

Harri-Pekka Hiltunen

# Ilmanvaihtojärjestelmätieto osaksi energianhallinnan raportointia

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.11.2018

|   |  |
|---|--|
| Tekijä<br>Otsikko   | Harri-Pekka Hiltunen<br>Ilmanvaihtojärjestelmätieto osaksi energianhallinnan raportoinnin käsittelyä |
| Sivumäärä<br>Aika   | 28 sivua + 1 Liite<br>26.11.2017   |
| Tutkinto  | insinööri (AMK)  |
| Tutkinto-ohjelma  | talotekniikka  |
| Ammatillinen pääaine  | LVI-urakointi  |
| Ohjaajat  | yliopettaja, Jukka Yrjölä<br>tuotantopäällikkö, Kestävä kehitys, Jukka Haajanen                      |
| <p>Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon hyötyä olisi ilmanvaihtojärjestelmän lisäämisestä osaksi Tampuurin kulutusseurannan raportoinnin vaihtelurajojen laskentaa. Selvitys tehtiin Tampuurin ja kulutusseurannan käyttäjän näkökulmasta, koska muutos näkyisi ja siitä olisi apua eniten edellä mainituille henkilöille. Työ tehtiin Talokeskus Yhtiöt Oy -konsernin Energianhallinnan yksikölle.</p> <p>Yhtenä tärkeimpänä tutkimustyökaluna käytettiin excel-taulukkoa Tampuurin kulutusseurannan kohderekisterin perustiedoista. Se ajettiin ulos kohdetiedoista kulutusseurannan työkaluilla. Tutkinnassa haluttiin käyttää mahdollisimman laajaa mutta kuitenkin yhtenäistä kiinteistöryhmää jonka tiedoista pystyi muodostamaan. Ensimmäisiksi rajauskriteereiksi määriteltiin kohteet, joiden kiinteistötyyppi oli asuinkerrostalot ja joille oli myös merkitty ilmanvaihtojärjestelmä sekä lämmitysmuodoksi kaukolämpö. Taulukko ajettiin järjestelmästä ulos excel-tiedoston muodossa. Taulukon perustiedoista muodostettiin kohteiden lämmitysenergian ja sähkön ominaiskulutukset, joiden avulla tarkasteltiin ilmanvaihtojärjestelmien vaikutusta kiinteistön kulutuksiin.</p> <p>Ilmanvaihtojärjestelmän lisääminen osaksi kulutusseurannan raportoinnin vaihtelurajojen laskentaa toisi lisää tarkkuutta vaihtelurajoihin, vaikka vaikutus kaikkiin vaihtelurajojen tarkentamiseen ei olisi suuri. Tällä saataisiin kuitenkin parannettua ja kehitettyä kulutusseurannan palveluita. Vaikutus vaihtelurajoihin näkyisi eniten kohteissa, joissa on LTO- tai PILP-laitteita. Ilmanvaihtojärjestelmän kulutuksen vaikutukset näkyvät selkeämmin sähkön ominaiskulutusta kasvattavina. Luokittelun lisääminen vaikuttaisi luultavasti enemmän sähkön kuin lämmön vaihtelurajoihin kulutusseurantaraportilla.</p> <p>Itse työssä ei lisätty Ilmanvaihtojärjestelmää luokittelutiedoksi Tampuurin kulutusseurannan vaihtelurajojen laskentaa varten, joten tämä vaihe on seuraava kulutusseurannan työkalujen kehittämisessä. Kohderekisteristä puuttui myös suuri määrä erilaisia kohdetietoja, joiden selvittäminen olisi kulutusseurantapalveluiden edistämisen kannalta oleellista. Kohderekisterin tietojen tiedustelun tarkentamista tukisi kehittää.</p> |  |
| Avainsanat  | kulutusseuranta, kiinteistötietojärjestelmä, ilmanvaihto   |

|  |   |
|--|---|
| Author<br>Title  | Harri-Pekka Hiltunen<br>Ventilation System Information into Energy Management reporting |
| Number of Pages<br>Date  | 28 pages + appendix<br>26 November 2018   |
| Degree   | Bachelor of Engineering   |
| Degree Programme   | Building Services Engineering   |
| Professional Major   | HVAC Contracting  |
| Instructors  | Jukka Yrjölä, Principal lecturer,<br>Jukka Haajanen, Head of Unit                       |
| <p>The purpose of the Bachelor's thesis was to establish whether it would be beneficial to include the information about ventilation systems in the calculations for range of fluctuation in the consumption surveillance reporting of a property information programme. The main tool used in the final year project was an Excel spreadsheet with the basic building data for a building, downloadable from the property register kept by the programme used for building monitoring. The specific values for the energy consumption of heating and electricity for each studied property were established with the data on the spreadsheet. The specific energy consumption values were then used to study the effects of ventilation systems on the energy consumption of each property.</p> <p>The addition of ventilation system data in the calculations was shown to improve the accuracy of the range of fluctuation. This would make the consumption surveillance easier and allow the consumption surveillance services to be improved and developed. Newer ventilation systems have more impact on the energy consumption of the buildings, so the effects of this addition would have most effect on the newer ventilation systems with a heat recovery system. This result is valuable for the future development of the system.</p> |   |
| Keywords   | ventilation systems, energy consumption surveillance                                    |

## Sisällys

### Lyhenteet

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto   | 1  |
| 2     | Tampuurin kulutusseuranta                              | 2  |
| 2.1   | Tampuurin yleiskuvaus                                  | 2  |
| 2.2   | Kulutusseurantapalvelut                                | 3  |
| 2.2.1 | Kulutusseuranta Tampuurissa                            | 3  |
| 2.2.2 | Kohteen perustiedot                                    | 6  |
| 2.2.3 | Kulutusseurantaraportti                                | 9  |
| 2.2.4 | Vastaavien kiinteistöjen kulutuksen vaihtelurajat      | 12 |
| 2.2.5 | Laskennassa käytettävät tiedot                         | 13 |
| 3     | Ilmanvaihtojärjestelmän lisääminen osaksi raportointia | 17 |
| 3.1   | Tutkittavat kiinteistöt ja menetelmät                  | 17 |
| 3.2   | Energiankulutuksen virhelähteitä                       | 20 |
| 3.3   | TS-listaus Perustiedot-raportti                        | 21 |
| 3.3.1 | Sarakkeiden karsinta ja valinta                        | 22 |
| 3.3.2 | Rivien karsinta ja valinta                             | 23 |
| 3.4   | Ilmanvaihtojärjestelmät Tampuurissa ja kohteissa       | 25 |
| 4     | Yhteenveto   | 27 |
|       | Lähteet  | 29 |
|       | Liitteet   |    |
|       | Liite 1. Kiinteistötyypit                              |    |

## Lyhenteet

|      |   |
|------|---|
| IV   | Ilmanvaihto.  |
| LTO  | Lämmöntalteenotto. Ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenotto.                             |
| PILP | Poistoilmanlämpöpumppu. Ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmanlämpöpumppu.                   |
| TS   | Tuntiseuranta. Tampuurin raporteissa esiintyvä lyhenne, esim. "TS-lisä_taus_Perustiedot". |

## 1 Johdanto

Insinööriyö tehdään Talokeskus Yhtiöt Oy -konsernin Energianhallinnan yksikölle. Talokeskus Yhtiöt Oy on kiinteistöalan yksi maassamme pisimpään toimineita asiantuntijapalveluita ja ohjelmistoja tarjoavista yrityksistä, ja se on perustettu vuonna 1923. Tampuurin asiakkaina on esimerkiksi isännöintitoimistoja, kiinteistöhuoltoyrityksiä, vuokrataloyhtiöitä ja muita kiinteistöjä, liikekiinteistöjä tai erityisasuttamista hallinnoivia yrityksiä. Kulutusseurantapalveluita Talokeskus on tarjonnut jo asiakkailleen yli 30 vuotta. ATK-pohjaista kulutusseurantaa on harjoitettu 80-luvulta alkupäästä asti, jolloin vuonna 1980 kulutusseuranta on tullut osaksi Talokeskuksen palveluita. Tätä aikaisemmin yrityksessä on harjoitettu lämmöntarkkailua. Tampuuri-kiinteistötietojärjestelmä on ollut käytössä jo kymmenisen vuotta. (1)

Insinööriyössä on tarkoitus selvittää kiinteistöjen ilmanvaihtojärjestelmien lisäämistä luokittelutiedoksi Tampuuri-kiinteistötietojärjestelmään kulutusseurannan raportointia varten. Kulutusseurantapalvelussa olevilla kohteilla on jo tällainen tieto ilmanvaihtojärjestelmistä ilmoitettuna. Tieto on tällä hetkellä vain kiinteistön perustietona, mutta sitä ei käytetä kulutusseurantaraportilla näkyvissä vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajojen laskennoissa. Vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajat ovat kulutusseurannan raportoinnissa näkyvä osio, jossa Tampuurin kohderekisteristä on laskettu kulutusalue jolle kiinteistön kulutuksien pitäisi sijoittua. Kulutusseurantaraportille nämä lasketaan lämmitysenergian, kiinteistösähkön ja käyttövesien kulutuksille. Työssä selvitetään, mitä etua muutoksesta järjestelmään olisi ja tutkia sen vaikutusta nykyisiin kulutusseurannan elementteihin. Luokittelutietojen avulla Tampuuri pyrkii vertailemaan tarkasteltavaa kiinteistöä muihin luokittelutiedoiltaan vastaaviin kiinteistöihin.

Työssä tarkastellaan kiinteistöjen perustietoja excel-tiedoston avulla, joka on saatu Tampuuri-järjestelmästä. Tiedostossa ilmenevät Tampuurin kiinteistötietokannassa olevat kohteet sekä niiden perustiedot ja kulutustiedot kahdelta edelliseltä vuodelta. Vuosiksi on valittu 2016 ja 2017. Työ päätettiin rajata koskemaan vain kohteita, jotka ovat kohderekisterissä merkitty asuinkerrostaloiksi ja joissa lämmitysmuotona on kaukolämpö. Tiedoista lasketaan mm. kohteille lämmitysenergian ominaiskulutukset, jotka perustuvat asiakkaalta saatuihin kiinteistötietoihin ja Tampuuriin tallennettuun kulutukseen.

Työn tarpeellisuutta korostaa se, että järjestelmässä on tällä hetkellä jo tieto ilmanvaihtojärjestelmästä, mutta Tampuurissa vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajojen automatisoidut laskennat eivät käytä kyseistä tietoa hyväksi. Olisi tarpeellista selvittää, kuinka hyödyllistä tiedon lisääminen järjestelmään olisi. Ilmanvaihtojärjestelmä kiinteistössä vaikuttaa lähinnä lämmitysenergian- ja kiinteistön sähkönkulutukseen. Tässä insinööriössä keskitytään lämmitysenergian ominaiskulutuksiin vaikuttaviin muutoksiin vertailuarvoissa. Vertailusta saadaan tarkempi ja hyödyllisempi, jos kiinteistöjä pystytään tarkemmin vertailemaan täsmällisemmin vastaavanlaisiin kiinteistöihin ja järjestelmän laskemat vaihtelurajat rajautuisivat tarkemmiksi. Kulutusseurantaraportilla näkyvät vaihtelurajat ovat myös helppo tapa osoittaa raportin tarkastelijalle se kulutusalue, jolla kiinteistön kannattaisi tai se voisi olla.

Kulutusseurantapalveluita myös tarve kehittää omia palveluita ja järjestelmiä, niin että ne erottuvat edukseen kilpailijoiden vastaavanlaisista palveluista ja järjestelmistä. Alalla on pieniä ja isoja yrityksiä, jotka usein tarjoavat jonkinlaista kulutusseurantaa. Isompia erityyppisiä etä- tai kulutusseurantapalveluita tarjoavia yrityksiä ovat esimerkiksi Envera Oy tai FIMX Oy, ja isännöinti- ja kiinteistöhuoltoyhtiöillä on myös ajoittain jonkinlaisia kulutuksenseurantamenetelmiä. Osa palveluista tarjoaa kulutusseurantaa pelkästään jollekin tietylle kulutuslajille esim. vedenkulutukselle, mutta on myös useita yrityksiä, jotka tarjoavat palveluita laajemmin.

