen kysymys. Yksi jo luvussa 4.1 esiin tuotu huomio on se, että esimerkiksi EnerKeyssä ei tavoitearvoja pystytä lisäämään mittausdatan kanssa samoihin kuvaajiin. Automaatiografiikalle tavoitearvot mittaustietojen lisäksi tuotaessa voidaan vertailla tavoitearvoja todellisiin kulutuksiin.

Toinen syy siihen, miksi energiankulutustiedot olisi hyvä näyttää automaatiografiikalla, on informaatio itse kohteen huollolle. Energiankulutustiedot ja tavoitearvot voisivat kannustaa etsimään huonosti toimivia osia ja parantamaan koko kiinteistön toimintaa. Kolmanneksi koska rakennuksen energiankulutus on paljolti riippuvainen itse automaation toiminnasta, olisi hyvä nähdä myös syy-seuraussuhteet suoraan yhdestä järjestelmästä.

Toisin sanoen energiankulutustietoja voi hyödyntää useampi henkilöryhmä hie-man erilaisiin asioihin. Kiinteistömanageria kiinnostaa kulutukset yleensä sekä erityisesti kulutuksista aiheutuneet kustannukset, huoltoa tai ylläpitoa voi kiinnostaa vaikuttavatko tehdyt toimenpiteet energiankulutukseen ja esimerkiksi energiakatselmoija saa apuja energiankulutuksen esityksistä eri energiaosioiden arvioimiseen.

### 5.2 Kulutustietojen hyödyntäminen kiinteistön omistajien ja ylläpitäjien näkökulmasta

Kulutustiedot ovat suoraan verrannollisia kustannuksiin, joten kiinteistön omistajia kiinnostaa kulutusten määrä ja vielä mieluummin kulutusten kustannukset euroa/MWh-mallilla. Suuret energiakustannukset ovat perinteisesti pois esimerkiksi kiinteistön muusta huollosta tai parannuksista, ja ensisijaisesti kustannuksista halutaan vähentää.

Haastattelujen perusteella organisaatioilla on energiankulutustietoja käsitteleviä henkilöitä, jotka keräävät tärkeimmät tiedot rakennusten osalta eteenpäin esimerkiksi erilaisten energiantehostustoimenpiteiden tueksi ja niiden vaikutusten toteamiseksi. Tiedot tallennetaan ja niitä voidaan käyttää organisaatioiden omissa julkaisuissa, joissa käsitellään esimerkiksi koko organisaation energiankulutusta ja sen jakautumista. Ainakin yhden haastatellun organisaation kohdalla energiankulutuksen hiilidioksidimäärät julkaistaan kaikille avoimena kestävä kehityksen raporttina vuosittain. Energiatiedot raportoidaan eteenpäin kuu-kausitasoisena.

Monella suurella toimijalla on myös käytössään jokin oma energiatehokkuussopimus tai Motivan koordinoima sopimusjärjestely esimerkiksi toimitilojen energiatehokkuussopimus (TETS), jonka myötä energiatehokkuustoimenpiteiden raportointi on pakollista kansalliseen järjestelmään. (Energiatehokkuussopimukset 2016)

Kaikilla haastatelluilla organisaatioilla oli käytössään Granlund Manager (GM), jossain muodossa. Lähes kaikki myös totesivat GM:n olevan hieman vanhanlainen ja kankea, eikä siihen pystytä liittämään kuin ainoastaan pääenergioiden mittaukset. Kahdella haastatelluista organisaatioista oli meneillään energia-manageroinnin parannus tai pilotointi. Kokeiluun liittyi palvelu, jolloin ulkopuolinen taho seuraa kiinteistöjen energiankulutuksia, raportoi niistä ja antaa ehdotuksia tehokkuustoimenpiteistä.

Haastattelujen myötä selvisi, että useimmat haastatellut käyttävät energiankulutustietoja huollon ja ylläpidon työkaluna. Ainakin yhden organisaation kohdalla kulutusten perusteella pyritään aktiivisesti etsimään parannettavia kulutuskohteita ja seuraamaan niiden toimintaa.

Haastattelujen tuloksena todettiin, että kaikki toimijat suosivat sitä, että energiankulutusmittaukset liitetään automaatiojärjestelmään, koska toimien ja kulutusten syy-seuraussuhde on niin vahva. Lisäksi kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että energiankulutusta tulee mitata tarkemmin kuin vain

pääenergiamuotoisena. Toimijoilla on myös määriteltynä erilaisia KPI-mittareita, joita energiankulutuksessa seurataan.

Haastatteluissa käytiin läpi automaation grafiikkakuvaohjeen mallikuvaa ja siitä saatiin positiivista palautetta. Monet kohdat olivat juuri niitä, joita haastatellut organisaatiotkin käyttivät sekä näkivät tarpeellisina. Muutamia pieniä kehitysehdotuksia nousi keskustelujen tuloksena, suurimpina niistä kustannusten sekä hiilidioksidipäästöjen esityksen puuttuminen. Osa toimijoista totesi, että esimerkiksi sähköenergiankulutus olisi hyvä jaotella myös karkeasti eri käyttökohteittain esimerkiksi lvi-sähkö, kiinteistön laitteiden kuluttama sähkö ja käyttäjäsähkö osioihin. Tätä ei ollut grafiikkakuvaohjeen malliversiossa otettu huomioon.

### 5.3 Kulutustietojen hyödyntäminen energiakatselmoinnin yhteydessä

Energiakatselmusten yhteydessä lämmitys- ja sähköenergian sekä vedenmittaustiedoista olisi suurtakin hyötyä, koska automaatiografiikoilta tiedot nähdään nopeasti ja ne saa nykyisin useimmiten kätevästi talteen esimerkiksi xls- tai csv-muotoisena, jolloin myös niiden jatkojalostaminen on helppoa. Energiakatselmuksissa lämmityksen, sähkön ja veden kulutusta tarkastellaan vertailuvuoden sekä sitä edeltäneiden kahden vuoden tasolla, jolloin useamman vuoden datasta todella on hyötyä.

Lisäksi automaation kulutusgrafiikoilta voisi mutkattomasti löytää energiansäästön potentiaali kohteet ja tarkastelun kohdistaminen tiettyihin järjestelmiin olisi nopeampaa ja sujuvampaa. Mahdolliset selkeän kulutusmuutoksen ajankohdatkin ovat tarkasti nähtävillä, jolloin ajankohdan perusteella voi tiedustella, mitä siinä vaiheessa on esimerkiksi muutettu tai tehty toisin. Yhtenä hyötynä on myös, että mahdollisen toimintahäiriön voi nähdä suoraan automaatiografiikan trendeistä tarkan ajankohdan mukaan. Koska automaatiojärjestelmään yleensä myös luodaan laitteiden ja mittausten trendiajot, voitaisiin tarkempikin energiankulutustarkastelu tehdä eri järjestelmäosille helposti.



Kuva 15. Normeeratun lämmitysenergiankulutuksen esitys Nuukassa. (Nuuka-portaali 2023.)

Helsingin kaupungilla on esimerkiksi käytössään energiankulutusten tarkastelu-sovellus Nuuka, josta kuukausittaiset kulutukset nähdään yhdessä kuvassa (kuva 15). Nuukaan luetaan energialaitoksen sähkön- ja lämmönkulutukset automaattisesti. Vedenkulutukset tuodaan pääosin vielä manuaalisesti huoltomiesten toimesta, joten niistä ei yleensä ole saatavilla kuukausikohtaista tietoa, vaan tietoja järjestelmään on päivitetty vaihtelevasti vuoden tai useamman kuukauden sykleillä. Vuosittaiset kuukausikulutukset ovat vertailtavissa edelliseen kahteen vuoteen (kuva 15), mutta tähän näkymään ei ainakaan pelkillä katsomisoi-keuksilla ole mahdollista tuoda lisäksi tavoite-energiakäyrää.



Kuva 16. Sähkönkulutus tavoite-energiäkäyrällä. (Nuuka-portaali 2023.)

Nuukaan kuitenkin on liitettyä kuukausittainen tavoite-energiankulutus, joka on Helsingin tapauksessa määritelty jokaiselle rakennukselle tai kiinteistölle vuoden 2015 energiankulutustason perusteella. Kuvassa 16 on esitettyä yhden vuoden energiankulutustiedot palkkeina kuukausittain sekä tavoitearvot käyränä. (Nuuka-portaali 2023.)

## 6 Energiankulutustietojen vertailu ja tulkinta

### 6.1 Vertailuarvot vai tavoitearvot

Rakennuksen oman historian sähkö-, lämpö- ja jäähdytysenergian- sekä vedenmittaustiedot ovat hyvää vertailuarvoa pidemmällä aikavälillä. Niistä näkee nopeasti rakennuksen niin kutsutun peruskuorman ja sen, onko rakennuksen käytössä tapahtunut jotain muutoksia vuosi- ja kuukausitasolla.

Lähtökohtaisesti olisi siis hyvä, jos vertailuarvot olisivat ainakin rakennuksen edellisten vuosien osalta käytössä. Jos saadaan samaan kuvaajaan rakennuksen tavoitearvot, on tilanne jo huomattavasti parempi. Vielä kun lisätään eri kulutuksille omat osiot ja vertailu edelliseen tai kahteen edelliseen vuoteen sekä tavoitearvot siihen rinnalle, saadaan jo kohtalaisen paljon informaatiota rakennuksen kulutuskäyttäytymisestä. Lisäksi jos tehdään energiankulutuksen pienentämiseen tähtäviä toimenpiteitä, niiden vaikutukset on helppo huomata jo kuukausitasolla edelliseen vertailtaessa. Lähtöarvojen muuttuessa tulisi kuitenkin muistaa myös arvioida tavoitearvot uudelleen, esimerkiksi käyttöaikojen muutos vaikuttaa yllättävän paljon, niin sähkön kuin lämmönkin kulutukseen.

### 6.2 Sopiva tarkkuus vertailulle

Sopiva tarkkuus on avainasemassa, kun tietoja esitetään sekä tulkitaan. Kokonaisenergian- ja -vedenkulutusta on hyvä tarkkailla niin vuosi kuin kuukausitasollakin. Viikkotasoinen vertailu harvemmin on tarpeen minkään kulutuksen osalta, ellei sitten tarkastella jonkin vian ilmenemistä, jolloin jopa tuntitasoinen kulutustieto voi olla hyödyllistä. Kuitenkaan perustasoiseen energiankulutuksen näyttöön viikko- ja tuntitasoiset vertailut eivät tuo juuri lisäarvoa.

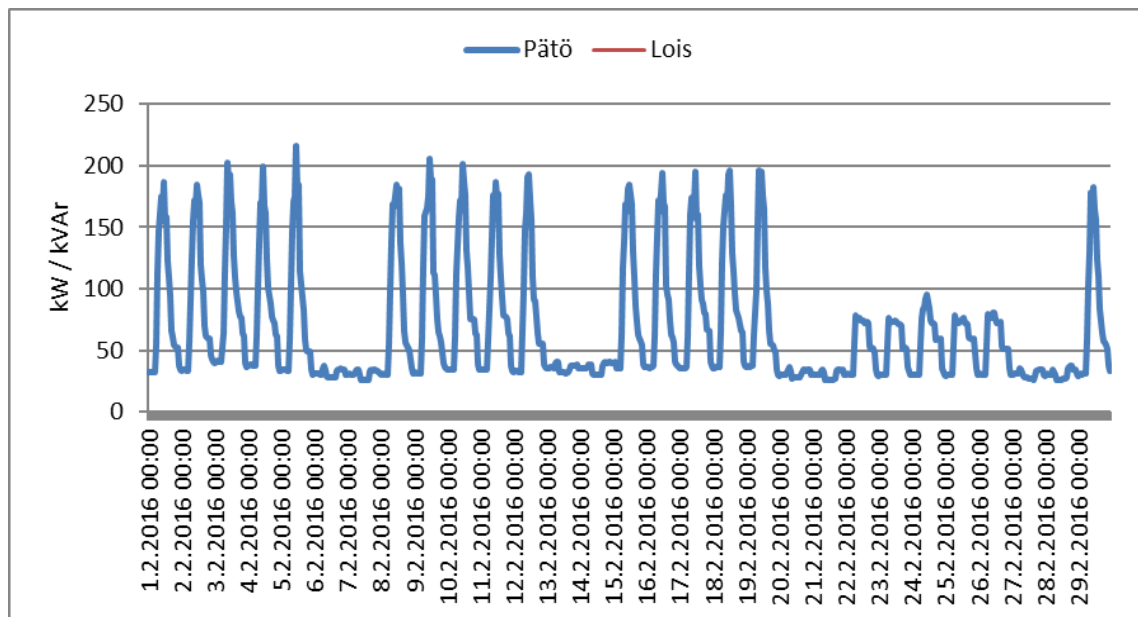
Ajanjakson lisäksi toinen mietittävä näkökulma on kulutuksen sisäinen ryhmitely. Jos kiinteistössä on mittauksia esimerkiksi lämmityksessä verkostoittain, eri verkostot olisi syytä esittää kokonaiskulutuksen lisäksi myös omina



vertailuparametreinään. Liian pieniinkään vertailuryhmiin ei kannata sortua, vaan mittaukset kannattaa pitää järkevässä mittakaavassa.