## **2 Tampuurin kulutusseuranta**

### **2.1 Tampuurin yleiskuvaus**

Tampuuri on selaimessa toimiva kiinteistötietojärjestelmä, jonka tarkoituksena on olla apuna kiinteistön tietojen ja kulutusseurannan hallinnassa. Järjestelmä on käytössä esimerkiksi isännöintiyrityksillä, kiinteistöhuoltoyhtiöillä ja taloyhtiöillä. Tampuuri on räätälöitävissä oleva järjestelmä, joka sisältää toiminnanohjausjärjestelmän, isännöintiohjelman, asiakkuudenhallintaa ja kiinteistötietojärjestelmän. Tampuurin kohderekisteriin on mahdollista tuoda erilaisia tietoja kiinteistöstä. Se voi mm. sisältää tai sillä voi käsitellä alla mainittuja tietoja:

- kiinteistötiedot
- rakennustiedot

- tilatiedot
- järjestelmätiedot
- laitetiedot
- henkilörekisteri
- yritysrekisteri
- toimialarekisteri
- käyttäjäryhmien hallinta. (2)

Tampuurissa halutut kiinteistöstä tallennetut tiedot on mahdollista löytää helpommin yhdestä paikasta mm. toimintakertomusta tai vaikka talousarviota varten. Talokeskuksen verkkosivuilla Tampuurin tiedon ja käyttäjien määrää on esitetty seuraavalla tavalla:

Tampuuri kiinteistötietojärjestelmä numeroina:

- 1,7 miljoonaa ihmistä asuu Tampuurissa
- 51 000 kiinteistön tiedot ovat Tampuurissa
- 880 000 huoneistoa löytyy Tampuurista
- 5 000 eri käyttäjää kirjautuu päivittäin Tampuuriin
- yli 200 asiakasta käyttää Tampuuria. (2)

Yllä mainittuihin tietoihin kuuluvat siis koko Tampuuri-järjestelmien alaiset tiedot, esim. asiakkaiden tampuurit, eivätkä pelkästään kulutusseurantapalvelun alaisten kohteiden tiedot. Talokeskuksen Tampuurin kulutusseurannassa oli 6 135 kohdetta, kun tiedosto ajettiin ulos järjestelmästä 5.2.2018. Kohteet voivat koostua useammista kiinteistöistä, esimerkiksi kauppakeskuksia, toimistorakennelmia tai taloyhtiöistä, jotka kuitenkin rakennusten mittarijärjestelyistä tai vaikka kustannussyistä perustetaan yhdeksi kohteeksi.

## 2.2 Kulutusseurantapalvelut

### 2.2.1 Kulutusseuranta Tampuurissa

Kulutusseurantapalvelussa seurataan kohteen haluttujen kulutuslajien käyttäytymistä, esim. lämmitysenergia, sähkö ja käyttövesi. Kohteen kulutuksien aktiivisella seurannalla on helpompi havaita kohteen äkilliset tai vähitellen kasvavat kulutusmuutokset. Laiteviat, vesivuodot ja muut käyttöongelmat aiheuttavat usein korjauskustannuksia. Tällaisten havaitseminen aikaisin vähentää kohteen mahdollisia vahingosta aiheutuvia kustannuksia.

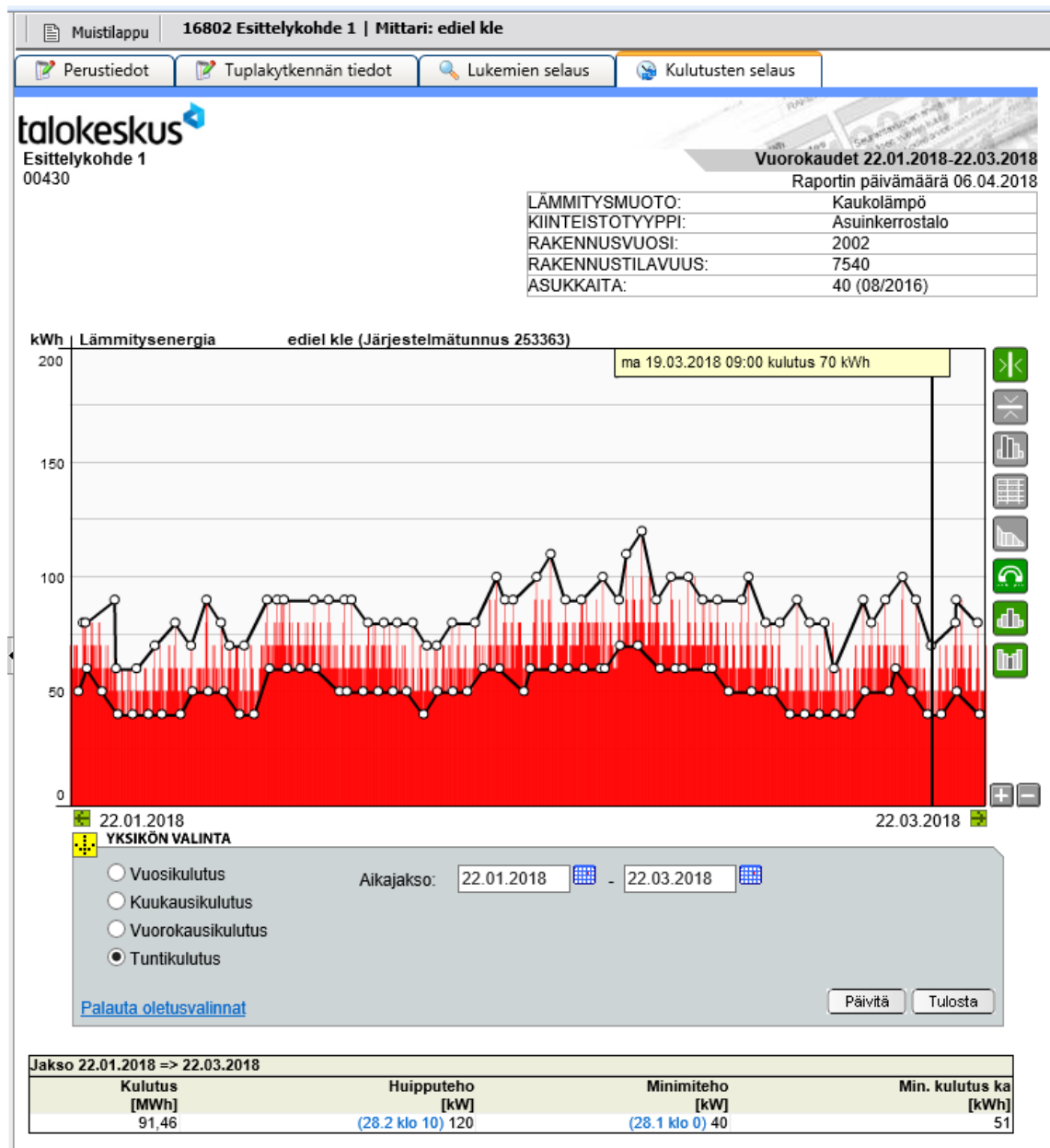


Kiinteistönkulutuksia seuraamalla voi vaikuttaa kiinteistöön iskostuneisiin kulutustottumuksiin. Lisäksi seuranta helpottaa energiansäästöinvestointien suunnittelua ja auttaa niiden tuottamien säästöjen selvittämistä.

Seuranta on sopimuksesta ja saatavasta kulutustiedosta riippuen kuukausi- tai tuntitasoista. Kulutusseurannalla pyritään helpottamaan kohteen kulutuspoikkeamien, mahdollisten energiansäästöpotentiaalien ja kulutustottumusten havaitsemista. Kulutuspoikkeamista saadaan Tampuurin avulla automaattisia kulutushälytyksiä. Raportointityökalut mahdollistavat erilaisten raporttien muodostamisen järjestelmästä ja raportteja lähetetään automaattisesti ajastettuna asiakkaille. Energiansäästöpotentiaalien esittäminen, suunnittelu ja säästön toteuttaminen on helpompaa, ja muutoksien säästön jälkeinen seuranta ja todentaminen on vaivattomampaa.

Kohteiden tuntikulutuksia pystyy kulutusseurannan mittarityökaluilla seuraamaan myös visuaalisesti avustavien diagrammien avulla. Kuvassa 1 on esitetty erään kohteen (Esitelykohde 1) kaukolämpöenergian tuntikulutus kahden kuukauden ajalta. Tuntikulutuksen diagrammeilla on helppo huomata ja määritellä esim. kulutuspoikkeamien ajankohdat sekä mahdolliset tuntikulutuksen vikatilanteet. Diagrammit ovat myös helppo tapa esittää kohteen kulutusta tai kulutuspoikkeama asiakkaalle tai kiinteistön päässä valvonnasta vastaavalle.

Työkalussa näkyy graafisen kuvaajan lisäksi havainnointia auttavaa tietoa kohteesta ja mittauksesta. Osiossa on työkaluja, joilla voi mm. hakea vuorokauden huippu- tai pohjakulutuksia ja seurattavan aikavälin voi määritellä haluamakseen. Kuvassa 1 punainen diagrammi on tuntikulutuksen esitys aikavälillä 22.1.–22.3.2018. Mustat käyrät seuraavat päivän tuntien huippuja- ja pohjakulutuksia. Valkoiset pallot niissä ovat jokaisen seurantajakson päivän suurin tai pienin tuntikulutus.



Kuva 1. Lämmitysenergian graafinen kuvaaja määritellyltä ajanjaksolta.

Diagrammin alla yksikön valinnalla voi muuttaa työkalun seurattavaa aikaväliä tai valita, missä minkä ajan kulutusta palkit esittävät, eli jos valitaan esim. kuukausikulutus, yksi palkki diagrammilla on yhden kuukauden kulutus mittarilta. Kuvissa 1 ja 2 alimpana oleva taulukko myös muuttaa muotoaan kuukausikulutuksia esittäväksi. Kuvassa 2 on esitetty, miten alla oleva taulukko muuttaa muotoaan.

**YKSIKÖN VALINTA**

Vuosikulutus  
 Kuukausikulutus  
 Vuorokausikulutus  
 Tuntikulutus

Kuukaudet: 1/2017 - 3/2018

[Palauta oletusvalinnat](#) Päivitä Tulosta

| Kk      | Kulutus [MWh] | Ed. v. kulutus [MWh] | Muutos [%] | Huipputeho [kW]   |
|---------|---------------|----------------------|------------|-------------------|
| 01/2017 | 37,94         | 55,21                | -31        | (1.1 klo 0) 51    |
| 02/2017 | 34,27         | 38,28                | -10        | (1.2 klo 0) 51    |
| 03/2017 | 37,94         | 38,00                | 0          | (1.3 klo 0) 51    |
| 04/2017 | 36,72         | 29,01                | 27         | (1.4 klo 0) 51    |
| 05/2017 | 32,62         | 17,05                | 91         | (1.5 klo 0) 51    |
| 06/2017 | 16,09         | 14,08                | 14         | (2.6 klo 20) 60   |
| 07/2017 | 13,77         | 12,45                | 11         | (1.7 klo 11) 50   |
| 08/2017 | 14,27         | 12,84                | 11         | (25.8 klo 9) 70   |
| 09/2017 | 18,38         | 15,16                | 21         | (20.9 klo 7) 80   |
| 10/2017 | 29,27         | 30,44                | -4         | (31.10 klo 9) 70  |
| 11/2017 | 32,87         | 39,02                | -16        | (2.11 klo 10) 80  |
| 12/2017 | 37,76         | 37,94                | 0          | (24.12 klo 11) 80 |
| 01/2018 | 42,66         | 37,94                | 12         | (12.1 klo 10) 90  |
| 02/2018 | 45,06         | 34,27                | 31         | (28.2 klo 10) 120 |
| 03/2018 | 44,61         | 37,94                | 18         | (26.3 klo 8) 140  |

Kuva 2. Saman kohteen alle tuleva taulukko, jos kulutuksen esityksen aikayksiköksi valitsee kuukauden.