### 6.3 Miten rakennustyyppi vaikuttaa

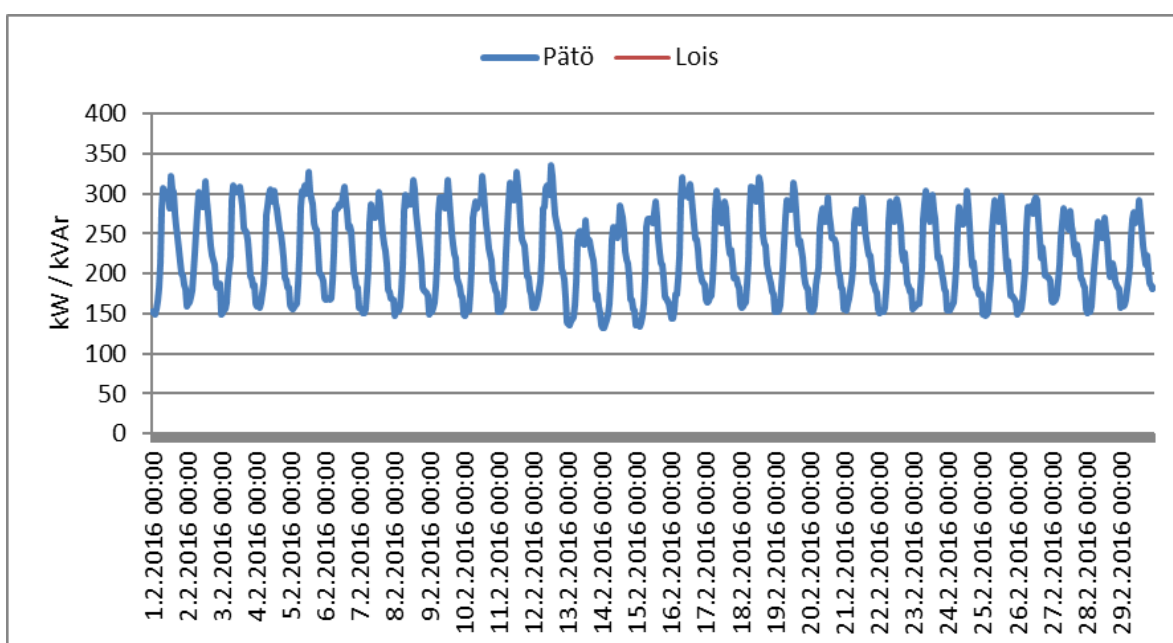
Rakennustyyppi vaikuttaa paljon erityisesti rakennuksen sähköenergiankulutusprofiiliin. Esimerkiksi peruskoulun ja vertailuun erilaisuutensa perusteella valikoituneen eläintarharakennusten sähköenergiankulutukset ovat täysin erilaisia. Siinä missä peruskoulun pääkäyttö on kello 08:00-16:00 kohtalaisen tasaista ja kesällä pari kuukautta kiinni, eläintarharakennuksissa on käyttöä kellon ympäri ja sillä voi olla suurikin peruskuorma ympäri vuorokauden tai suurempia kulutuspiikkejä tiettyihin aikoihin. Oheisissa kuvissa on esitetty koulurakennuksen ja eläintarharakennusten yhden viikon ja kuukauden sähkön kulutusprofiili.



Kuva 17. Koulun kuukauden sähkökulutusprofiili. (Sweco Finland Oy. Projektiaarkisto. 2017.)

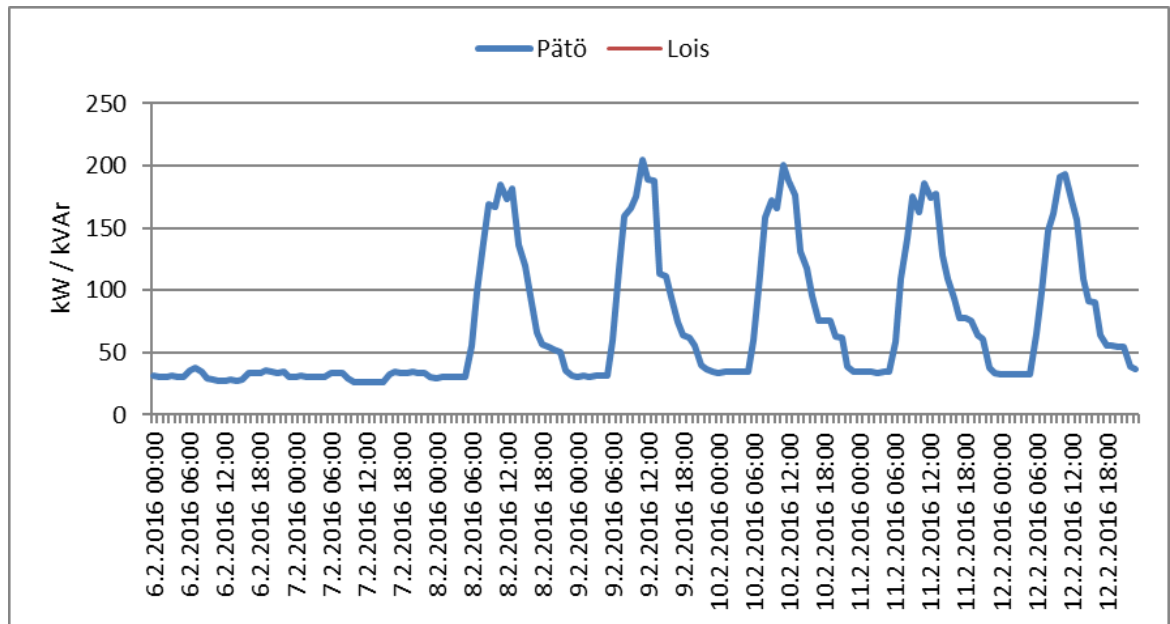
Vertailtaessa koulun ja eläintarharakennusten kuukauden kulutusprofiileja (kuva 17 ja 18) pikaisella tarkastelulla ne näyttävät pitkälti samanlaisilta arkipäivien maanantaista perjantaihin kohdalla. Viikonloppuna lauantaista sunnuntaihin koulurakennuksen sähkökäyttö on selvästi paljon pienempää, kun taas

eläintarharakennusten kulutuksessa ei juuri ole vaihtelua arjen ja viikonlopun välillä. Tarkemmalla tarkastelulla voidaan huomata jo sähkönkulutuksen peruskuormien olevan täysin erilaiset. Eläintarharakennuksissa peruskuorma ei laske kovin paljon alle 150 kilowatin, johtuen koko ajan päällä olevista valaistuksista ja lämpölampuista, kun taas koulun peruskuorma on jossain 40 kilowatin paikkeilla yöaikaan. Koulun kulutusprofiilissa myös näkyy selvästi eteläsuomalaisen hiihtolomaviikon vaikutus 22.–27.2, jolloin todennäköisesti esimerkiksi iv-koneita on käytetty loma-aikaohjelman mukaisesti puolella tai minimiteholla normaalin täyden tehon sijasta.



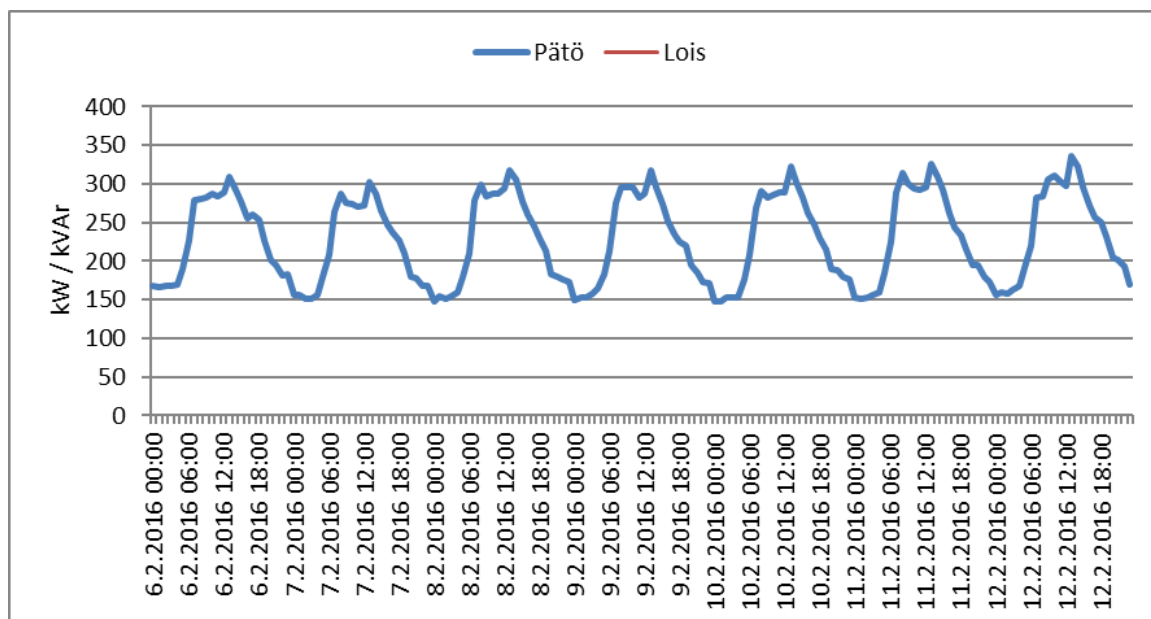
Kuva 18. Eläintarharakennusten kuukauden sähkönkulutusprofiili. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. 2017.)

Tarkasteltaessa eläintarharakennusten ja koulun yhden viikon sähkönkulutusprofiileja (kuvat 19–20) huomataan myös muita eroja. Koulun viikon kulutuksesta huomataan, että koulussa on hieman enemmän tai pidempään käyttöä tiistaisin ja keskiviikkoisin kuin muina viikonpäivinä, lisäksi huipputeho on noin 11 aikaan. Käyttö vähenee kello 14:n jälkeen, noin kello 17 iv-koneet siirtyvät osateholle ja kello 22 sammuvat kokonaan.



Kuva 19. Koulun viikon sähkönkulutusprofiili. (Sweco Finland Oy. Projektiaarkisto. 2017.)

Eläintarharakennuksissa viikon käyttö (kuva 20) on hyvin tasaista viikonpäivästä riippumatta, ja useimpina päivinä näkyy kaksi erillistä huipputehopiikkiä ensimmäinen kello yhdeksän aikaan ja toinen kello yhden aikaan päivällä. Nämä mahdollisesti liittyvät esimerkiksi eläinten ruokinta-aikoihin tai vastaaviin. Eläintarharakennuksissa iv-koneita myös on päällä poikkeuksellisen paljon ympärivuorokautisesti, mutta osa iv-koneista on käynnissä normaaliaikoina kello 08-16 ja 04-22. Sähkönkulutuksen nousu ja laskukäyrät usein selittyvät pitkälti ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen perusteella.



Kuva 20. Eläintarharakennusten viikon sähkönkulutusprofiili. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. 2017.)

Pelkän kulutusprofiilin lisäksi erikoisemmissa rakennuksissa voi olla paljonkin energiaa kuluttavia järjestelmiä, jotka ovat kuitenkin täysin oleellisia jonkin prosessin osalta. Esimerkiksi tehtaissa voi olla suuria paineilmajärjestelmiä, jotka kuluttavat paljon sähköä, tai uimahalleissa veden lämmitys on aivan toista kuin normaalissa toimistorakennuksessa. Tällaiset kulutukset olisi hyvä saada mahdollisimman tarkkaan rajattua pois niin sanotusta peruskuormasta mielellään mittauksen perusteella.

#### 6.4 Ulkopuolisten tekijöiden vaikutus

Ulkopuolisista tekijöistä suurin on ulkolämpötila, joka tosin vaikuttaa lähinnä lämmitysenergian kulutukseen. Siksi lämmitysenergiat normitetaan, jotta ne olisivat vertailukelpoisia keskenään. Jäähdytyksen määräänkin ulkolämpötila vaikuttaa, mutta jäähdytyksen osuus on yleensä sen verran pieni, ettei sitä varsinaisesti oteta huomioon tai vertailla mitenkään. Lähinnä esitetään mittaustulokset, joista voi sitten päätellä, että toisena kesänä on ollut pidempi kuuma jakso kuin toisena. Sähkönkulutukseen ulkolämpötila vaikuttaa aika marginaalisesti, ellei kyseessä ole sähkölämmitteinen kohde. Vanhoissa rakennuksissa, joissa

ilmanvaihtokoneilla on esimerkiksi ulkolämpötilapudotuksia, voi kylmä talvi vaikuttaa jopa niin päin, että sähkönkulutus ilmanvaihdon osalta on pienempää, koska puhaltimet käyvät pienemmällä teholla.

Ulkopuoliset tekijät vaikuttavat myös tuottolaitteisiin. Ei voida ennustaa, miten paljon aurinkosähköä laitteisto tuottaa esimerkiksi vuodessa. Keskiarvon voi ehkä laskea, mutta yhden vuoden tuottokin voi olla huomattavan erilainen eri vuosien välillä. Aurinkosähkön tuottoon vaikuttaa niin vuodenaika, pilvisuus kuin talven lumisuus, joka vaikuttaa suoraan lumikerrokseen paneelien päällä. Lämpöpumpuista puolestaan ilma- ja ilmavesilämpöpumppujen COP-lukuun eli hyötysuhteeseen ulkolämpötila vaikuttaa suoraan. Lämpöpumppujen hyötysuhde on yleisesti sitä heikompi, mitä kylmempää on. Poikkeuksena lämpöpumpuista on maalämpöpumppu, jonka hyötysuhde pysyy jotakuinkin samana, koska maapiirin keruunesteen lämpötila on lähes vakio.

Yhtenä paljon vaikuttavista ulkopuolisten tekijöiden joukkoon kuuluvista osista on käyttäjien vaikutus. Käyttöajat sekä rakennuksen käyttö itsessään vaikuttavat paljolti siihen, minkälainen energiankäyttöprofiili rakennuksella on. Luvussa 6.3 on hieman sivuttu rakennuksen sähkön käytön osalta energiankäyttöprofiilia käyttöaikataulujen perusteella. Käyttöaikataulut perustuvat paljolti myös käyttöpaikan rakennustyyppiin eli siihen, minkälaista toimintaa rakennuksessa on.

## 6.5 Tekniikan toimivuuden vaikutus

Tekniikan toimivuus on avainasemassa siihen, että laskennallisiin tavoitearvoihin ylipäättään päästään. Laskennalliset tavoitearvot, sen lisäksi, että on määriteltä käyttäjät, käyttäjämäärät sekä sopivat lämpötilat, arvioidaan mahdollisimman pienillä säätöhäviöillä ja tekniikan oikealla toiminnalla.

Lämmityksen liian korkeat tai jäähdytyksen liian matalat asetukset aiheuttavat jo heti kättelyssä enemmän kulutusta kuin optimitilanteessa olisi tarkoitus. Lisäksi, jos säätö ei ole viritetty hyvin ja heiluu sekä vasteaika on pitkä, energiaa kuluu taas turhaan oikean kohdan hakemiseen. Edellisillä voi olla vaikutusta

myös sisäilmaston laatuun, esimerkiksi kun liian lämmin ilmanvaihtokoneen tu-  
loilma ei pääse sekoittumaan tilaan vaan jää tilan yläosaan ilmapatjaksi eikä  
laskeudu oleskeluvyöhykkeen tasalle. Tällöin ilmanlaatu voidaan kokea hu-  
noksi.

## 7 Energiankulutuksen esitys

### 7.1 Yleistä

Tämän kehitystyön yksi tärkeimpiä tavoitteita oli valikoida sopivat mittauskokonaisuudet harkituin ajanjaksoin grafiikkakuvaohjeelle. Grafiikkakuvanäytön selkeys ja helppo tulkittavuus ovat tärkeimpiä kriteerejä varsinaista ohjeistusta luodessa. Informatiivisuus ei saisi kärsiä liian tiedon takia. Piti myös miettiä, millälaisina kokonaisuuksina energiankulutusta olisi hyvä tarkastella. Kaiken tämän lisäksi piti tarkastella, miten energialaskennassa saatuja tietoja voisi yhdistää automaation energiamittausten grafiikkakuville. Kehitystyön tuloksena syntyi kokonaan uusi osio yrityksen grafiikkakuvien malliohjeeseen. Energiankulutusten malligrafiikkaa käytiin läpi myös eri organisaatioiden käyttäjäpuolen haastatteluna, ja haastatteluiden tärkeimmät huomiot on kirjattu tähän työhön.

### 7.2 Lähtötilanne kehitystyölle

Lähtötilanteessa grafiikkakuvamallissa oli energiankulutuspitoisuudet esitettynä ainoastaan luvun 4 kaltaisina numerotietoina. Olemassa olevassa grafiikkakuvien mallissa (kuva 21) oli kyllä eriteltynä sinänsä selkeästi eri osa-alueet, kuten sähkö, lämpö ja vesi, mutta havainnollinen graafinen esitys sekä laajempi vertailu edellisiin vastaaviin ajanjaksoihin puuttuivat samasta näkökulmasta. Edellisen pari vuotta sitten tehdyn, päivityksen myötä oli jo lisätty tavoite-energiankulutus vuositasolla sarake, mutta saman päivityksen yhteydessä alettiin lisäksi hahmotella tätä kehitystyötä.

PÄÄKUVA		ILMANVAIHTO	LÄMMITYS	JÄÄHDYTYS	ERILLISPISTEET	VAIKUTUSALUE
LÄMPÖENERGIAMITTARIT						
MITTARI	VAIKUTUSALUE	Edellinen kk.	Edellinen vuosi	Tavoite–energiankulutus/a		
IV01LM01	Ilmastointiverkosto	172 MWh	1820 MWh	1700 MWh		
PV01LM01	Patteriverkosto	172 MWh	1820 MWh	1700 MWh		
LL01LM01	Lattialämmitysverkosto	172 MWh	1820 MWh	1700 MWh		
JÄÄHDYTYSENERGIAMITTARIT						
MITTARI	VAIKUTUSALUE	Edellinen kk.	Edellinen vuosi	Tavoite–energiankulutus/a		
IJ01LM01	Ilmastointijäähdytysverkosto	172 MWh	720 MWh	750 MWh		
PJ01LM01	Palkkijäähdytysverkosto	172 MWh	720 MWh	750 MWh		
FJ01LM01	Puhallinjäähdytysverkosto	172 MWh	720 MWh	750 MWh		
SÄHKÖENERGIAMITTARIT						
MITTARI	VAIKUTUSALUE	Edellinen kk.	Edellinen vuosi	Tavoite–energiankulutus/a		
SJ03SM01	Päämittaus	172 MWh	172 MWh	1700 MWh		
SJ03SM02	Ilmanvaihto	172 MWh	172 MWh	1700 MWh		
SJ03SM03	Valaistus	172 MWh	172 MWh	1700 MWh		

Kuva 21. Grafiikkakuvaohjeen energiankulutusten esitys, malli. (Sweco Finland Oy. Projektiarkisto. 2022.)

Asiakkailta on myös tullut palautetta, että tiedot voisivat olla jotenkin paremmin nähtävissä ja ymmärrettävissä. Lisäksi kehitysryhmässä energiankulutusten esityksen selkeyttäminen on ollut esillä useamman kerran. Käsillä oleva energia-kriisi ja energiamurros ovat tietysti omiaan lisäämään energiankulutuksen tarkastelun ja vähentämisen tarvetta. Energiaa tulisi käyttää vain tarpeeseen, ja turha ylimääräinen energiankulutus olisi hyvä nipistää pois, kuitenkin sisäilmaolosuhteiden kärsimättä.

Malligrafiikkakuvan kehittäjä sai kohtalaisen vapaat kädet malliesityksen järjestyksen sekä visuaalisen ilmeen luontiin. Avuksi sekä kehitystyön pohjaksi toki oli aiempi kokemus energiankulutusnäytöistä. Lisäävuksi olivat myös muutamat jo toiminnassa olevien kohteiden mallikuvat, joista lähdettiin hahmottelemaan kokonaisuutta ja tarpeellisia osioita grafiikkakuvaohjeeseen.

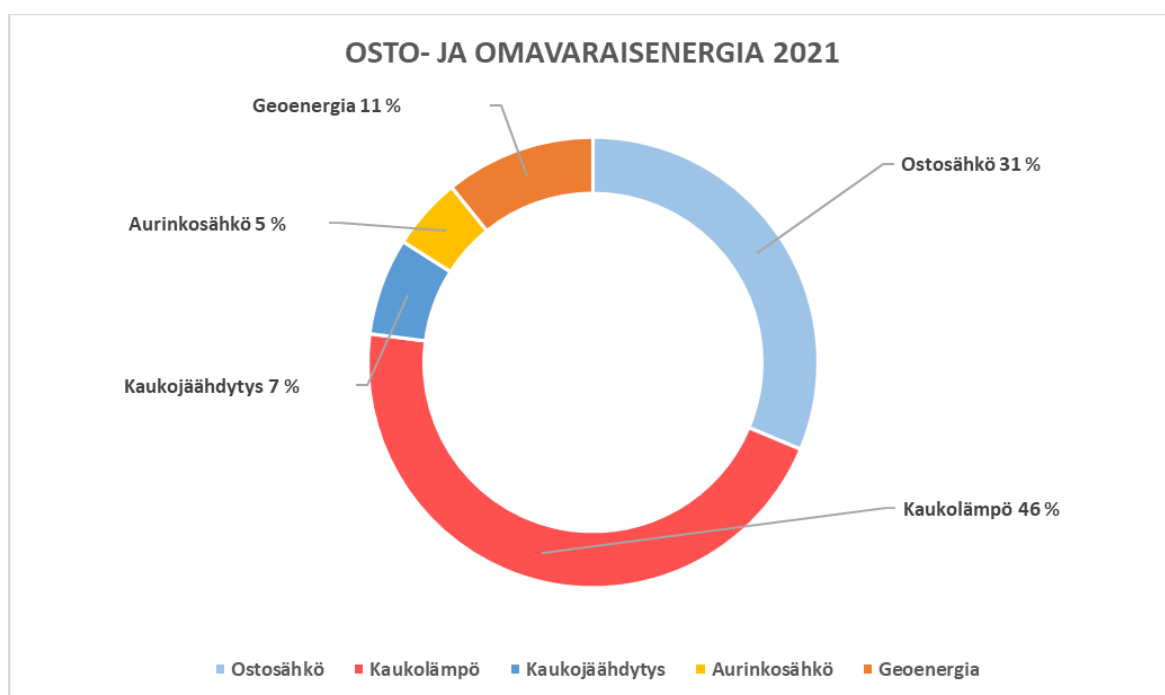
### 7.3 Valittavat tiedot ja vertailuarvot

Kehitystyön alkukeskustelujen perusteella päädyttiin tarkastelemaan kulutuksia vain vuosi- sekä kuukausitasolla, koska tultiin siihen lopputulokseen, että viikko- ja tuntitasoista tietoa voisi käyttää tarvittaessa automaation trendiajoilta esimerkiksi tarkempaan vianmääritykseen tai havaittujen poikkeamien tarkasteluun.