Kulutuksen graafisten kuvaajien avulla on esimerkiksi helpompi määrittää kohteiden seurattaville mittareille tarkempia kulutushälytyksiä. Kulutushälytyksiä voidaan asettaa mittarien seurantatavasta riippuen. Hälytyksiä voi asettaa esimerkiksi kuukausi- ja vuosikulutuksen kulutuksen ylä- tai alarajoille, vuorokauden huippu- tai pohjakulutuksille tietyille aikavälille, jossa yksi vuorokausi on minimiseurantajaksona. Voi myös valita hälytyksen joka hälyttää, kun haluttu kulutus täyttyy määritellyssä ajassa.

### 2.2.2 Kohteen perustiedot

Kulutusseurannan raportointia varten tarvitaan kiinteistöstä useita perustietoja. Kuvassa 3 Tampuurin kohdetiedot-osiossa näkyy, miten kiinteistön perustietoja on esitetty järjestelmässä. Tampuurissa kiinteistöillä on myös huomattava määrä muita kiinteistön perustietoja, kuten sen nimi, asukasmäärä, osoitetieto, osapuolietiedot tai vaikka rakennusten, kerrosten tai asuntojen lukumäärät. Kaikki Tampuurissa esiintyvät tiedot eivät ole välttämättömiä kulutusseurannan kannalta. Tietoja on esitetty kuvassa 3. Kuitenkin laajat, täsmälliset ja ajantasaiset lähtötiedot parantavat raportoinnin tarkkuutta. Tiedot helpottavat kulutusseurannan palveluiden tuottamista. Kiinteistön perustietojen aktiivinen ylläpito ja päivittäminen on myös tärkeä osa kulutusseurantapalvelua.

KUSTANNUSPAIKKA: 16802 Esittelykohde 1

| Perustiedot                | Sopimustiedot | Jakeluverkko | Tarkenteet | Remonttisivut | Osapuolet | Liitteet |
|----------------------------|---------------|--------------|------------|---------------|-----------|----------|
| Tunnus                     |               |              |            |               |           |          |
| Allteq - asiakastunnus     |               |              |            |               |           |          |
| Nimi                       |               |              |            |               |           |          |
| Kustannuspaikka            |               |              |            |               |           |          |
| Osoite                     |               |              |            |               |           |          |
| Asiakkaan kohdetunnus      |               |              |            |               |           |          |
| Postinumero                |               |              |            |               |           |          |
| Paikkakunta                |               |              |            |               |           |          |
| Kunta                      |               |              |            |               |           |          |
| Lämmitysmuoto              |               |              |            |               |           |          |
| Asuinkiinteistö            |               |              |            |               |           |          |
| Kiinteistötyyppi           |               |              |            |               |           |          |
| Laskennan kiinteistötyyppi |               |              |            |               |           |          |
| Rakennusvuosi              |               |              |            |               |           |          |
| Rakennusvuosiluokka        |               |              |            |               |           |          |
| Rakennustilavuus           |               |              |            |               |           |          |

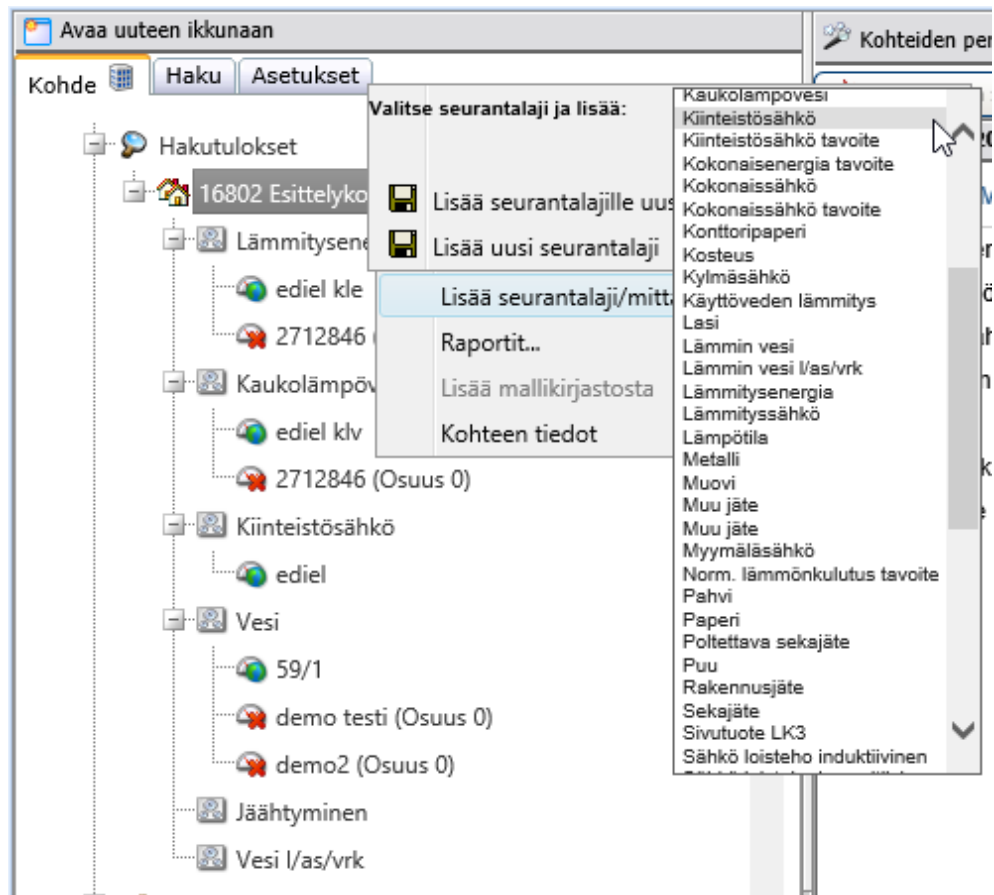
Kuva 3. Tampuurin perustietoja kohdetiedot-osiosta.

Taulukossa 1 on esitetty järjestelmän päälämmitysmuodon vaihtoehdot ja kuinka monta asuinkerrostaloa on kunkin lämmitysjärjestelmän alaisena. Kohdemäärät ovat pelkistä asuinkerrostalojen kohdemäärästä, ei Tampuurin kulutusseurannan koko kohderekisteristä. Tästä osiosta ei näe, onko kohteella muita lämmitysmuotoja rinnalla. Rinnakkaiset lämmitysjärjestelmät ja niiden kulutukset voi nähdä kulutusseurannan kohteen mittari-  
puusta. Kulutusseurantaraportille on mahdollista lisätä tieto rinnakkaisesta järjestelmästä ns. muistilapputoiminnolla, joka lisää tekstin raportin alle. Listassa näkyy myös raskasöljy ja hiili, joita ei ole enää käytössä Tampuurin kohderekisteristä löytyvistä kiinteistöissä. Kaukolämpö valittiin kohdemääränsä takia yhdeksi työn kiinteistöiden rajauskriteereiksi.

Taulukko 1. Asuinkiinteistöiden lämmitysmuodot ja lukumäärät Tampuurissa

| Lämmitysmuodot | Kohteiden määrä |
|----------------|-----------------|
| Kaukolämpö     | 2521            |
| Kevytöljy      | 15              |
| Raskasöljy     | 0               |
| Sähkö          | 3               |
| Maakaasu       | 6               |
| Hiili          | 0               |
| Maalämpö       | 19              |

Kulutuslajeihin perustettavissa olevia mittarityyppejä Tampuurin kulutusseurannasta löytyy huomattava määrä, useimmiten asuinkiinteistöissä seurataan kuitenkin lämmityksen, käyttöveden ja sähkön kulutuksia. Mittarityyppejä on kuitenkin esim. kaukokylmän, aurinkoenergian tai vaikka erilaisten jätteiden seurantaan. Kuvassa 4 esitetään Tampuurin kulutusseurannan mittaripuu. Mittaripuusta on mahdollista mm. lisätä kohteelle mittareita, ja katsella mittarin kulutustietoja tarkemmin. Kuvassa näkyvät myös seurannassa olevat mittarit ja vanhat suljetut mittarit. Mittaripuusta näkee kulutuslajit, jotka tässä kohteessa ovat lämmitysenergia, kaukolämpövesi, kiinteistösähkö ja vesi (käyttövesi). Mittarit perustetaan siis kulutuslajien alle kulutusseurannan mittaripuuhun, joihin on mahdollista perustaa useampi mittari.



Kuva 4. Tampuurin mittareita, mittaripuun kautta.

Kuvan 4 kaksi alinta kulutuslajia, joilla ei ole mittareita, ovat Jäähdytys ja Vesi l/as/vrk. Nämä ovat mittaripuussa kulutusseurannanraporttia varten. Kulutusseurantaraportilla näkyvät kulutuslajien kulutukset, jolloin kaikki kulutuslajin alle perustetut mittarit lasketaan osuuksiensa mukaan kulutukseen. Kaukolämpöveden kulutusta ei raportilla näy, mutta raportille lasketaan kaukolämpöveden jäähdytys, kaukolämpöenergian ja -veden mittareiden kulutuksista. Vedenkulutus ilmoitetaan raportilla joko kuutiometreinä ( $m^3$ ) tai kun kohteelle on kirjattu asukkaita Tampuuriin, litraa/asukas/vuorokausi (l/as/vrk). Asuinkiinteistöiden vedenkulutuksen seurannan kannalta tämä on hyödyllistä esimerkiksi, jos kiinteistön asukasmäärässä tapahtuu muutoksia keskeellä vuotta.

### 2.2.3 Kulutusseurantaraportti

Kohteen tiedot näkyvät kulutusseurantaraportilla kuvassa 5. Osiossa on esitetty aluksi kohteen nimi ja osoitetiedot. Suluissa oleva numerosarja on Tampuurin kulutusseurannassa käytettävä tunnistenumero kiinteistölle. Oikealla olevassa taulukossa ilmoitetaan

tärkeäksi havaittuja kiinteistötietoja, joiden tarkoituksena on myös avustaa ja nopeuttaa kulutusseurantaa. Taulukon yläpuolella näkee raportin seurantavälin ja sen, milloin raportti on ajettu ulos järjestelmästä. Perustietojen jälkeen kulutusseurantaraportissa on esitetty kolmessa osiossa lämpöenergian, veden ja sähkönkulutuksia graafisilla kuvaajilla ja lukuarvoilla. Käyttöveden osiossa raportilla voi näkyä myös lämmin käyttövesi, jos kyseistä mittaria halutaan seurata kiinteistössä. Kulutuksissa esitetään valitun seurantavuoden ja sitä edellisen vuoden kulutustietoja. Seuranta- ja edellisvuoden kulutusmuutokset ilmoitetaan prosentteina. Graafisissa kuvaajissa seurantavuoden kulutus näkyvät kuukausikulutuksen palkkeina ja edellisvuoden normeerattu kulutus sinisenä alueena.

Kulutusseurantaraportin alin osio on huomautukset. Järjestelmästä tulee sinne ilmoitus, jos seurantavuoden kulutus poikkeaa merkittävästi edellisvuoden kulutuksista. Huomautuksissa näkyvät myös kohteen aktiiviset muistilaput, jotka voi lisätä kohteelle Tampuurin kulutusseurannan kautta. Muistilapuille merkitään yleensä ilmoituksia esimerkiksi remonteista, joiden on huomattu vaikuttavan kulutuksiin, kuten linjasaneeraus tai vaikka julkisivuremontti.