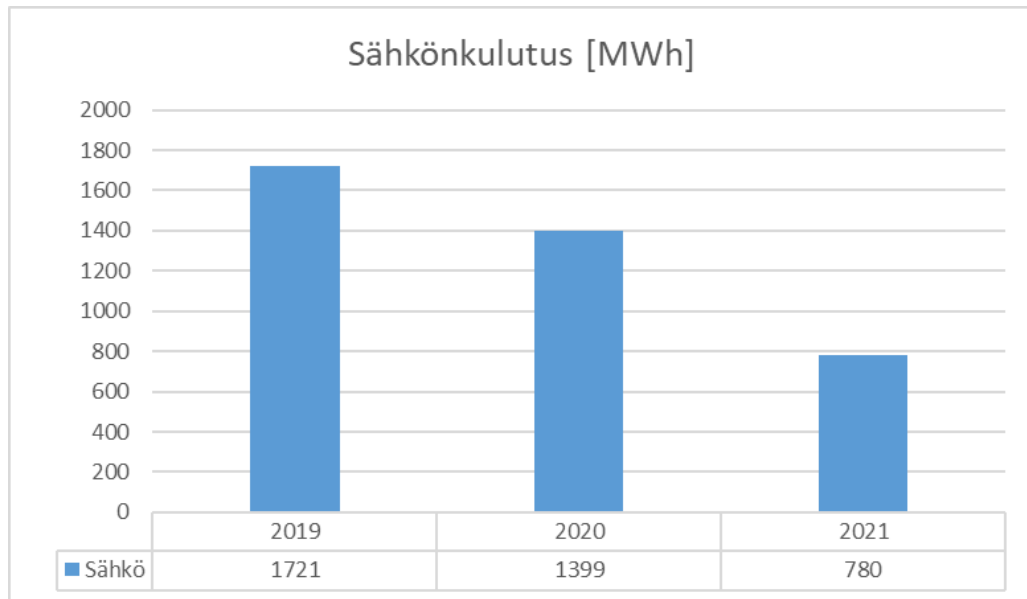
Lisäksi päädyttiin esittämään mahdollisimman kattavasti erityyppisiä ratkaisuja, niin että kaikki mallikuvat eivät esittäisi samaa rakennusta, joten lukujen ei tarvitsisi täsmätä keskenään.

Keskustelujen perusteella tehtiin malligrafiikan luonnosversio, jossa oli esitettyä kokonaan uusina kuvaajina ja energiankulutuksen pää- tai aloituskuvana rakennuksen vuoden osto- ja omavaraisenergiat havainnollisesti (kuva 22). Malliin lisättiin tuotettujen energioiden esitykset sekä kulutusjakaumat prosentteina. Eri energiankulutus ja -tuottomuodot on havainnollistettu kuvassa myös värein.

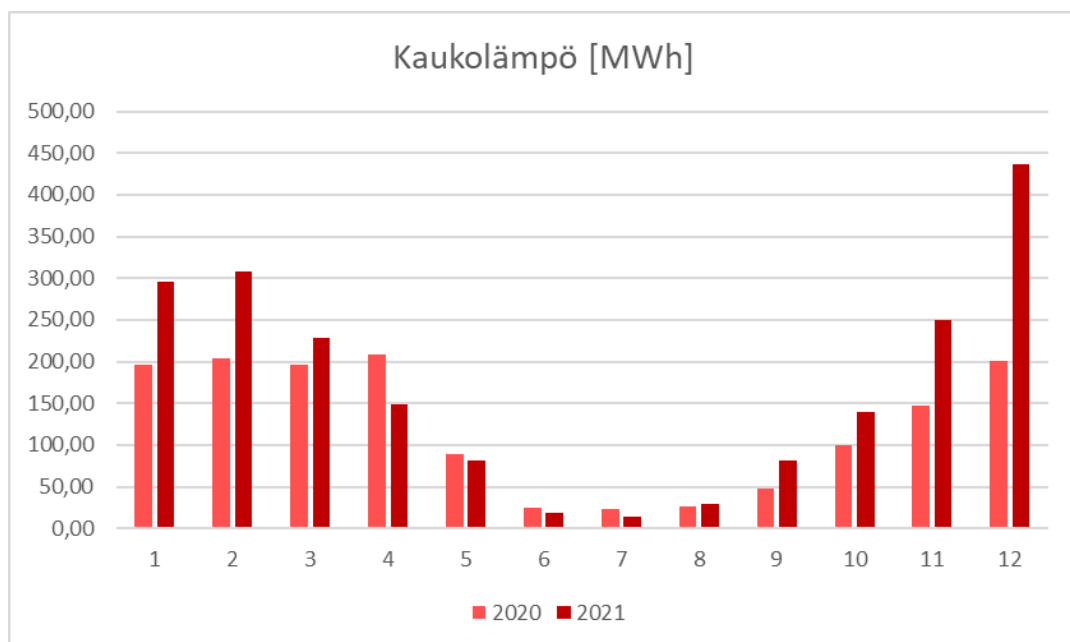


Kuva 22. Osto- ja omavaraisenergiat grafiikkamalli. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2023.)

Malligrafiikan luonnosversioon luotiin myös vuosittaiset (kuva 23) sekä kuukausittaiset (kuva 24) energiankulutukset vertailtuna edellisiin vuosiin energialajeittain pylväsdiagrammeina. Eri energiamuodoille pyrittiin valitsemaan niitä parhaiten kuvaava väri.



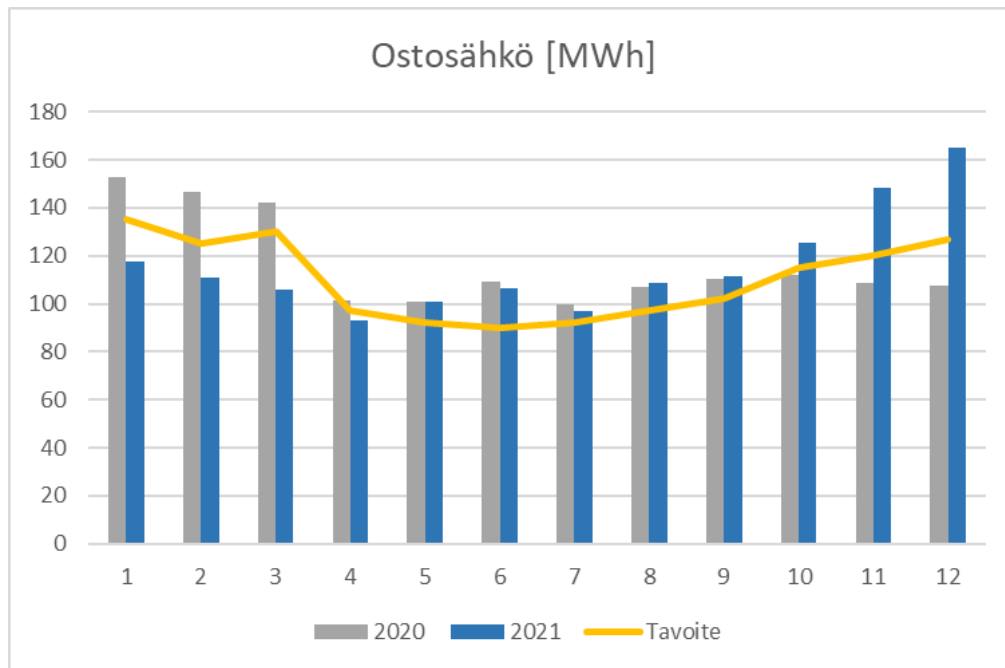
Kuva 23. Grafiikkakuvamalli vuosikulutukset kehitysversio. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2022.)



Kuva 24. Grafiikkakuvamalli kuukausikulutukset kehitysversio. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2023.)

Malligrafiikan luonnosversion kommenttien ja läpikäynnin perusteella ohjeistusta vielä täydennettiin ja hiottiin, jolloin muun muassa lisättiin tavoite-energiäkäyrät

tarvittaville kaavioille, kuten sähkölle (kuva 25), normitetulle lämmitysenergialle sekä vedenkulutukselle.



Kuva 25. Grafiikkakuvaesitys sähkön kuukausikulutukset tavoitekäyrällä. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2023.)

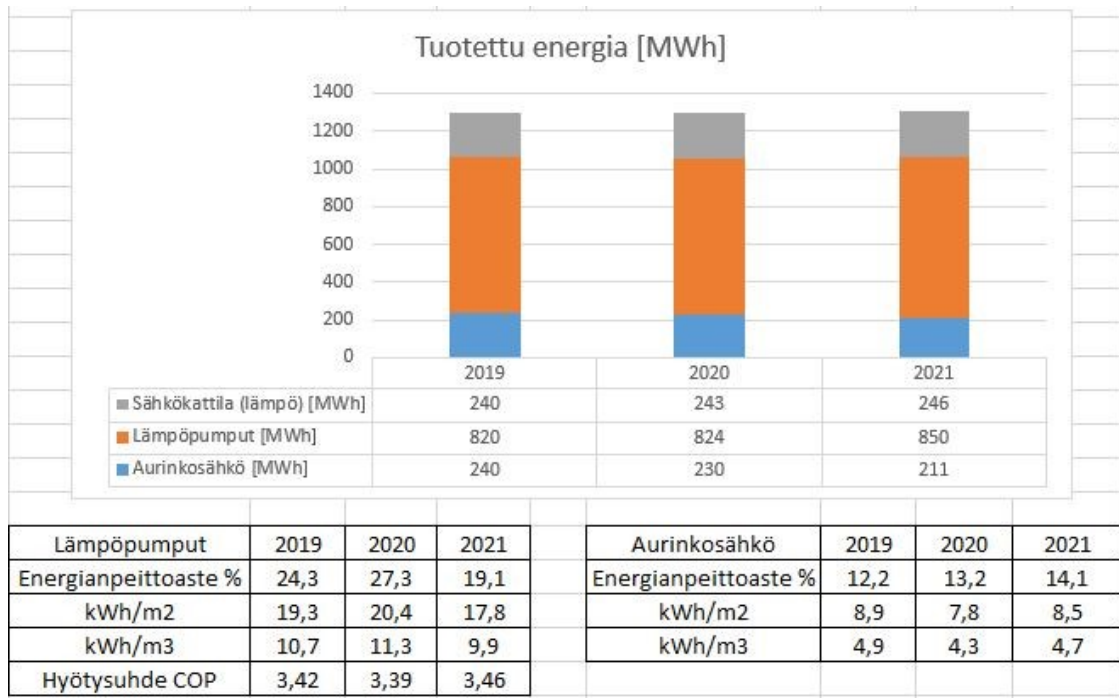
Kuukausikulutusten tavoite-energiakäyrien lisäksi esimerkiksi vuotuisen sähkön kuvaajaan eriteltiin ostettu ja tuotettu sähköenergia (kuva 26) ja sähkönkulutus sekä neliö- että kuutioperusteisesti vielä taulukoituna. Tuotettujen energioiden kuvaajaan (kuva 27) lisättiin sähkökattilan käyttämän sähkön osuus sekä avainluvut eli esimerkiksi tuotettujen energioiden energianpeittoasteen sekä energiantuottojen määrät neliö- ja kuutioperusteisesti taulukoituna.



Kuva 26. Sähkön vuosikulutus ja -tuotto sekä avainluvut. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2023.)

Täydennyskierrosten jälkeen koostettuna oli sen verran kattava ja valmis grafiikkakuvamalli (liite 1), että sen pystyi lähettämään asiakkaille tarkasteltavaksi. Asiakkaat ja tilaajat koostuivat pääosin kaupunkien sekä muutaman yksityisen toimijan kiinteistöjen ylläpito-organisaatioista. Asiakkaille lähetetyn version pohjalta pystyttiin tekemään haastattelukierros, jossa käytiin läpi grafiikkakuvaesityksen havainnollisuutta, hyviä ja huonoja puolia sekä tilaajan tarpeita. Saman keskustelun perusteella määriteltiin, miten paljon mikäkin organisaatio käyttää energiankulutustietoja ja mihin. Keskusteluissa kartoitettiin myös tilaajien kulutustietojen esityksen ja keräyksen nykytilanne.

Keskustelujen pohjalta nousi selkeitä kehitysehdotuksia vielä lisättäväksi malliin. Kehitysehdotuksista vahvimmin nousivat esiin kustannusten näyttö kulutusten rinnalla sekä koontinäytön kohdalla energiankulutuksen CO<sub>2</sub>-päästöjen määrän esitys. Erityisesti käyttäjiä ovat kiinnostaneet kustannukset kiinteistöjen hallinnoinnin lisäksi. Energiankulutuksen hiilidioksidipäästöjen esitys puolestaan tukee monien tahojen hiilineutraaliustavoitteita ja monet organisaatiot joutuvat raportoimaan hiilidioksidipäästöjensä tulokset vuosittain.



Kuva 27. Tuotetun energian kaavio ja avainluvut energialajeittain. (Sweco Finland Oy. Kehitysarkisto. Tiia Peltola. 2023.)