Aikaväli 1-12/2017

Raportin päivämäärä 23.03.2018

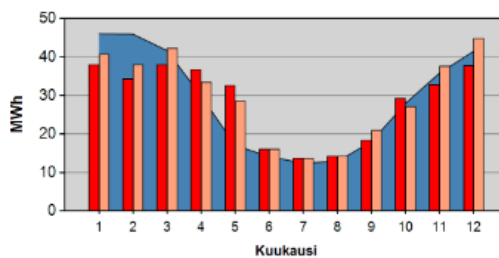
## (16802) ESITTELYKOHDE 1

Kohdetie 1, 00430 HELSINKI

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| KIINTEISTÖNUMERO: | 16802               |
| LÄMMITYSMUOTO:    | Kaukolämpö          |
| ILMANVAIHTOJÄRJ.: | Keskitetty poisto   |
| KIINTEISTÖTYYPI:  | Asuinkerrostalo     |
| RAKENNUSTILAVUUS: | 7540 m <sup>3</sup> |
| RAKENNUSVUOSI:    | 2002                |
| ASUKKAITA:        | 40 (08/2016)        |

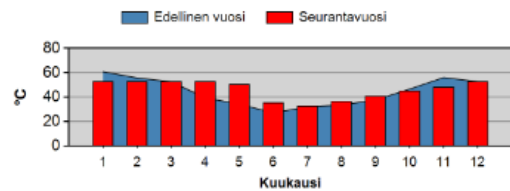
| 1.1 Lämpöenergian kuukausikulutukset MWh |            |        |             |        |
|--|------------|--------|-------------|--------|
| Ajanjakso                                | Toteutunut | Muutos | Normeerattu | Muutos |
| 1-12/2017                                | 341,9      | 0,7 %  | 357,9       | 4,3 %  |
| 1-12/2016                                | 339,5      |        | 343,2       |        |

Edellisen vuoden norm. kulutus Seurantavuoden norm. kulutus  
Seurantavuoden kulutus



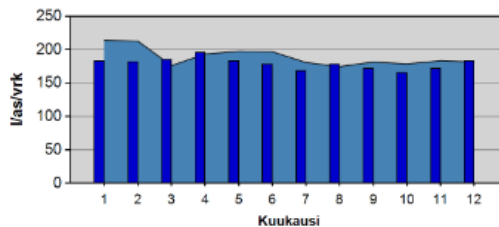
| 1.2 Lämpöenergian vuosikulutus                        |           |                     |
|---|-----------|---------------------|
|   | MWh       | kWh/Rm <sup>3</sup> |
| Seurantavuoden todellinen kulutus                     | 341,9     | 45,3                |
| Edellisen vuoden kulutus                              | 339,5     | 45                  |
| Seurantavuoden tod. norm. kulutus ja lämpöind.        | 357,9     | 47,5                |
| Edellisen vuoden norm. kulutus ja lämpöindeksi        | 343,2     | 45,5                |
| Paikkakunnan vastaavien kiint. keskim. norm. kulutus  | 318,4     | 42,2                |
| Vastaavien kiinteistöjen lämpöindeksien vaihtelurajat | 31,9-52,5 | kWh/Rm <sup>3</sup> |

## 1.3 Kaukolämpöveden keskimääräinen jäähtyminen



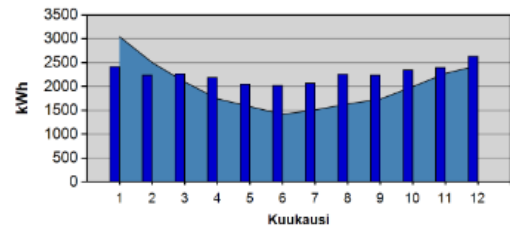
| 2.1 Veden kuukausikulutukset |                |        |
|------------------------------|----------------|--------|
| Ajanjakso                    | m <sup>3</sup> | Muutos |
| 1-12/2017                    | 2614,3         | -2,6 % |
| 1-12/2016                    | 2684,0         |        |

Edellinen vuosi kylmävesi Seurantavuosi lämminvesi  
Seurantavuosi kylmävesi Edellinen vuosi lämminvesi



| 3.1 Sähkön kuukausikulutukset |      |        |
|-------------------------------|------|--------|
| Ajanjakso                     | MWh  | Muutos |
| 1-12/2017                     | 27,1 | 13,3 % |
| 1-12/2016                     | 24,0 |        |

Edellinen vuosi sähkö Seurantavuosi yönsähkö  
Seurantavuosi sähkö Edellinen vuosi yönsähkö



| 2.2 Veden vuosikulutus              |                |          |                   |
|-------------------------------------|----------------|----------|-------------------|
|                                     | m <sup>3</sup> | l/as/vrk | l/Rm <sup>3</sup> |
| Seurantavuoden todellinen kulutus   | 2614,3         | 179      | 347               |
| Edellisen vuoden kulutus            | 2684           | 189      | 356               |
| Vast.kiint.keskim.kulutus           | 1992           | 136      | 361               |
| Vast.kiint.kulutuksen vaihtelurajat | 113 - 160      | l/as/vrk |                   |

| 3.2 Sähkön vuosikulutus               |             |                     |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|
|                                       | MWh         | kWh/Rm <sup>3</sup> |
| Seurantavuoden todellinen kulutus     | 27,1        | 3,6                 |
| Edellisen vuoden kulutus              | 24,0        | 3,18                |
| Vast. kiint. keskim. kulutus          | 32,47       | 4,31                |
| Vast. kiint. kulutuksen vaihtelurajat | 1,92 - 6,72 | kWh/Rm <sup>3</sup> |

## HUOMAUTUKSET

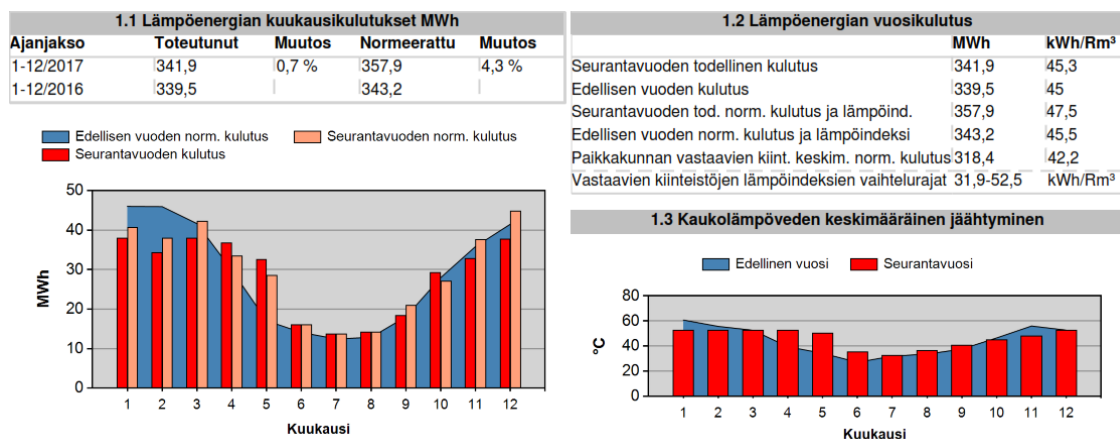
SÄHKÖ: KULUTUKSEN MUUTOS ON SUURI

Kuva 5. Tampuurin kulutusseurantaraportti

Itse kulutusseurantaraportilla on kohteen vuosikulutuksia esitetty graafisella kuvaajalla ja lukuina kulutuksen seurannan helpottamiseksi. Kuvasta 6 näkyy tarkasteltavan vuoden, tässä vuosi 2017, ja sitä edeltävän vuoden lämmitysenergiankulutukset. Kuvajasssa taustalla sinisellä näkyvä täytetty alue on lämmitysenergian normeeratun kulutuksen esitys. Seurantavuodella näkyy normeeratun kulutuksen lisäksi toteutunut kulutus.



Toteutuneet ja normeeratut lämmitysenergian kulutukset näytetään myös selkeästi lukuarvoina. Esitettävien kulutusten mittayksiköt näkyvät osiossa selkeästi. Graafisista kuvaajista on mahdollista havaita kuukausi- ja vuositasen poikkeamat nopeammin. Kulutusseurantaraportin on diagrammilla esitetty myös jäähtymä, eli kohteen lämmitykseen käytetyn nesteen jäähtyminen, esim. kaukolämpövedelle, joka lasketaan kohteesta saaduilla kulutustiedoilla. Tämä auttaa paremmin lämmitysenergian poikkeamien havaitsemisessa. Muutos tekstin alla on prosentteina esitetty kulutuksen muutos verrattuna raportin seurantavuotta edellisen vuoden kulutuksiin.



Kuva 6. Lämmitysenergia ja kaukolämpöveden jäähtymä esitettynä kulutusseurantaraportilta.

#### 2.2.4 Vastaavien kiinteistöjen kulutuksen vaihtelurajat

Raportoinnin tueksi Talokeskuksen kulutusseurannan kiinteistömässasta on luotu vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajat. Vaihtelurajoilla on helpompi verrata tarkasteltavan kiinteistön ominaiskulutuksia perustiedoiltaan vastaavanlaisiin kiinteistöjen kulutuksiin. Vaihtelurajojen tarkoituksena on siis havainnollistaa, onko tarkasteltavassa kiinteistössä tarvetta kulutuksen säästöä edistävälle toimenpiteille. Vaihtelurajat näkyvät kulutusseurantaraportilla lämmitysenergian, kiinteistösähkön ja käyttöveden osalta. Kuvassa 7 on esitetty erään pääkaupunkiseudulla sijaitsevan asuinkerrostalon lämmitysenergian ominaiskulutuksen vaihtelurajat kulutusseurantaraportilla. Raportin osiossa näkyy myös muita kulutuksen esityksiä, joilla on tarkoitus helpottaa kiinteistön kulutuksen seurantaa. Taulukosta voi verrata edellisvuoden ja seurantavuoden todellisia ja normitettuja kulutuksia.

| 1.2 Lämpöenergian vuosikulutus                        |           |                     |
|---|-----------|---------------------|
|   | MWh       | kWh/Rm <sup>3</sup> |
| Seurantavuoden todellinen kulutus                     | 341,9     | 45,3                |
| Edellisen vuoden kulutus                              | 339,5     | 45                  |
| Seurantavuoden tod. norm. kulutus ja lämpöind.        | 357,9     | 47,5                |
| Edellisen vuoden norm. kulutus ja lämpöindeksi        | 343,2     | 45,5                |
| Paikkakunnan vastaavien kiint. keskim. norm. kulutus  | 318,4     | 42,2                |
| Vastaavien kiinteistöjen lämpöindeksien vaihtelurajat | 31,9-52,5 | kWh/Rm <sup>3</sup> |

Kuva 7. Lämmitysenergian 2017 vuosikulutustaulukko esitettynä kulutusseurantaraportilta.

Energiankulutuksen normituksen merkitys, on Motivan verkkosivuilla määritelty seuraavasti:

Kulutuksen normitus auttaa kulutusseurannassa. Lämmitysenergian kulutuksen normeeraus auttaa rakennuksen energiankulutuksen seurannassa: normitettu kulutus on vertailukelpoinen riippumatta rakennuksen sijainnista tai eri kuukausien ja vuosien lämpötilaeroista. (3)

Tampuurissa on erillinen vaihtelurajojen laskentatyökalu. Työkalun alkuperäinen tarkoitus on ollut vaihtelurajojen laskennan mahdollistavien tietojen muodostaminen Tampuurin kohdetiedoista. Työkalulla pystytään myös jaottelemaan valitut kiinteistöt erilaisiksi ryhmiksi, esimerkiksi kiinteistön kulutusten tai kohdetietojen mukaan. Vaihtelurajatyökalulla päivitetään kerran vuodessa kohteiden vaihtelurajoja Tampuurissa. Näissä laskentaprosesseissa voi kestää useita tunteja. Kun työkalu on käynyt laskentaprosessinsa läpi, on laskennan tulokset vielä käytävä läpi virheellisten laskentatietojen varalta ja tarvittaessa korjattava tai poistettava näitä tietoja.

#### 2.2.5 Laskennassa käytettävät tiedot

Vaihtelurajojen laskentaa vaaditaan vähintään tietyt kiinteistön perustiedot. Vaihtelurajojen laskennassa luokittelutiedoilla on preferenssi- tai tärkeysjärjestys, joka määrittelee laskentaan mukaan otettavat luokittelutiedot:

- 1 kiinteistötyyppi ja lämmitysmuoto
- 2 lämmitystarveluku tai astepäiväalueet
- 3 rakennusvuosi

#### 4 rakennustilavuus.

Laskentatyökalu ottaa luokittelutietoja mukaan laskentaan. Jos laskennassa ryhmä koko määrittäyty liian pieneksi, järjestelmä pudottaa pois järjestyksessä alimman luokitteluryhmän, jolla on vähiten merkitystä kiinteistön kulutuksiin ja vaihtelurajoihin. Vaihtelurajojen laskentojen luokitteluryhmässä on tästä syystä kaksi tietoa, jotka järjestelmä vähintään tarvitsee laskentaa varten. Ilmanvaihtojärjestelmä sijoittuisi tässä joko neljänneksi tai viidenneksi ryhmäksi. Lämmitystarveluku on tehty kuvaamaan lämmitysenergian tarvetta alueella, jossa kyseinen rakennus sijaitsee.

## Luokitteluryhmät

### Suodatus

|  |                          |                            |
|--|--------------------------|----------------------------|
| <b>Laskennan kiinteistötyyppi</b>      | <b>Lämmitysmuoto</b>     | <b>Rakennusvuosiluokka</b> |
| - Valitse - ▼                          | - Valitse - ▼            | - Valitse - ▼              |
| <b>Rakennustilavuusluokka</b>          | <b>Lämmitystarvealue</b> |                            |
| - Valitse - ▼                          | - Valitse - ▼            |                            |
| <input type="button" value="Suodata"/> |                          |                            |

Kuva 8. Luokitteluryhmät ja niiden tiedot vaihtelurajatyökalussa.

Lämmitystarveluvusta määritelty Ilmatieteenlaitoksen sivuilla seuraavalla tavalla:

Lämmitystarveluvun (aiemmin käytetty termi: astepäiväluku) avulla normeerataan toteutuneita lämmitysenergian kulutuksia, jotta voidaan verrata toisiinsa saman rakennuksen eri kuukausien tai vuosien kulutuksia ja eri kunnissa olevien rakennusten ominaiskulutuksia. (4)

Taulukossa 2 on esitetty Tampuurin kulutusseurannan kohderekisterin kiinteistötyyppien nimet. Järjestelmässä on määritetty kulutusseurantaraportille useampi kiinteistötyyppi (liite 1) kuin kiinteistötyypeissä, joita järjestelmä käyttää vaihtelurajojen laskennoissaan. Laskennan kiinteistötyypeissä nämä on yhdistetty yleisemmäksi kiinteistötyypiksi, kuten asuinkerrostalojen kohdalla. Kulutusseurantaraportille tuleva tyyppi näkyy myös yrityksen ulkopuolelle esim. asiakkaalle, joten sen määrittely on hieman laajempi muutaman kiinteistötyypin kohdalla, eli asuinkerrostalojen, pientalojen ja urheilurakennusten kohdalla. Vaihtelurajojen laskennassa esim. luhtikäytäväkerrostalo määritellään asuinkerrostaloksi ja luhtikäytäväpientalo pientaloksi.

Taulukko 2. Vaihtelurajojen laskennallinen kiinteistötyyppi

| <b>Laskennan kiinteistötyyppi</b> |
|-----------------------------------|
| Rivitalot                         |
| Asuinkerrostalo                   |
| Asuinliiketalot                   |
| Myymälärakennukset                |
| Majoitusliikerakennukset          |
| Asuntolarakennukset               |
| Toimistorakennukset               |
| Huoltolaitosrakennukset           |
| Päiväkodit                        |
| Kokoontumisrakennukset            |
| Opetusrakennukset                 |
| Teollisuusrakennukset             |
| Varastorakennukset                |
| Pientalot                         |
| Kauppakeskukset                   |
| Ravintolat                        |
| Pysäköintitalot                   |
| Urheilurakennukset                |
| Muut rakennukset                  |
| Terveydenhuoltorakennukset        |

Vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajoja on mahdollista laskea taulukossa 3 oleville lämmitysmuodoille. Erona aikaisemmin mainittuun taulukkoon 1, jossa näkyvät Tampuurin kulutusseurannasta löytyvät lämmitysmuodot, on raskasöljy. Näitä kohteita ei Tampuurin kohteista enää löydy. Lämmitysmuodolla hiili on myös vain yksi testikohde, mutta yhtäkään ns. oikeaa kohdetta ei tällä lämmitysmuodolla löydy.

Taulukko 3. Vaihtelurajojen laskennan lämmitysmuotojen valinta.

| <b>Lämmitysmuodot</b> |
|-----------------------|
| Kaukolämpö            |
| Kevytöljy             |
| Sähkö                 |
| Maakaasu              |
| Hiili                 |
| Maalämpö              |

Rakennustilavuus ja kerrosala taulukossa 4 on jaettu eroteltaviin ryhmiin vaihtelurajojen laskentaa varten. Näistä kahdesta lähinnä rakennustilavuutta käytetään hyödyksi laskennoissa. Vaihtelurajojen laskennassa rakennustilavuus on merkittävämpi tiedoista, ja sitä käytetään mukana laskennoissa. Kerrosalan luokittelutiedolle on tehty jaottelu, mutta sitä ei tällä hetkellä käytetä vaihtelurajojen laskennoissa.

Taulukko 4. Rakennustilavuuden ja kerrosalan luokittelut Tampuurissa

| Rakennustilavuus [m <sup>3</sup> ] | Bruttoala, Kerrosala [m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------|--|
| 0–4000 m <sup>3</sup>              | 0 - 1000 m <sup>2</sup>                |
| 4001–10 000 m <sup>3</sup>         | 1001 - 2500 m <sup>2</sup>             |
| 10 001–20 000 m <sup>3</sup>       | 2501 - 5000 m <sup>2</sup>             |
| 20 001–30 000 m <sup>3</sup>       | 5001 - 7500 m <sup>2</sup>             |
| 30 001–50 000 m <sup>3</sup>       | > 7501 m <sup>2</sup>                  |
| >50 001 m <sup>3</sup>             |  |

Taulukossa 5 kohteet on myös jaoteltu kiinteistöjen rakennusvuoden mukaan. Rakennusvuoden luokittelutietoryhmien jaotteluperusteena on vuodet, jolloin rakennusmääräyksiin on tehty merkittäviä muutoksia. Rakennusvuosien luokittelu loppuu 2004, mutta luokittelu on tulossa päivitykseen, jolloin uudeksi ryhmäksi tulee 2012 jälkeen rakennetut kohteet. Rakentamismääräyksiä on uudistettu viimeksi 2013 voimaan tulleilla määräyksillä.

Taulukko 5. Rakennusvuosien luokittelu Tampuurissa ja kohteiden määrä luokittelussa.

| Rakennusvuosi | Kohteiden määrä |
|---------------|-----------------|
| < 1940        | 294             |
| 1940–1959     | 177             |
| 1960–1975     | 577             |
| 1976–1979     | 135             |
| 1980–1995     | 518             |
| 1996–2003     | 416             |
| 2004 →        | 394             |

### 3 Ilmanvaihtojärjestelmän lisääminen osaksi raportointia

#### 3.1 Tutkittavat kiinteistöt ja menetelmät

Kohteiden kulutuksien ja ilmanvaihtojärjestelmien tarkastelussa käytettiin Tampuurista saatavia tietoja, työkaluja ja raportteja. Esimerkiksi excel-tiedoston muodossa ajettu ”TS-listaus Perustiedot” -raportti, jota käytettiin työn pohjana. Kulutusseurannan kohderekeris-terissä oli ennen karsinnan aloittamista 6 135 kohdetta. Tärkeimpiä työssä käytettävistä tiedoista ovat kohteiden vuosikulutukset ja rakennustilavuus, koska näistä laskettiin kohteille vuoden ominaiskulutus. ”TS-listaus Perustiedot” -raportissa oli taulukoituna myös perustietojen lisäksi kohteiden kahden edellisen seurantavuoden kulutukset. Työssä analysoitiin lähinnä excel-tiedoston tietoja, sillä ne olivat työn kannalta selkeämpiä ja vaihtelurajatyökalu ei ole aktiivisesti käytettävä työkalu. Raakakarsinta excel-tiedostoista tehtiin ensin karsimalla kaikista kiinteistöistä asuinkiinteistöt ja tästä asuinkerrostalot. Tiedostosta jätettiin pois myös kohteet, joista puuttui jokin työhön tarpeellinen tieto, kuten kohteen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennustilavuus tai lämmitysenergian kulutus vuosilta 2016–2017.

Tutkittavat kiinteistöt rajattiin koskemaan vain asuinkerrostaloja, ja tästä rakennustyy-  
pistä niitä kohteita, joissa päälämmitysjärjestelmä on kaukolämpö. Valinta perustui

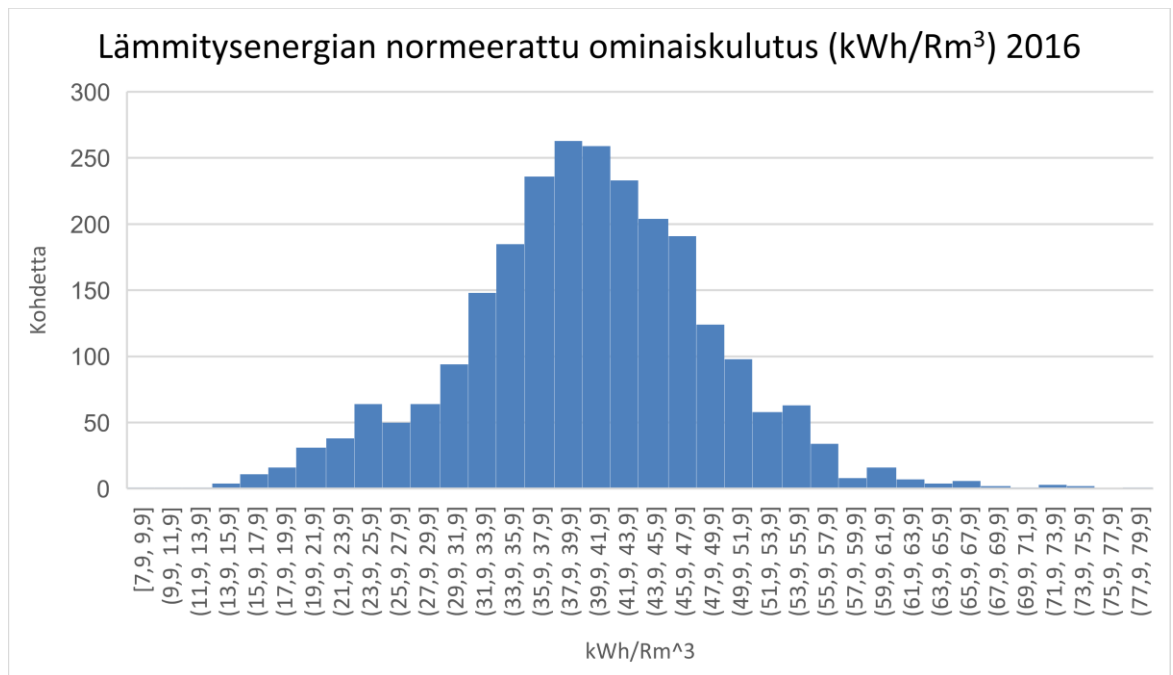
asuinkerrostaloihin, sillä se on kooltaan suurin ryhmä kulutusseurannassa olevista asuinkiinteistöistä. Rajauksen tarkoituksena on parantaa ja tarkentaa ryhmän kiinteistöiden vertailua. Tampuurissa oli 2 755 kpl kaukolämmitteistä asuinkerrostaloa (2/2018), joille on myös kirjattu ilmanvaihtojärjestelmä. Tarkasteluun käytettiin kiinteistöjä, joilta on saatavilla vuosien 2016–2017 kulutukset kokonaisuudessa. Jos joltain kohteilta puuttui kulutuksia kyseisiltä vuosilta vain kuukauden verran, jätettiin ne mukaan vertailuun. Puuttuvan kulutuksen järjestelmä arvioi automaattisesti. Tiedostosta jätettiin myös pois kohteita, jotka on merkitty asuinkerrostaloiksi, mutta ovat kulutuksiltaan poikkeavia. Tällaiseksi määriteltiin esimerkiksi erään kampuksen opiskeluasunnot.