Haastattelujen jälkeen keskustelujen pohjalta havainnoidut kehitysehdotukset käydään läpi sisäisesti ja päätetään, mitä ideoita viedään vielä jatkoon lopulliseen julkaistavaan grafiikkakuvamalliin.

#### 7.4 Tietojen esitysjärjestysrakennusautomaation grafiikkakuvassa

Esitysjärjestystä ei tarvinnut kauaa pohtia. Loogisinta tietysti oli ottaa ensimmäiseksi näkyväksi tai niin sanotuksi energiankulutusten pääkuvaksi koko vuoden osto- ja omavaraisenergiat. Tähän näyttöön tuotiin näkyviin osto- ja omavaraisenergiat prosentteina, kulunut kokonaisenergia sekä laskennallinen tavoiteenergiankulutus (liite 1). Päänäkymään voisi olla hyvä tuoda vielä taulukkomuotoisena kulutukset sekä kustannukset.

Päänäkymän jälkeen siirrytään loogisesti eteenpäin suuremmasta pienempään eli energiankulutusten vuositasolle. Vuosikulutusten päänäkyvässä (liite 1) esitetään kulutetut ja tuotetut lämmitys-, jäähdytys- ja sähköenergian määrät

pylväsdiagrammein vertailtuna edelliseen vuoteen. Kullekin tuottomuodolle esitetään myös kokonaisenergiämäärät (MWh) sekä ominaiskulutukset (kWh) neliö- sekä kuutioperusteisesti taulukossa. Seuraavaksi esitetään vuosikulutukset (liite 1) kaukolämpö normitettuna ja kaukojäähdytys, sähkö ja vesi ostettuna. Lisäksi vielä viimeisenä esitetään jo aiemmin sivuttu tuotetut energiat kuvaaja sekä taulukot (kuva 26).

Vuosikulutusten jälkeen siirrytään kuukausitasolle. Kuukausitasoisesti (liite 1) esitetään ensin lämmitys, sekä normitettuna että mitattuna kulutuksena. Normitetun kulutuksen kohdalla on otettu myös huomioon tavoitekäyrä. Lämmitystä seuraavat kaukojäähdytys, ostosähkö sekä vesi.

Kuukausittaisten ostettujen energioiden jälkeen ovat lämpöpumppujen ja aurinkosähkön tuotto, lämpöpumppujen sähkönkulutus sekä lämpöpumppujen hyötysuhde (COP) kuukausitasoisena ja verrattuna edelliseen vuoteen (liite 1).

Viimeisenä osiona esityksessä on vielä kulutusjakaumat (liite 1). Suurimpana ja ensimmäisenä on lämmön kulutusjakauma esitettynä kaaviomuodossa sekä pylväsdiagrammein. Lämmön kulutusjakauma on eritelty eri lämmitysmuotoihin, kuten iv-koneiden, patteri- ja kiertoilmakoneiden (ksk) lämmitykseen, sekä lämpimään käyttövedeen. Sähkön kulutusjakauma on eritelty suurimpien kulutuspaikkojen mukaan iv-koneiden, ulkovalaistuksen, sisävalaistuksen ja sähkölämmitysten kuluttamaan sähkөөn sekä muuhun sähkөөn.

Muuhun sähkөөn kuuluvat yleensä tilan käyttäjien muut laitteet kuten esimerkiksi suurimpana tietokoneet sekä keittölaitteet. Haastattelujen perusteella suurimpien laitteiden sähkönkulutus olisi hyvä mitata erikseen ja tuoda se omaan grafiikoille. Vedenkulutuksen osalta kulutusjakauma jaetaan ensin kylmään ja lämpimään käyttövedeen. Tarkemmin jaoteltuna vedenkulutus esitetään yleisesti tiloittain sekä lämpimän käyttöveden osalta vielä tarkemmin tiloittain (liite 1).

## 7.5 Tietojen esitysmuoto rakennusautomaation grafiikkakuvassa

Tietojen esitysmuoto rakennusautomaation grafiikkakuvassa ei ollut aivan niin helppo tehtävä kuin tietojen esitysjärjestys. Kehitystyön lähtökohtana oli jo tämän luvun alussa esitetty numeromuotoinen esitys, joka ei ollut kaikista luettavin tai nykyaikaisin esitystapa. Taulukkomuotoisesta esityksestä ei täysin oltu kuitenkaan luopumassa, vaan taulukot ja erilaiset graafit tulisi saada esitettynä samaan kuvaan mahdollisimman saumattomasti. Tuli myös päättää, ovatko graafeissa esitetyt tiedot mitattuina vai prosentuaalisina arvoina vai kenties rahallisina arvoina.

Selkein vielä täydennettävä osio olisi energiankulutuksen pääsivu (liite 1).

Pääsivulle olisi syytä lisätä, prosentuaalisten tietojen lisäksi, myös mitatut energiamäärät sekä rahalliset suureet, jotta yhdestä kuvasta saisi nopeasti tiedon kohteen senhetkisestä kulutussuunnasta. Lisäksi jo luvussa 7.3 mainittu hiilidioksidipäästöjen vuotuinen määrä olisi hyvä olla jo päänäytöllä. Kiinteistöjen käyttäjien kannalta päänäytöstä voisi jatkojalostaa vielä hetkellisen tilanteen, jolloin kuvaa voisi käyttää esimerkiksi rakennuksen infonäytöllä kiinteistön reaaliaikaisesta energiankulutustilanteesta.

Tavoitearvojen esittämistä kuukausikulutuskaavioissa pohdittiin jonkin aikaa.

Vaihtoehtoina olivat tavoite-energiapalkin lisäys tai tavoitekäyrä. Pienten kokeilujen perusteella tavoitekäyrä valikoitui esitysmuodoksi sen takia, että sitä ei vahingossa sotkettaisi esimerkiksi jonkin vertailuvuoden kulutukseksi, ja siksi, että se oli selvästi havainnollisempi.

Vuosikulutuksissa esitysmuotona olivat aluksi vain kulutuspalkit, täydennetyssä versiossa (liite 1) kulutukset ovat myös lukuarvoina kulutusnäkyvässä. Haastattelujen perusteella esimerkiksi tähän kohtaan voisi olla syytä lisätä myös hintaosio, jolloin olisi helpompi seurata muutosten aikaansaamia kuluvaikutuksia.

Toinen kohta, johon hintatiedot voisi olla syytä vielä lisätä, olisi kulutusjakamanäkymät, joissa on jo hieman tarkemmin eriteltynä se, mitä mihinkin kuuluu.

## 8 Yhteenveto

Tässä työssä päätarkoituksena oli kehitysprojektina luoda grafiikkakuvaohjeeseen kattava sekä yksityiskohtainen energiankulutusten näyttöjen malli. Työssä tarkasteltiin kriittisesti, mitä puutteita nykyisessä numeromuotoisessa esityksessä oli ja pyrittiin luomaan ehjä kokonaisuus, jossa olisi havainnollisesti näytetty sekä mitatut kulutukset että tavoitearvot niissä kohdin, joissa ne olivat tarpeellisia. Numeromuotoista energiankulutusmallia ei kokonaan syrjäytetty tämän työn tuloksena syntyneen grafiikkamallin myötä, vaan tämän mallin on tarkoitus täydentää jo olemassa olevaa grafiikkakuvaohjetta.

Lopputyön kehitystyön tuloksena tehtiin grafiikkakuvamallit Excel-muotoisina taulukoina sekä kuvaajina, jotka liitettiin kuvina nykyiseen dwg-pohjaiseen suunnittelutiedostoon. Energiankulutukset ja -tuotot esitetään niin vuosi- kuin kuukausitasoisena sähkön, lämmön ja veden osalta. Grafiikkakuvamalleihin liitettiin myös taulukkomuotoisena tärkeimpiä kulutuksellisia arvoja ja tavoitearvot niihin kohtiin, joissa ne nähtiin tarpeellisina.

Kehitystyön ohella tehtiin myös haastattelututkimusta energiankulutuksen mitausten käytöstä sekä tarpeellisuudesta. Kaikki haastatelluista organisaatioista käyttävät energiankulutuksen raportointeja enemmän tai vähemmän tukemaan teknistä käyttöä sekä ylläpitoa ja osa raportoi kulutustietoja myös eteenpäin. Kaikki haastatellut tahot pitivät energiankulutusten graafisia näyttöjä hyvinä ja näkivät ne tarpeellisina. Hieman hajontaa oli siinä, mistä järjestelmästä tietoja mieluiten haluttaisi katsoa, mutta energiankulutusten näyttöä automaatiojärjestelmän yhteydessä ei täysin tyrmätty yhdenkään haastatellun tahon osalta.

Haastattelututkimuksen aikana selventyi, miten eri tahot käyttävät energiankulutustietoja ja mihin tarkoituksiin. Toiset haastateltavat painottivat rahallisten arvojen tärkeyttä kulutuksien lisäksi, kun taas toiset näkivät energiankulutusnäytöt oleellisemmaksi enemmän ylläpidon ja järjestelmien toiminnan kannalta.

Lopputyön ohessa syntynyt grafiikkakuvamallien Excel-tiedosto helpottaa jatkossa mallin päivittämistä ja jatkokehittämistä. Aivan kaikkia mahdollisia eri



energiankulutus ja -tuottovaihtoehtoja ei näihin grafiikkamalleihin tuotu. Kuitenkin perinteisten kuluttajien lisäksi haluttiin ottaa mukaan nykyisin jo kohtalaisen yleiset lämpöpumput ja aurinkosähkön tuotto. Grafiikkakuvamallin perusteella on lisäksi mahdollista jatkossa tehdä projekti- ja asiakaskohtaisesti nopeammin tarkempia ja räätälöidympiä ohjeistuksia.

Lopputyön tuloksena luotu energiankulutusten malligrafiikat osio vastasi kehityksiä sekä asiakkaiden tarpeisiin. Kaikki tämän työn aloituspalaverissa läpikäytyt osiot saatiin mahtumaan mukaan malligrafiikoille. Lisäksi grafiikkakuva-malli on selkeä, kohtalaisen tiivis sekä helppolukuinen sisältäen silti tarpeeksi tarvittavia tehokkuusmittareita, mikä oli alkuperäinen tavoite. Energiankulutusten malligrafiikkakuvanäytöt lisätään sellaisenaan nykyiseen grafiikkakuvaohjeeseen.

Energiankulutusten seuraamisen muuttuessa jatkossa yhä tärkeämmäksi, malligrafiikkaohjetta tullaan varmasti vielä kehittämään jatkossa sekä tarkentamaan erikoisjärjestelmien osalta niiden lisääntyessä. Tässä työssä luodut mallipohjat toimivat hyvänä lähtökohtana jatkoa varten.

## Lähteet

Automaation vaikutus rakennusten energiatehokkuuteen. ST-ohjeisto 20. 2020. 2. uudistettu painos. Sähkötieto ry. Espoo.

EG EnerKey. Digitaalinen vastuullisuusraportointi ja energianhallinta EG EnerKeyn avulla. Verkkoaineisto. <https://eg.fi/it/eg-enerkey/>. Luettu 28.2.2023.

EG EnerKey. Kulutusseurantaportaali. Rajoitettu pääsy. 26.2.2023.

Energiakatselmoijien extranet. 2023. Verkkoaineisto. Motiva Oy. Rajoitettu pääsy. Luettu 15.2.2022.

Energiakatselmukset. 2021. Julkinen sektori. Verkkoaineisto. [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiakatselmukset](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiakatselmukset). Motiva Oy. Päivitetty 28.12.2021. Luettu 15.2.2022.

Energiakatselmustoiminta. Verkkoaineisto <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta>. Motiva Oy. Päivitetty 27.1.2023. Luettu 17.2.2023.

Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU. 25.10.2012.

Energiatehokkuusdirektiivi 2018/2002. 11.12.2018. Muutos.

Energiatehokkuussopimukset 2017–2025. 2016. Verkkoaineisto. <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimus/>. Luettu 15.2.2022.

Euroopan unionin direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta 2010/31/EU. 19.5.2010.

Euroopan unionin direktiivin rakennusten energiatehokkuudesta muutos 2018/844/EU. 30.5.2018.

Kehitysarkiston suunnitelma-asiakirjat. Sweco Finland Oy.

Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus. 2016. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. TEM/1741/05.05.01/2016. 14.10.2016. Helsinki.

Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. ST-käsikirja 22. 2017. Päivitetty painos. Sähkötieto ry. Espoo.