Tampuuriin kohderekisteriin ilmanvaihtojärjestelmät kirjataan valmiiksi määritetyistä vaihtoehtoista. TS-listaus Perustiedot -excelissä olevat ilmanvaihtojärjestelmät ja kuinka monessa kohteessa kutakin järjestelmää lukumäärältään on, on esitetty taulukossa 6. Tarkasteltavista kohteista karsittiin pois ne, joilta ilmanvaihtojärjestelmän tieto puuttui. Kohteet joissa oli poistoilmanlämpöpumppu (koneellinen poisto + PILP) päätettiin myös karsia työstä pois, koska ryhmässä oli vain 24 kohdetta. Suuressa osassa näissä kohteissa poistoilmalämpöpumppu on asennettu vuosien 2016–2017 aikana, joten kulutus-tiedot eivät ole vertailukelpoisia. Myös kohteiden PILP-järjestelmien käyttöönotossa on ollut haasteita, minkä vuoksi kulutukset ovat olleet vaihtelevia. Karsintojen jälkeen kohteita tiedostoon jäi 2 521.

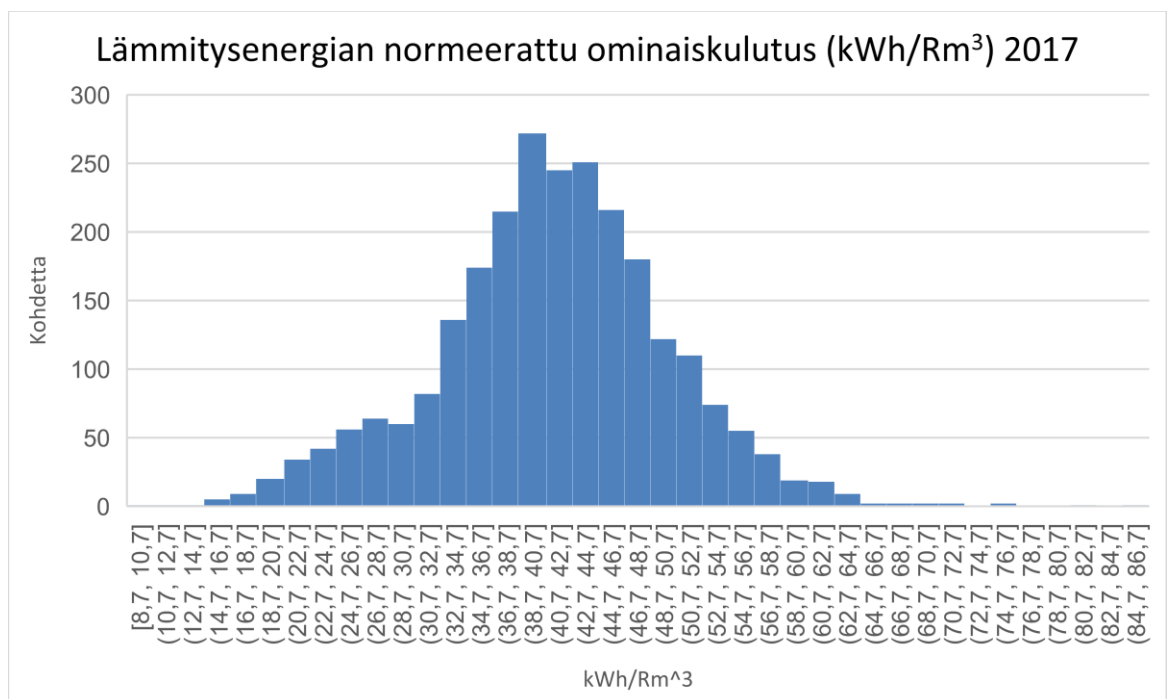
Taulukko 6. Ilmanvaihtojärjestelmien luokittelu ja lukumäärät.

| <b>Ilmanvaihtojärjestelmät Tampuurissa</b> | <b>Kohteiden lukumäärä</b> |
|--|----------------------------|
| Keskitetty poisto                          | 1555                       |
| Keskitetty poisto ja tulo                  | 100                        |
| Keskitetty poisto ja tulo + LTO            | 216                        |
| Tilakohtainen poisto                       | 97                         |
| Tilakohtainen tulo ja poisto               | 20                         |
| Tilakohtainen poisto ja tulo + LTO         | 89                         |
| Painovoimainen                             | 444                        |
| Koneellinen poisto + PILP                  | 24                         |

Kaikkien kohteiden lämmitysenergian ominaiskulutukset jakautuvat alla olevien diagrammien mukaan mukaisesti, (kuviot 1 ja 2). Suurin osa kohteiden ominaiskulutuksista jakautuu alueelle n. 35–45 kWh/Rm<sup>3</sup>. Merkittävää muutosta vuosien 2016 ja 2017 ominaiskulutuksissa ei näytä olevan. Kaikkien kohteiden keskiarvot olivat vuonna 2016 40,25 kWh/Rm<sup>3</sup> ja vuonna 2017 41,26 kWh/Rm<sup>3</sup>.



Kuvio 1. Kohteiden määrän jakautuminen verrattuna normeerattuun ominaiskulutukseen 2016



Kuvio 2. Kohteiden määrän jakautuminen verrattuna normeerattuun ominaiskulutukseen 2017



### 3.2 Energiankulutuksen virhelähteitä

Yksi kulutusseurannassa esiintyvistä virheistä aiheutuu järjestelmästä puuttuvista tiedoista sekä niiden tarkkuudesta ja ajantasaisuudesta. Esimerkiksi asiakkaalle lähtevässä kiinteistön perustietolomakkeessa, jossa asiakkaalta tiedustellaan Tampuuriin perustettavien kohteiden teknisiä tietoja, jätetään ajoittain kulutusseurannan kannalta merkittäviä tietoja ilmoittamatta tai vajaaksi, kuten rakennustilavuus, lämmitysmuoto tai -muodot, ilmanvaihtojärjestelmä, rakennustyyppi. Kohde voi myös koostua useammasta rakennuksesta, jolloin ajoittain on ilmoitettu vain yhden rakennuksen teknisiä tietoja, kuten rakennustilavuus tai asukasluku. Voi myös olla mahdollista, että kohteen eri rakennuksissa ei ole toisiaan vastaavia kiinteistöteknisiä järjestelmiä. Tampuurin osapuolittiedoissa tapahtuu usein muutoksia vuodenvaihteessa. Tämä aiheuttaa hieman mittarilukemien myöhästymistä, koska tällaisissa kohteissa mittarilukemien toimitus perustuu kaikkien osapuolien aktiivisuuteen. Kysytyjen tietojen tarkkuuteen ja oikeellisuuteen vaikuttaa se mistä asiakas on toimittanut tietonsa meille. Yleisimmin toimitettujen tietojen lähteenä on isännöitsijäntodistus tai jokin muu asiakkaan tahon ylläpitämä kohderekisteri. Esimerkiksi kohteen tilavuus- ja pinta-alatiedoissa voi olla sisällettynä lämmittämättömiä tiloja, kuten autopaikoituksia tai varastotiloja.

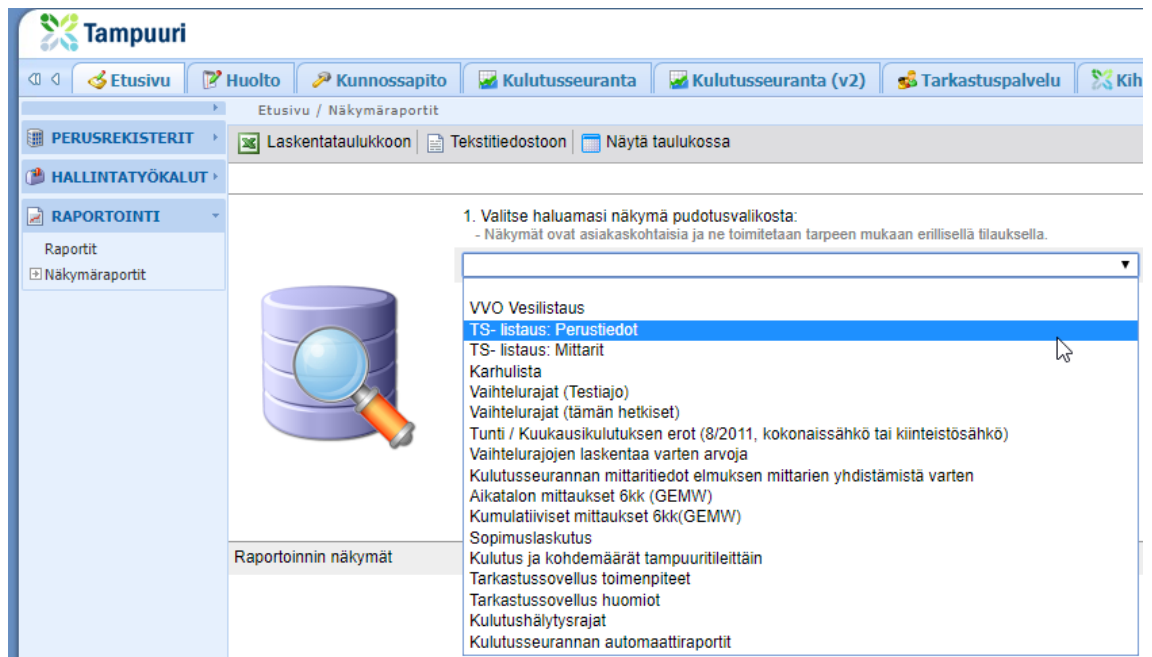
Kulutusten tarkkuuteen vaikuttaa myös kiinteistössä toimivien osapuolien aktiivisuus, kokemus, käytettävissä oleva aika ja kiinnostus ongelman selviämiseen, kulutusseurantaan ja kiinteistön tekniikkaan. Kiinteistöteknisiin järjestelmiin tehdyt muutokset havaitaan ajoittain vasta kulutustason muutoksella tai, kun joku fyysisesti käy kohteella, esimerkiksi energia-asiantuntija. Muutoksien syitä selvitetään usein isännöitsijän tai kiinteistöhuollon kanssa käytyjen keskustelujen avulla, mutta aktiivisempi muuttuvien tietojen päivittäminen vähentäisi kulutustietojen epätarkkuutta.

Kohteissa tehtävät laajemmat korjaus- ja huoltotoimenpiteistä aiheutuneet kulutusmuutokset vääristävät kohteiden kulutuksia. Tämä vaikuttaa merkittävästi, jos kohteessa on meneillään laajempi korjausurakka, kuten linjasaneeraus. Käyttäjien kulutustottumukset ja kohteen erilaiset yhteiset tilat vaikuttavat myös kulutuskäyttäytymiseen ja muutoksiin, esimerkiksi kohteissa, joissa on jotain liiketiloja mukana. Näissä liiketilän tyhjillään olo tai käyttäjän vaihtuminen havaitaan useasti kulutustason muutoksena.

Uusista Tampuuriin perustettavista kohteista pyydetään kohteiden kulutushistoriatietoja kolmelta edeltävältä vuodelta ennen sopimuksen allekirjoittamista. Osassa kohteista kulutusseurantasopimus Talokeskuksen kanssa on tehty vasta vuosien 2016–2018 aikana, joten kaikilta historiatietoja ei ole toimitettu lainkaan tai toimitettu vain osittain vuosien 2016–2017 ajalta. Toimitettavien kulutushistoriatietojen paikkansapitävyys perustuu kiinteistön mittareita seuraavan tahon aktiivisuuteen, joka useimmiten on kohteesta vastuussa oleva kiinteistöhuolto-yhtiö. Historiatiedot toimitetaan yleensä taulukko tiedostona, mutta ajoittain kohteelta saadaan kulutushistoriaa, joka on säilytetty vain lukemalappujen muodossa.

### 3.3 TS-listaus Perustiedot-raportti

TS-listaus Perustiedot-raportti saatiin järjestelmästä käyttämällä Tampuurin näkymäraportit-työkalua. Näkymäraportit-työkalu löytyy Tampuurin etusivulta, josta voi ajaa ulos kohderekisterin tietoja suurena massana. Tiedostomuodoksi valittiin Excel-tiedosto, koska tätä on yleisesti totuttu käyttämään apuna kulutusseurannan töissä. Alla kuvassa 9 on esitetty kuvakaappaus näkymäraportti työkalun raportin valinnasta. Kuten kuvasta näkee, näkymäraportin työkaluilla on mahdollista ajaa myös muita raportteja ulos. Näkymäraportteja käytetään usein, esim. asiakkaan useiden tai kaikkien kohteiden raportoinnissa tai kohteissa, joissa on huomattavan suuri määrä seurattavia mittareita, kuten isoissa kauppakeskuksissa.



Kuva 9. Raportin valinta Näkymäraportit-työkalusta

### 3.3.1 Sarakkeiden karsinta ja valinta

”TS-listaus Perustiedot” -tiedosto sisältää koko kohderekisterin massa, ja haluttuja tietoja ei voi ennen tiedoston ulosajoa valita. Taulukossa on muokkaamatta 84 saraketta, joista suurin osa on työn kannalta turhaa tietoa. Aluksi karsittiin ylimääräistä tietoa tiedostosta. Karsittaviin kuuluu esim. osapuolitietoja ja joitakin sopimuspäivämääriä. Karsinnan jälkeen taulukkoon jäi 36 saraketta. Näistä piilotettiin vielä 16 saraketta, jotka eivät työ kannalta olleet merkittäviä mutta joita tarvitsisi kohteiden tarkastelussa ja tutkinnassa jossain vaiheessa. Näkyville jätettyjä tietoja ovat mm. rakennustilavuus, lämmön ja sähkön vuosikulutukset 2016 ja 2017, rakennusvuosi, rakennustyyppi. Kaikkia näkyville jätettyjä tietoja ei tarvita laskennoissa, mutta niistä oli apua kohteiden tutkimisessa.

Sarakkeiden karsinnan jälkeen kohteille laskettiin lämpöenergian ja kiinteistösähkön ominaiskulutukset vuosille 2016 ja 2017. Nämä laskettiin taulukossa rivien loppuun tyhjille sarakkeille, jotka näkyvät kuvasta 10. Taulukkoon luotiin myös kolme saraketta kommentteja varten, sarakkeiden avulla sitten pystytään suodattamaan ei karsittavia kohteita pois taulukon riveiltä. Sähkön ominaiskulutuksia ei käytetty vaihtelurajojen vertailuun tässä työssä, mutta sen avulla oli helpompaa löytää kulutuksiltaan poikkeavat kohteet.

| AC      | AJ         | AK     | AL     | AM      | AN      |
|---------|------------|--------|--------|---------|---------|
| sähkö 2 | aikaleima  | Lämpöe | Lämpöe | Sähkö C | sähköer |
| 91104,9 | 05.02.2018 | 46,401 | 47,983 | 4,107   | 4,625   |
| 66404,7 | 05.02.2018 | 54,016 | 53,440 | 4,234   | 4,380   |
| 30262,9 | 05.02.2018 | 52,505 | 54,114 | 2,598   | 2,778   |
| 29233,2 | 05.02.2018 | 46,658 | 45,942 | 2,915   | 3,636   |
| 402699  | 05.02.2018 | 38,256 | 41,169 | 12,300  | 11,827  |

Kuva 10. Lämmitysenergian normeeratut ja sähköenergian ominaiskulutuksia esitettyinä taulukossa

### 3.3.2 Rivien karsinta ja valinta

Taulukon riveistä suodattamalla karsittiin kohteita, joita ei selkeästi haluttu tutkimukseen ottaa mukaan. Taulukon laskennan kiinteistötyypeistä valittiin asuinkerrostalot ja kaukolämpö näkyviksi kohteiksi. Taulukosta karsittiin myös kohteet joissa ei ollut täysiä vuosikulutuksia vuosilta 2016–2017, tai ne, joilta tieto rakennustilavuudesta puuttui. Ilman näitä tietoja ominaiskulutukset jäivät tyhjiksi. Myös esittely- tai testikohteet karsittiin pois tiedostosta. Taulukon riveillä oli myös 108 kohdetta, joissa kulutukset olivat niin poikkeavia, että kyse oli selkeästä virheestä kulutustiedossa, korjaukset oli tehtävä kohteittain, mm. korjaamalla mittarinvaihtotietoja tai vaikka kohteen kulutustietojen uudelleen laskennalla. Osasta kohteita puuttui lämmitysenergian kulutusta vuoden 2017 lopusta. Nämä kohteet olivat kuukausiseurannassa olevia mittareita, joilta odotettiin lukemia ja päivitettiin taulukkoa mittarilukemien päivittyessä. Tässä vaiheessa tiedostoista päätettiin karsia myös erään oppilaitoksen kampuksen kiinteistöt, koska ne olivat kulutuksiltaan liian poikkeavia ryhmästä. Kohteilla lämmitysenergian ominaiskulutukset olivat hyvin alhaiset ja kiinteistösähkön ominaiskulutukset huomattavan suuria.

Yhteenvetotaulukkoon kerättiin kaikkien ilmanvaihtotyyppien ominaiskulutusten keskiarvot ja mediaanit, näin niitä pystyi vertailemaan keskenään. Taulukkoon laitettiin myös keskiarvo kaikkien kohteiden kulutuksesta, jotta sitä voi käyttää avuksi vertailussa. Taulukosta näkee helposti kuinka paljon ilmanvaihtojärjestelmien kulutukset poikkeavat toisistaan ja kaikkien kohteiden keskiarvosta. Taulukossa 7 vuodet 2016 ja 2017 on vielä eritelty. ”TS-listaus Perustiedot” -tiedoston listauksessa lämmitysjärjestelmän normee-

rattu ominaiskulutuksien toisistaan poikkeavilla vuosikulutuksilla etsittiin virheellisiä kulutuksia kohteilta. Taulukossa 7 sarakkeet ovat erillään, vaikka kulutukset eivät eroa merkittävästi.

Taulukko 7. Kohteiden ominaiskulutuksien keskiarvoja ja mediaanit ilmavaihtojärjestelmittäin.

| Ilmavaihtojärjestelmä                 | Lämpöenergia normeerattu ominaiskulutus |                             |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|
|                                       | 2016 [kWh/Rm <sup>3</sup> ]             | 2017 [kWh/Rm <sup>3</sup> ] |
| Kaikki, ka.                           | 39,91                                   | 40,86                       |
| Kaikki mediaani                       | 40,08                                   | 40,88                       |
| Keskitetty poisto ja tulo ka.         | 35,07                                   | 35,50                       |
| Keskitetty poisto ja tulo LTO ka.     | 29,27                                   | 29,42                       |
| Keskitetty poisto ja tulo LTO med.    | 28,21                                   | 27,66                       |
| Keskitetty poisto ja tulo med.        | 34,25                                   | 34,94                       |
| Keskitetty poisto ka.                 | 35,07                                   | 35,50                       |
| Keskitetty poisto med.                | 34,25                                   | 34,94                       |
| Koneellinen poisto+PILP ka.           | 34,24                                   | 33,35                       |
| Koneellinen poisto+PILP med.          | 37,39                                   | 36,21                       |
| Painovoimainen ka.                    | 42,09                                   | 43,12                       |
| Painovoimainen med.                   | 40,96                                   | 41,93                       |
| Tilakohtainen poisto ja tulo LTO ka.  | 29,10                                   | 29,33                       |
| Tilakohtainen poisto ja tulo LTO med. | 29,12                                   | 28,44                       |
| Tilakohtainen poisto ka.              | 42,29                                   | 43,27                       |
| Tilakohtainen poisto med.             | 41,53                                   | 43,01                       |
| Tilakohtainen tulo ja poisto ka.      | 34,56                                   | 35,10                       |
| Tilakohtainen tulo ja poisto med.     | 32,19                                   | 32,24                       |

Jokaiselle IV-järjestelmälle oli tehty myös omat taulukot. Taulukoista ei ollut merkittävää hyötyä, koska päätaulukossa tiedostojen käsittely oli kuitenkin tarpeeksi helppoa. Taulukossa 8 on esitetty ominaiskulutukset Tampuurin kulutusseurannan rakennusvuosiluokittelun mukaan. Taulukosta huomaa, kuinka kiinteistön teknisten järjestelmien määrän kasvaessa, sähkön ominaiskulutus kasvaa, mutta toisaalta lämmitysenergian ominaiskulutukset ovat laskeneet huomattavasti. Tähän vaikuttaa kiinteistön järjestelmien tekniikan ja rakennustekniikan kehittyminen samoin kuin jatkuvasti uudistuvat rakentamismääräykset.

Taulukko 8. Kohteiden ominaiskulutuksien jakautuminen rakennusvuosien mukaan

| Rakennus-<br>vuosi | Lämpöenergia normeerattu omi-<br>naiskulutus [kWh/Rm <sup>3</sup> ] |        | Sähköenergia ominaiskulutus<br>[kWh/Rm <sup>3</sup> ] |       |
|--------------------|---|--------|---|-------|
|                    | 2016  | 2017   | 2016  | 2017  |
| < 1940             | 39,431  | 40,580 | 1,908   | 1,836 |
| 1940 - 1959        | 44,569  | 45,550 | 3,680   | 3,681 |
| 1960 - 1975        | 44,969  | 45,830 | 4,796   | 4,727 |
| 1976 - 1979        | 39,795  | 41,460 | 4,586   | 4,521 |
| 1980 - 1995        | 42,519  | 43,473 | 3,815   | 3,709 |
| 1996 - 2003        | 39,207  | 40,193 | 3,943   | 3,871 |
| 2004 -             | 29,401  | 29,490 | 6,204   | 6,171 |

### 3.4 Ilmanvaihtojärjestelmät Tampuurissa ja kohteissa

Koska tieto ilmanvaihtojärjestelmästä tulee asiakkaalta, jonka tietolähteenä yleensä on isännöintitodistus tai jonkinlainen kiinteistö- tai kohderekisteri, ei ole varmaa millä tavalla kiinteistössä eri ilmanvaihtojärjestelmät toteutettu tai onko kohteelta saatu virheellistä tietoa. Tietojen oikeellisuudesta kysellään asiakkaalta, jos kohteella huomataan poikkeava kulutustaso, joka voisi johtua väärästä tiedosta. Tampuurin kulutusseurannassa ei ole myöskään tietoa kaikkien kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien iästä, kunnosta tai huollon tasosta. Osassa kohteista on Talokeskuksen talotekninen tarkastuspalvelu, jossa asiantuntijamme tarkastavat kiinteistötekniikan kunnan ja säädöt, joiden perusteella tehdään tekninen tarkastusraportti. Raportti on myös asiakkaan osapuolien käytävissä. Ei ole tiedossa, millaisia muutoksia kohteiden kiinteistötekniikkaan aktiivisesti tehdään, joten ilman selvitystyötä muutosten syyt eivät ole itsestään selviä.