Kiinteistön energiankäyttö. 2023. Kulutuksen normitus. Verkkoaineisto. [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energiankaytto/kulutuksen\\_normitus](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/kulutuksen_normitus). Motiva Oy. Päivitetty 3.1.2023. Luettu 26.2.2023.

Kiinteistön energiankäyttö. 2023. Kulutuksen normitus. Laskentakaavat ja ohjeet (pdf). Verkkoaineisto. [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energiankaytto/kulutuksen\\_normitus](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/kulutuksen_normitus). Motiva Oy. Päivitetty 3.1.2023. Luettu 26.2.2023.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013. Päivitetty 19.12.2019.

Lämmitystarveluvut. 2023. Ilmatieteenlaitos. Verkkoaineisto. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Luettu 25.3.2023.

Nuuka-portaali. Helsingin kaupunki. Rajoitettu pääsy. 3.3.2023.

Projektiarkiston suunnitelma-asiakirjat. Sweco Finland Oy.

Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-käsikirja 17. 2018. 6. uudistettu painos. Sähkötieto ry. Espoo.

Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. Perusteet ja opas. 2.3.2012. Ympäristöministeriö. Helsinki.

SFS-EN 15232-12017, Rakennusten energiatehokkuus. Osa 1: Kiinteistöautomaation, ohjauksen ja kiinteistönhallinnan vaikutus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2.6.2017. Helsinki.

Toimenpideohjelma toimitilayhteisöille. 2016. Toimitilakiinteistöt. Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus. 14.10.2016. Helsinki.

Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista. 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. 2020:52. 22.10.2020. Helsinki.

PÄÄKUVA

ILMANVAIHTO

LÄMMITYS

JÄÄHDYTYS

ERILLISPISTEET

VAIKUTUSALUEET

< OSTO- JA OMAVARAISE

>

KOKONAISENERGIA

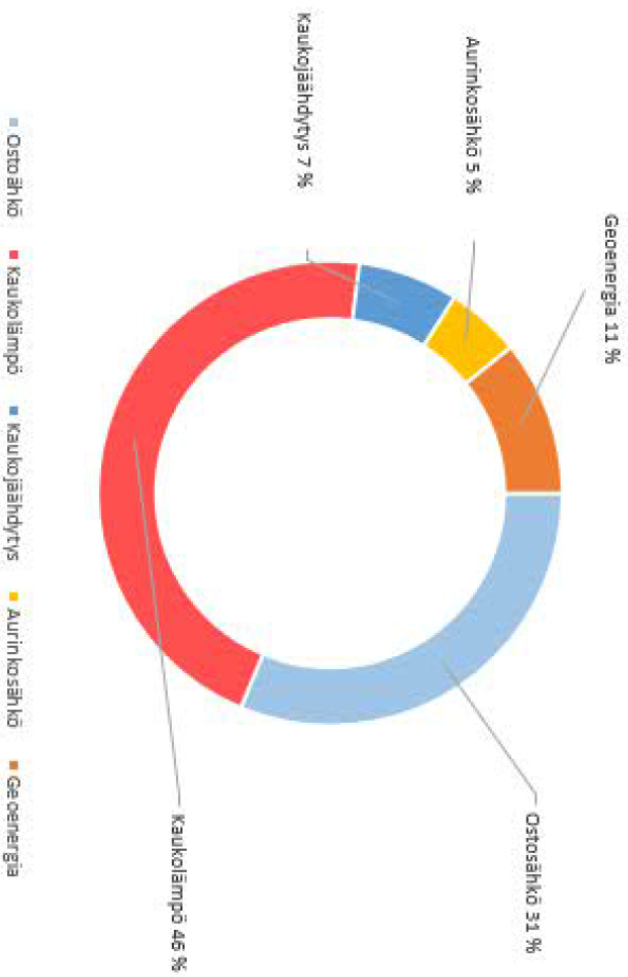
3256,2 MWh

PÄÄKUVA ENERGIANKULUTUS

LASKENNALLINEN TAVOITE-ENERGIANKULUTUS

3250 MWh

OSTO- JA OMAVARAISENERGIA 2021



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkolämpötila Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19:27

< VAIKUTUSALUEET 1/2

ENERGIANKULUTUKSET

Pos. Muutospvm. Muutoksen kuvaus

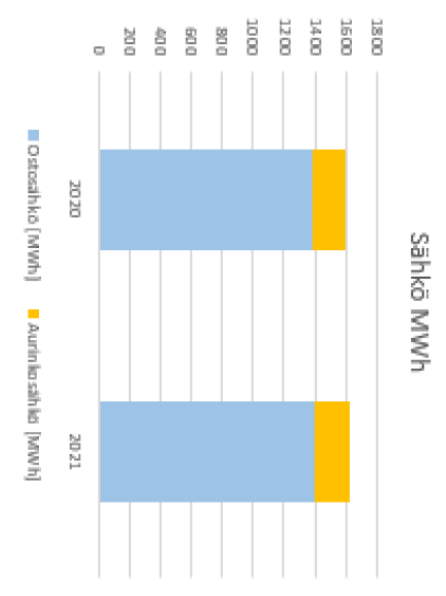
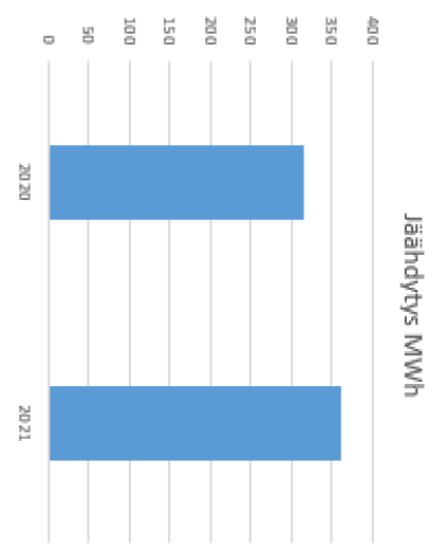
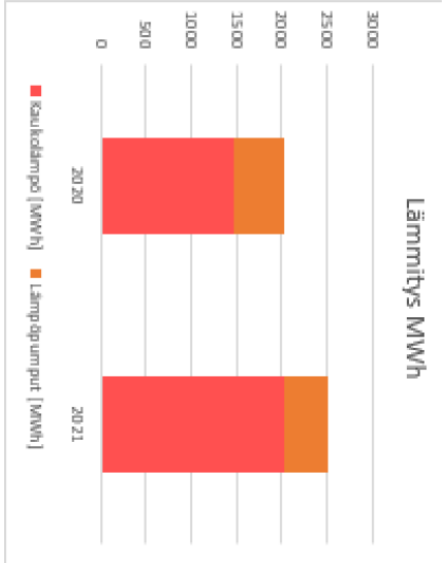
**SWECO**  
 Sweco Toteutustekniikka Oy  
 Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSIO

PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

MITTAAMINEN

SUUN	TARK	KESKUS	MAUTOS
PIIRI	PIVI	PIIRI NO	LEHTI
RAU			



Lämmitys	2020	2021
Kaukolämpö [MWh]	1466	2031
Lämpöpumput [MWh]	550	480
kWh/m <sup>2</sup>	74,7	93,0
kWh/m <sup>3</sup>	41,5	51,7

Jäähdytys	2020	2021
Kaukojäähdytys [MWh]	316	362
kWh/m <sup>2</sup>	11,7	13,4
kWh/m <sup>3</sup>	6,5	7,5

Sähkö	2020	2021
Ostosähkö [MWh]	1390	1399
Aurinkosähkö [MWh]	211	230
kWh/m <sup>2</sup>	59,3	60,3
kWh/m <sup>3</sup>	33,0	33,6

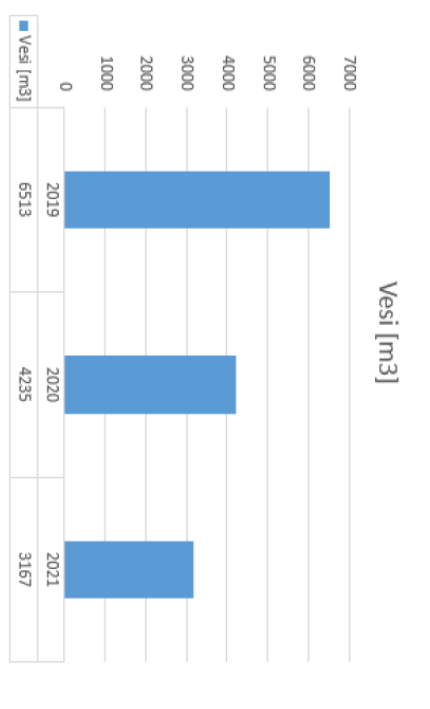
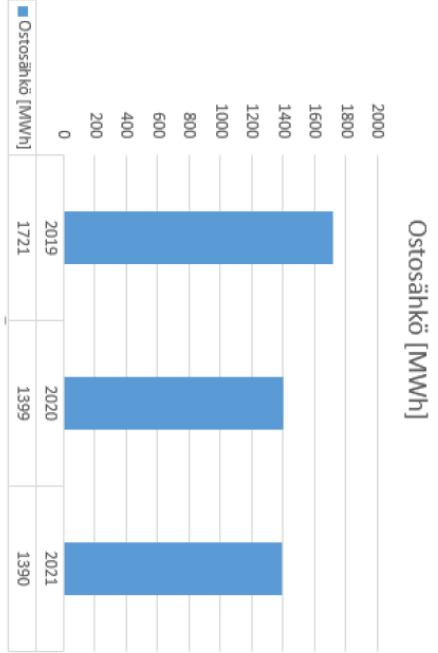
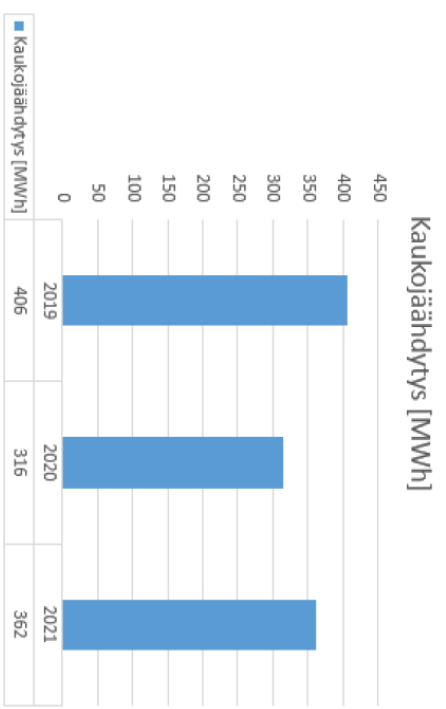
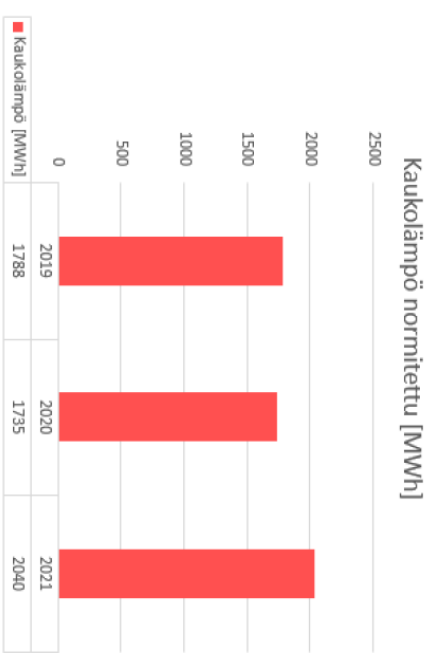
**KINTEISTÖ xxx**      **RAKENNUS xxx**  
**RAKENNUSNUMERO: xxx**  
 Ulkoilmopöytä      **Kosteus**  
**-15,6°C** pohjoinen      **80 %RH** ulko  
**-11,2°C** etelä      **29 %RH** sisä max  
**Kästeläpö**      12.12.2020  
**-18,0°C**      19.27

**VAIKUTUSALUEET 1/2**      **ENERGIANKULUTUKSET**

**SWECO**      RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE  
 Sweco Toteutustekniikka Oy      PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ  
 Puh. 0207 393 000      www.sweco.fi

MITTAAMIN		KESKUS		MAUTOS	
SUUN	TARK	TYÖ NO	PIIR NO	LEHTI	
PIIRI	PIIRI	RAU	PIIR NO		
PIIRI	PIIRI		PIIR NO		

Pos. Muutosvnm.      Muutoksen kuvaus



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkoilmopöytä Kosteus  
 -15.6°C pohjoinen E0 %RH ulko  
 -11.2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kästepiste 12.12.2020  
 19:27

VAIKUTUSALUEET 1/2

ENERGIANKULUTUKSET

SWECO  
 Sweco Toteutustekniikka Oy  
 Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSIO  
 PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ  
 MITTAAMINEN

SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MAUUTOS
PIIRI	PIVI	TYÖ NO	PIIRI NO	LEHTI
RAU				

Pos. Muutospvm. Muutoksen kuvaus

PÄÄKUVU

ILMANVAIHTO

LÄMMITYS

JÄÄHDYTYS

ERILLISPISTEET

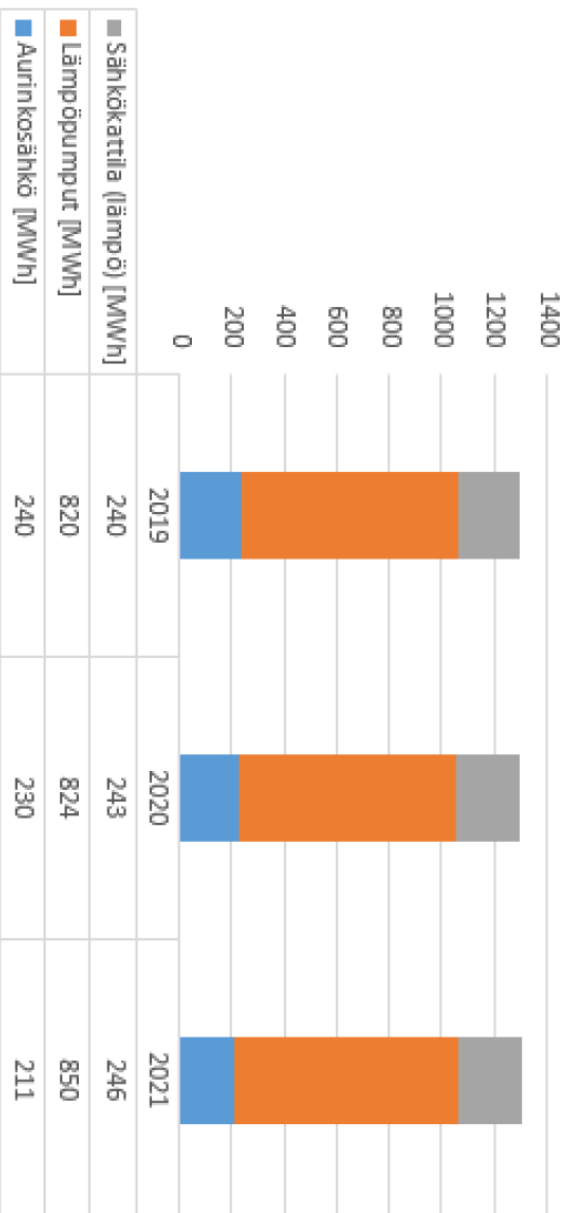
VAIKUTUSALUEET

<

TUOTETUT

>

## Tuotettu energia [MWh]

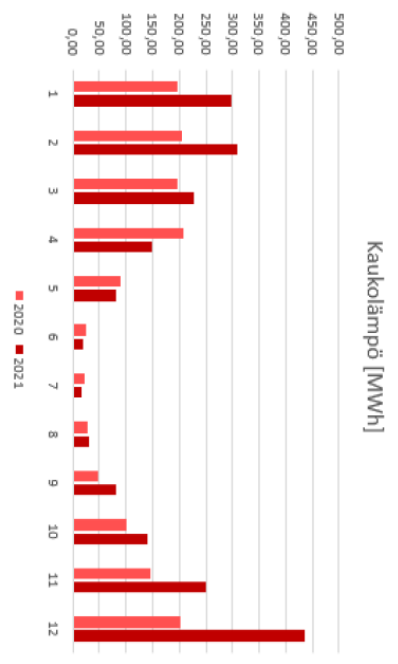


Aurinkosähkö	2019	2020	2021
Energianpeittoaste %	12,2	13,2	14,1
kWh/m <sup>2</sup>	8,9	7,8	8,5
kWh/m <sup>3</sup>	4,9	4,3	4,7

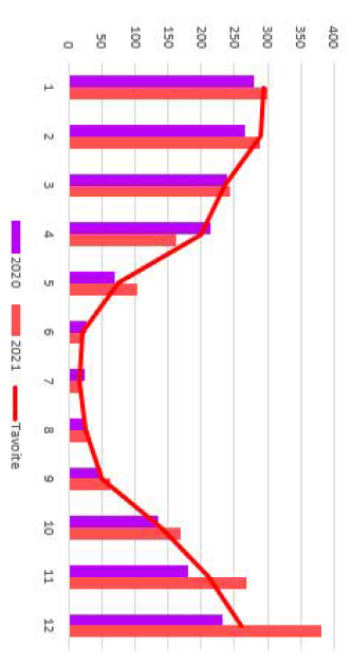
Lämpöpumput	2019	2020	2021
Energianpeittoaste %	24,3	27,3	19,1
kWh/m <sup>2</sup>	19,3	20,4	17,8
kWh/m <sup>3</sup>	10,7	11,3	9,9
Hyötysuhde COP	3,42	3,39	3,46

KINTEISTÖ xxx	RAKENNUS xxx	<b>VAIKUTUSALUEET 1/2</b>		<b>ENERGIAMITTARIT</b>	
RAKENNUSNUMERO: xxx	Kosteus				
Ulkolämpötila	80 %RH ulko				
15,6°C pohjoinen	29 %RH sisä max				
-11,2°C etelä	12.12.2020				
Kästepiste	19.27				
-18,0°C					
Pos. Muutospvm.	Muutoksen kuvaus	SWECO Sweco Toteutustekniikka Oy Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi		RAKENNUSKOITTEEN NIMI JA OSOITE	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
		MITTAKAANAT		SUUN	TARK
		PIIRIT		PIV	RAU
		PÄÄ		TYÖ NO	PIIR NO
				KESKUS	MUUTOS
				LEHTI	

Kaukolämpö [MWh]		
Kuukausi	2020	2021
Tammikuu	196,99	296,23
Helmi	203,86	308,21
Maalis	196,49	228,38
Huhtik	208,50	148,88
Toukok	89,72	81,20
Kesäku	25,33	18,62
Heinäku	23,06	14,90
Elokuu	26,33	29,16
Syyskuu	47,59	81,34
Lokakuu	100,13	139
Marrasku	146,91	250,3
Jouluku	201,48	436,6
<b>Yhteensä</b>	<b>1466,39</b>	<b>2032,82</b>



Normitettu kaukolämpö [MWh]			
Kuukausi	2020	2021	Tavoite
Tammikuu	279,37	300,59	295
Helmi	265,33	288,79	290
Maalis	238,62	242,74	235
Huhtik	212,99	162,41	200
Toukok	69,00	103,22	75
Kesäku	25,33	18,62	20
Heinäku	23,06	14,90	15
Elokuu	26,33	29,16	25
Syyskuu	47,59	62,74	50
Lokakuu	135,23	168,47	140
Marrasku	180,09	267,68	210
Jouluku	232,25	380,79	260
<b>Yhteensä</b>	<b>1735,19</b>	<b>2040,11</b>	<b>1815</b>



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkolämpötila Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19:27

VAIKUTUSALUEET 1/2

ENERGIAMITTARIT

Muutospvm. Muutoksen kuvaus

**SWECO**  
 Sweco Toteutustekniikka Oy  
 Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSIO

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

MITTAAMINEN

SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MAUTOS
PIIRI	PIV			
PAI		TYÖ NO	PIIR NO	LEHTI



PÄÄKUVAN ILMANVAIHTO

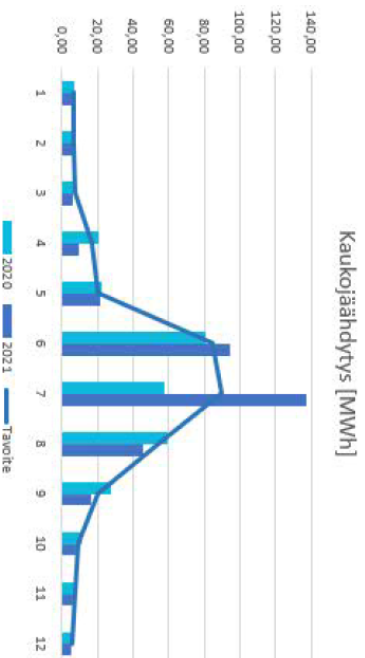
LÄMMITYS

JÄÄHDYTYKSEN ERILLISPISTEET

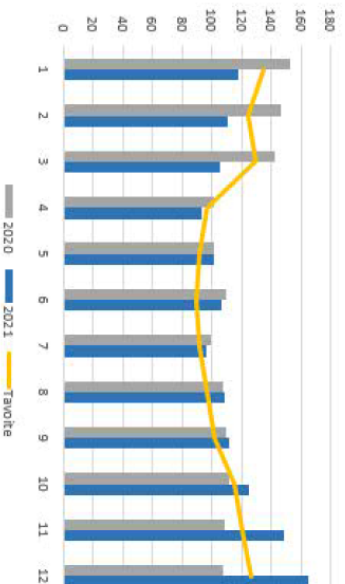
VAIKUTUSALUEET

KK jöhd.d. + säh.

Kaukojäähdytys [MWh]	Kaukojäähdytys [MWh]		Tavoite
	2020	2021	
Tammikuu	7,40	6,50	6,7
Helmi	7,10	6,10	6,8
Maalis	7,90	6,20	7,2
Huhtik	21,00	9,50	17
Toukok	22,10	22,00	20,5
Kesäku	80,80	94,40	85
Heinäku	57,30	137,40	90
Elokuu	59,10	45,30	55
Syyskuu	27,70	16,40	20
Lokakuu	11,40	8,00	9,5
Marrasku	7,30	5,90	7,2
Jouluku	6,40	5,20	5,8
<b>Yhteensä</b>	<b>315,5</b>	<b>327,4</b>	<b>288,2</b>



Sähkö [MWh]	Sähkö [MWh]		Tavoite
	2020	2021	
Kuukausi	2020	2021	Tavoite
Tammikuu	152,772	117,886	135,0
Helmi	146,668	110,641	125,0
Maalis	142,22	105,843	130,0
Huhtik	101,323	93,32	97,0
Toukok	101,008	101,071	92,0
Kesäku	109,488	106,433	90,0
Heinäku	99,736	96,776	92,0
Elokuu	107,133	108,4	97,0
Syyskuu	110,135	111,3	102,0
Lokakuu	112,136	125,4	115,0
Marrasku	108,803	148,2	120,0
Jouluku	107,518	165,1	127,0
<b>Yhteensä</b>	<b>1398,94</b>	<b>1390,37</b>	<b>1322,0</b>



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkoilmalämpötila Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 60 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kästöpiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19.27

VAIKUTUSALUEET 1/2

ENERGIAMITTARIT

Pos.	Muutospvm.	Muutoksen kuvaus

**SWECO**  
 Sweco Toteutustekniikka Oy  
 Puh. 0207 383 000 www.sweco.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE

PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

MITTAAMINEN

SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MAUTOS
PIIRI	PIV			
PAI		TYÖ NO	PIIRI NO	LEHTI

PÄÄKUVUVA

ILMANVAIHTO

LÄMMITYS

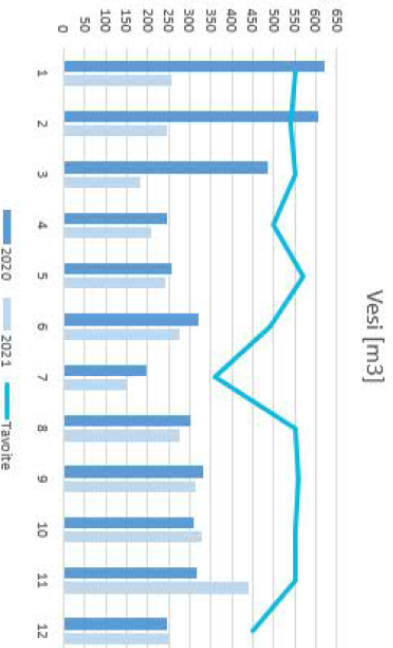
JÄÄHDYTYS

ERILLISPISTEET

VAIKUTUSALUEET

KK - kulutus vesi

Vesi [m <sup>3</sup> ]			
Kuukausi	2020	2021	Tavoite
Tammikuu	619,81	256,29	550
Helmikuu	604,61	247,35	540
Maaliskuu	486,74	180,62	550
Huhtikuu	246,93	209,29	500
Toukokuu	255,96	240,62	570
Kesäkuu	320,45	274,94	490
Heinäkuu	198,12	151	360
Elokuu	302,96	276,8	550
Syyskuu	330,87	311,3	560
Lokakuu	309,21	329,7	550
Marraskuu	315,71	438,8	550
Joulukuu	244,1	250,5	450
<b>Yhteensä</b>	<b>4235,47</b>	<b>3167,21</b>	<b>6220</b>