Kiinteistössä teknisten järjestelmien esimerkiksi lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmien säätöarvot vaikuttavat kiinteistön kulutuksiin. Säätöarvoille tehtävät pienetkin muutokset vaikuttavat usein merkittävästi kiinteistön kulutuksiin. Säätöarvojen muutos on varmasti yksi helpoimmista tavoista karsia kiinteistön käyttökustannuksista.

Näiden vaikutuksen näkee esimerkiksi taulukosta 7, kun vertailee LTO:lla eli lämmöntalteenotoilla varustettujen kohteiden kulutuksia muiden kohteiden kulutuksiin. Näkyvin ero on painovoimaisten ja tilakohteisten poistojen omaavien kohteiden välillä. Kohteet joiden

ilmanvaihtojärjestelmä on painovoimainen tai tilakohtainen poisto, ovat tietenkin vanhempia ja eri rakennustekniikalla ja määräyksillä rakennettuja. Taulukosta 8 näkee myös kiinteistösähkönenergian ominaiskulutuksen kasvun, kiinteistön tekniikan lisääntyessä. Kuviossa 3 on verrattu lämpöenergian normeerattua ja kiinteistösähkön ominaiskulutusta graafisella kuvaajalla.



Kuvio 3. Ilmanvaihtojärjestelmien lämpöenergian normeerattu ominaiskulutuksen ja kiinteistösähkön ominaiskulutuksen keskiarvot.

PILP-kohteiden lähempi tarkastelu olisi myös kiinnostavaa työn kannalta, mutta kohteita oli vain 24 ja niistä useassa PILP oli asennettu kesken jaksoa 2016–2017. Toimivista kohteista huomaa kuitenkin, että laite parantaa ilmanvaihdon energiatehokkuutta merkittävästi kaikkien kiinteistöjen keskiarvoiseen lämmitysenergian normeerattuun ominaiskulutukseen verrattaessa, joka on 40,39 kWh/m<sup>3</sup>, toimivissa kiinteistöissä ominaiskulutus on n. 23–30 kWh/m<sup>3</sup>. Suurin osa PILP:stä oli asennettu vanhempiin kohteisiin, 24 laitteesta 18 oli asennettu 1950–1970-luvuilla ja 5 oli asennettu 1980–1990-luvuilla rakennettuihin kohteisiin. Vain yksi kohde oli asennettu 2005 rakennettuun kohteeseen. PILP:llä siis on pyritty parantamaan vanhempien rakennuksien ilmanvaihdon energiatehokkuutta.

Kiinteistön lämmitysenergian normeerattuun ominaiskulutukseen vaikuttavat muutkin kuin ilmanvaihtojärjestelmä. Näitä ovat esim. kiinteistötyyppi tai lämmitysmuoto. Suora

vertaus ei ole reilu, koska kiinteistöjen ikä ja silloinen rakennustekniikka on huomattavan erilaista. Ilmanvaihtojärjestelmän lisäys järjestelmään ei välttämättä vaikuttaisi kaikkien Tampuurin kohteiden lämmitysenergian vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajoja huomattavasti. Vaikutus näkyisi selkeimmin uudehkoissa kohteissa, joiden ilmanvaihtojärjestelmässä on lämmöntalteenottolaitteita (PILP tai LTO). Suurempia lämmitysenergiaan vaikuttavia ilmanvaihdon osia ovat siis lämmöntalteenottolaitteet ja poistoilmalämpöpumput. Lisäyksen vaikutus sähköenergian vaihtelurajoihin olisi varmastikin suurempi.

Ilmanvaihtojärjestelmän lisäys kulutusseurantapalvelun vastaavien kiinteistöjen vaihtelurajojen laskentaa varten olisi kannattavaa. Kiinteistötekniikan lisääntyessä kiinteistössä ja kehittyessä ilmanvaihtojärjestelmillä on jatkuvasti kasvava merkitys rakennusten kulutukseen kuin aiemmin. Lisäys tarkoittaa myös vaihtelurajoja, koska järjestelmä pysyisi hakemaan tarkasteltavaa kohdellee tarkemmin tiedoiltaan vastaavia kiinteistöjä, joilta vaihtelurajat kulutusseurantaportille sitten lasketaan. Vaihtelurajan tarkentuminen helpottaisi kulutukseltaan poikkeavien kohteiden havaitsemista. Asiakkaalle raportti olisi myös selkeämpi ja hyödyllisempi.

#### **4 Yhteenveto**

Työssä tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon hyötyä olisi mahdollisesti ilmanvaihtojärjestelmän lisäämisestä osaksi Tampuurin kulutusseurannan raportoinnin vaihtelurajojen laskentaa. Selvitys tehtiin lähinnä Tampuurin ja kulutusseurannan käyttäjän näkökulmasta. Yksi eduista olisi myös kulutusseurantaportilla vastaavien kiinteistöjen kulutuksen vaihtelurajojen tarkentuminen. Tämä helpottaisi kulutusseurantaportin tulkitsemista. Tästä olisi hyötyä kulutusseurannan palveluiden tarjoajille sekä asiakkaalle, jotka sitten pystyisivät vertaamaan tarkasteltavan kohteen kulutuksia mahdollisimman tarkasti sitä vastaaviin kiinteistöihin. Työ tehtiin Talokeskus Yhtiöt Oy -konsernin Energianhallinnan yksikölle.

Yhtenä tärkeimpänä tutkimustyökaluna käytettiin TS-listaus Perustiedot excel-taulukkoa Tampuurin kulutusseurannan kohderekisterin perustiedoista. Se saatiin kohdetiedoista kulutusseurannan työkaluilla. Tutkinnassa haluttiin käyttää mahdollisimman laajaa



mutta, kuitenkin yhtenäistä kiinteistöryhmää, jonka tiedoista pystyi muodostamaan. Ensimmäisiksi rajauskriteereiksi määriteltiin kohteet, joiden kiinteistötyyppi oli asuinkerrostalot, joille oli myös merkitty ilmanvaihtojärjestelmä ja joissa lämmitysmuotona oli kaukolämmitys. Taulukko saatiin järjestelmästä excel-tiedoston muodossa. Taulukon perustiedoista muodostettiin kohteiden lämmitysenergian ja sähkön ominaiskulutukset, joiden avulla tarkasteltiin ilmanvaihtojärjestelmien vaikutusta kiinteistön kulutuksiin.

Ilmanvaihtojärjestelmän lisääminen osaksi kulutusseurannan raportoinnin vaihtelurajojen laskentaa toisi lisää tarkkuutta vaihtelurajoihin. Vaikutus näkyisi merkittävimmin uudemmissa kohteissa, joissa ilmanvaihtojärjestelmässä on lämmöntalteenottolaitteita, kuten LTO ja PILP. Ilmanvaihtojärjestelmän kulutuksen vaikutukset näkyvät selkeämmin sähkön ominaiskulutusta kasvattavina. Luokittelun lisääminen vaikuttaisi luultavasti enemmän sähköenergian kuin lämpöenergian vaihtelurajoihin kulutusseurantaraportilla, koska rakennuksissa lisääntyvä kiinteistötექniikka lisää kiinteistösähkön kulutusta. Ilmanvaihtojärjestelmien kehittyessä ja tekniikan määrän kasvaessa näiden vaikutukset kiinteistön kulutuksiin kasvavat. Tämän näkee hyvin esimerkiksi LTO-laitteilla varustetuista kohteista. PILP on myös yksi kiinteistön kulutuksiin voimakkaasti vaikuttava ilmanvaihdon osa, tässä työssä ei sen etuja voinut nähdä niin selkeästi nähdä laitteiden ongelmien takia. Tällä lisäyksellä saataisiin kuitenkin parannettua ja kehitettyä kulutusseurannan palveluita.

Itse työssä ei lisätty ilmanvaihtojärjestelmää luokittelutiedoksi Tampuurin kulutusseurannan vaihtelurajojen laskentaa varten, joten tämä vaihe on seuraava järkevä vaihe kulutusseurannan työkalujen kehittämisessä. Kohderekisteristä puuttui myös suuri määrä erilaisia kohdetietoja, joiden selvittäminen olisi kulutusseurantapalveluiden edistämisen kannalta mieluisaa. Kohderekisterin tietojen tiedustelun tarkentamista tulisi kehittää. Samalla olisi hyvä myös päivittää rakennusvuosille uusi luokka. Kun muutokset on tehty ja uudet luokittelutiedot lisätty, vaihtelurajojen tiedot tulisi päivittää vaihtelurajojen laskentatyökalulla.

## Lähteet

- 1 Suomen Talokeskuksen historia. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.talokeskus.fi/yritys/historia/>>. Luettu 19.4.2018
- 2 Tampuuri-ohjelmistot. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.talokeskus.fi/tampuuriohjelmistot/default.aspx>>. Luettu 23.3.2018
- 3 Kulutuksen normitus. Verkkoaineisto. Motiva. <<https://www.motiva.fi/kulutuksen-normitus>>. 31.7.2017. Luettu 11.4.2018
- 4 Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. Verkkoaineisto. Ilmatieteenlaitos. <<http://www.ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>>. Luettu 9.4.2018
- 5 Tampuuri. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.tampuuri.fi>>. Luettu 30.1.2018
- 6 Päivärinta, Sami. 2018. Kestävän kehityksen palvelut KP51 KEKE 1.2.2018 alkaen. Tiedote. Talokeskus Yhtiöt Oy
- 7 Kulutusseuranta. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<https://fog.talokeskus.fi/default.asp?W2356>>. 11.2.2015. Luettu 21.3.2018
- 8 Kulutusseurantapalvelu. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.tampuuri.fi/tampuuripalvelut/energianhallintapalvelut/kulutusseurantapalvelu/>>. Luettu 22.3.2018
- 9 Yritys. Verkkoaineisto. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.talokeskus.fi/yritys/>>. Luettu 23.3.2018
- 10 Poistoilmalämpöpumppu. 2018. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/poistoilmalampopumppu](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/poistoilmalampopumppu)>. 4.1.2018. Luettu 10.4.2018
- 11 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskoelma. osa D2, Helsinki: Ympäristöministeriö.

## Kiinteistötyypit

Kulutusseurantaraportilla näkyvä kiinteistötyyppi.

| <b>Kiinteistötyyppi (raportilla näkyvä)</b> |                        |           |
|---|------------------------|-----------|
| Rivitalo                                    |                        |           |
| Asuinkerrostalo                             | Luhtikäytäväkerrostalo |           |
| Asuinliiketalo                              |                        |           |
| Myymälä                                     |                        |           |
| Hotelli                                     |                        |           |
| Asuntola                                    |                        |           |
| Toimistorakennus                            |                        |           |
| Palvelutalo                                 |                        |           |
| Päiväkoti                                   |                        |           |
| Kokoontumisrakennus                         |                        |           |
| Opetusrakennus                              |                        |           |
| Teollisuusrakennus                          |                        |           |
| Varastorakennus                             |                        |           |
| Pientalo                                    | Luhtikäytäväpientalo   |           |
| Kauppakeskus                                |                        |           |
| Ravintola                                   |                        |           |
| Pysäköintitalo                              |                        |           |
| Urheilurakennus                             | Jäähalli               | Uimahalli |
| Muu rakennus                                |                        |           |
| Terveydenhuoltorakennus                     |                        |           |