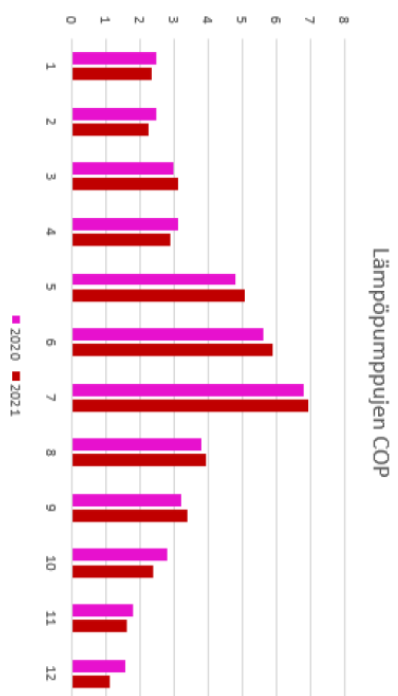
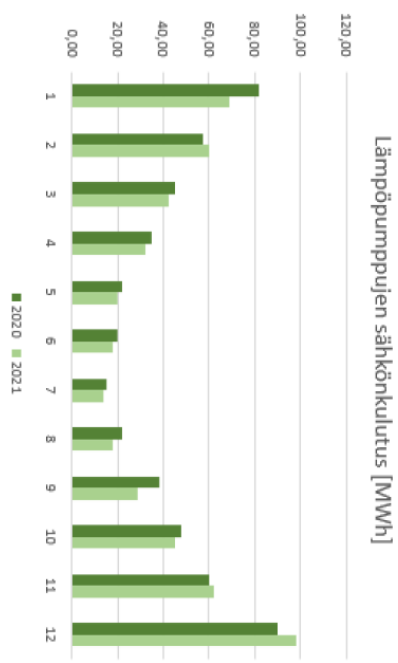
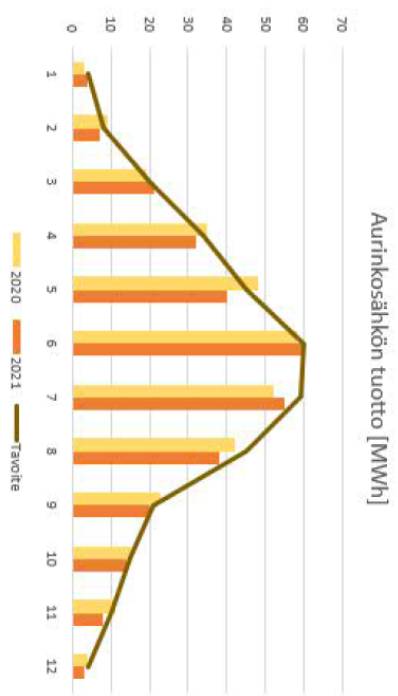
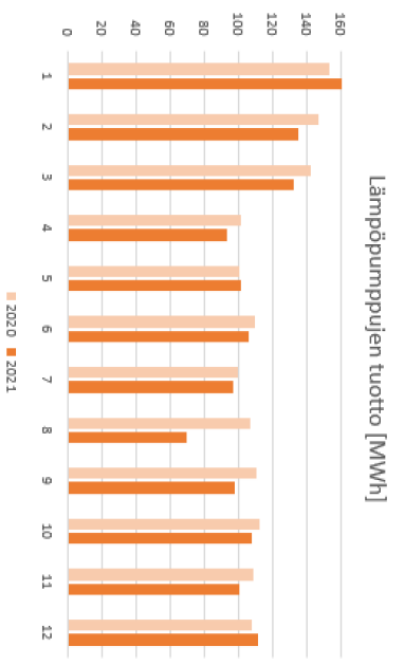


KIINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkoilmopöytä Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19:27

VAIKUTUSALUEET 1/2

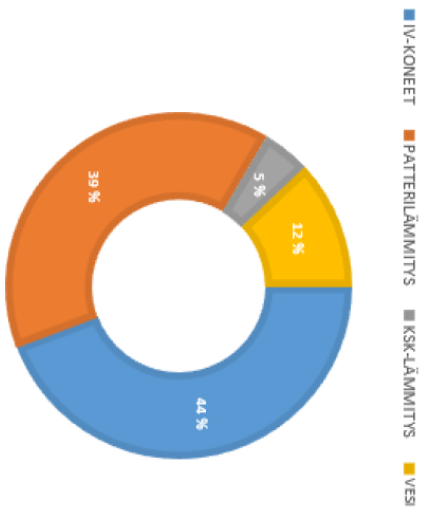
ENERGIAMITTARIT

Pos. Muutospvm.	Muutoksen kuvaus	SWECO Sweco Toteutustekniikka Oy Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi	RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAAKAAVAT	SUUN PIIRIT PVI	TARK PVI	RAU TYÖ NÖ	KESKUS PIIR NÖ	MAUUTOS LEHTI
-----------------	------------------	---	--------------------------------	----------------------	--------------	-----------------------	-------------	---------------	-------------------	------------------

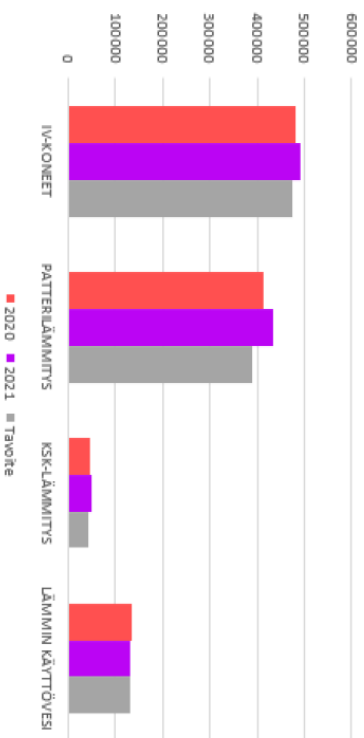


KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx RAKENNUSNUMERO: xxx Ulkolämpötila xxx Kosteus xxx -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko -11,2°C etelä 29 %RH sisä max Kosteuspiste 12.12.2020 19:27 -18,0°C		< VAIKUTUSALUEET 1/2 >		ENERGIAMITTARIT	
Pos.	Muutosvnm.	Muutoksen kuvaus	RAKENNUSOHITTEEN NIMI JA OSIOIE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
SWECO                  Sweco Toteutustekniikka Oy Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi			MITTAAKAVAT		SUUN PIIRIT PVI
			TARK PVI		RAU TYÖ NO
			KESKUS PIIR NO		MUUTOS LEHTI

### LÄMMÖN KULUTUSJAKAUMA 2021



Lämmön kulutusjakauma normitettu [kWh]



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkolämpötila Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19:27

VAIKUTUSALUEET 1/2

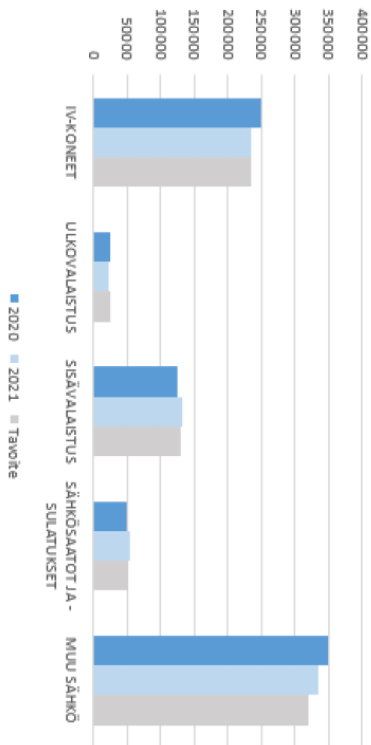
ENERGIAMITTARIT

Pos. Muutospvm.	Muutoksen kuvaus	RAKENNUSOHITTEEN NIMI JA OSOITE	PROJEKTIJAN SÄÄLÖ	MITTAAMINEN	SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MAUTOS
		Sweco Toteutustekniikka Oy Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi			PIIRI	PIVI		PIIRI NO	LEHTI
					PAI				

SÄHKÖN KULUTUSJAKAUMA 2021



Sähkön kulutusjakauma [kWh]



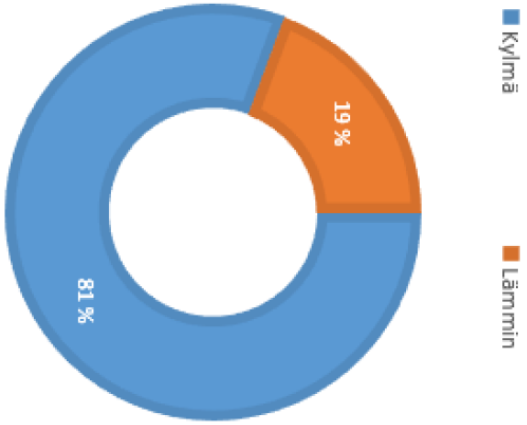
KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkolämpötila Kosteus  
 -15.6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11.2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18.0°C 19:27

< VAIKUTUSALUEET 1/2 >

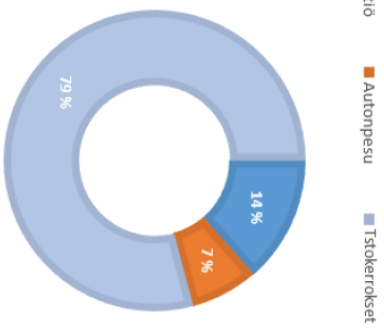
ENERGIAMITTARIT

Pos. Muutospvm.	Muutoksen kuvaus	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAAKAAVA	SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MAUTOS
		Sweco Toteutustekniikka Oy			PIRIT	PIV			
		Puh. 0207 393 000			PAI				
		www.sweco.fi							

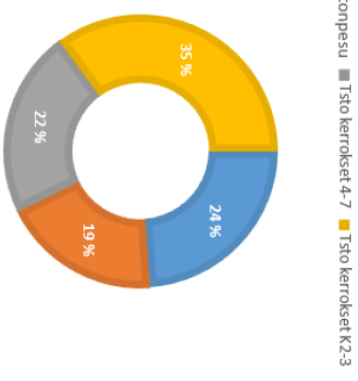
## VEDEN KULUTUSJAKAUMA 2021



## VEDEN KULUTUSJAKAUMA TILOITTAIN



## LÄMPIMÄN VEDEN KULUTUSJAKAUMA TILOITTAIN



KINTEISTÖ xxx RAKENNUS xxx  
 RAKENNUSNUMERO: xxx  
 Ulkoilmopöytä Kosteus  
 -15,6°C pohjoinen 80 %RH ulko  
 -11,2°C etelä 29 %RH sisä max  
 Kosteuspiste 12.12.2020  
 -18,0°C 19:27

VAIKUTUSALUEET 1/2

ENERGIAMITTARIT

Pos.	Muutospvm.	Muutoksen kuvaus	Sweco Toteutustekniikka Oy Puh. 0207 393 000 www.sweco.fi		RAKENNUSOHITTEEN NIMI JA OSOITE PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ MITTAAMINEN	<table border="1"> <tr> <td>SUUN</td> <td>TARK</td> <td rowspan="2">RAU</td> <td rowspan="2">KESKUS</td> <td rowspan="2">MUUTOS</td> </tr> <tr> <td>PIIRI</td> <td>PIV</td> </tr> <tr> <td>PMI</td> <td></td> <td>TYÖ NO</td> <td>PIIRI NO</td> <td>LEHTI</td> </tr> </table>	SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MUUTOS	PIIRI	PIV	PMI		TYÖ NO	PIIRI NO	LEHTI
SUUN	TARK	RAU	KESKUS	MUUTOS														
PIIRI	PIV																	
PMI		TYÖ NO	PIIRI NO	LEHTI														