

Opinnäytetyö AMK

Energia- ja ympäristötekniikka

2020

Aino Rastas

REALIA ISÄNNÖINNIN  
KIINTEISTÖJEN  
OMINAISKULUTUSTASON  
SELVITYS JA TOIMENPIDE-  
EHDOTUKSET

Aino Rastas

# REALIA ISÄNNÖINNIN KIINTEISTÖJEN OMINAISKULUTUSTASON SELVITYS JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Työn tavoitteena oli selvittää Realia Isännöinnin eri ikäisten kiinteistöjen ominaiskulutustaso lämmityksen, veden ja sähkön osalta, analysoida niitä sekä luoda toimenpide-ehdotuksia kulutusten tehostamiseksi. Työssä on myös kerrottu perustietoja eri laitteiden ja järjestelmien toiminnasta, jotta toimenpiteet ja niiden merkitykset olisivat mahdollisimman hyvin ymmärrettävissä, vaikkei asiasta etukäteen tietäisi paljoa.

Työssä tarkasteltiin Realia Isännöinnin isännöimien asuinkerrostalojen ominaiskulutuksia. Lähtötiedot ladattiin Realialla käytössä olevasta kiinteistönhallintajärjestelmästä Tampuurista. Asuinkerrostalot jaettiin kahden vuoden välein ryhmiin rakennusvuosien perusteella. Jokaisen ryhmän vertailukelpoisista kulutuksista laskettiin keskiarvot, mediaanit sekä minimi- ja maksimiarvot. Lopulta jokaisesta kulutuslajista tehtiin kaaviot, joissa näkyy keskiarvot ja mediaanit rakennusvuosien funktiona.

Asuinkerrostalojen ominaislämmönkulutus on ollut laskussa 70-luvun lopulla rakennetuista taloista asti. Uudemmissa rakennuksissa lämmitysenergiaa kuluu yhä vähemmän huoneistotilavuutta kohti. Myös vedenkulutus on sitä pienempi, mitä uudemmista rakennuksista on kyse. Veden ominaiskulutuksen pienentyminen ole kuitenkaan yhtä lineaarista kuin lämmityksen osalta. Kiinteistösähkön ominaiskulutus on pitkään ollut sitä suurempaa, mitä uudemmista rakennuksista on kyse.

## ASIASANAT:

Asuinkerrostalot, energiankulutus, energiatehokkuus, kaukolämmitys, lämmönkulutus, sähkönkulutus, vedenkulutus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme

2021 | 78 pages, 1 page in appendices

Aino Rastas

## SPECIFIC CONSUMPTIONS AT REALIA ISÄNNÖINTI AND PROPOSALS FOR ACTION

The aim of the thesis was to review specific heating, water and real estate electricity consumption at Realia Isännöinti's residential buildings of different ages, analyze them and create proposals for action for decreasing the consumption. In the thesis, basic information of different machines and systems and how they work is presented. Therefore, the actions could be as clear as possible even if the reader does not know very much about those beforehand.

Data was downloaded from the real estate management system named Tampuuri. The specific consumption was calculated by using the downloaded data. Residential buildings were divided into groups of two by the year of construction. Average, median, minimum, and maximum values were calculated from the comparable consumption of each group. Eventually, the figures with the average and median values in a function of the year of construction were made of every kind of consumption.

The specific heating consumption has been decreasing in the buildings constructed in the late 70s. The newer buildings consume less heating energy per residential volume than older buildings. Also, the newer the buildings are, the smaller the water consumption is. The decrease of specific water consumption is not as linear as the decrease of specific heating consumption. The specific real estate electricity consumption has been increasing for a long time.

### KEYWORDS:

Apartment blocks, district heating, electricity consumption, energy consumption, energy efficiency, heat consumption, water consumption

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>8</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>9</b>
1.1 ARAn energia-avustus	9
<b>2 TYÖN RAJAUS</b>	<b>11</b>
2.1 Kiinteistöjen rajaus	12
<b>3 ENERGIAN JA VEDEN KÄYTTÖ SUOMESSA</b>	<b>14</b>
3.1 Kaukolämmön ja lämmitysenergian käyttö Suomessa	14
3.1.1 Kaukolämmön hinnan muodostuminen	14
3.1.2 Normeeraus	15
3.2 Veden käyttö Suomessa	16
3.2.1 Veden hinnan muodostuminen	16
3.3 Sähkön käyttö Suomessa	17
3.3.1 Sähkön hinnan muodostuminen	17
<b>4 KIINTEISTÖJEN ENERGIAN- JA VEDENKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT LAITTEET SEKÄ NIIDEN TOIMINTA</b>	<b>18</b>
4.1 Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavat tekijät	18
4.1.1 Lämmitysjärjestelmät	20
4.1.2 Poistoilman lämmöntalteenotto lämpöpumpulla	23
4.1.3 Lämmityksen optimointijärjestelmä	23
4.2 Veden kulutukseen vaikuttavat tekijät	24
4.2.1 Vesiverkoston paine	25
4.2.2 Vesikalusteet	25
4.2.3 Huoneistokohtaiset vesimittarit	27
4.2.4 Vuotovahti ja vedensäästöjärjestelmät	27
4.3 Kiinteistösähkön kulutukseen vaikuttavat tekijät	28
4.3.1 Valaistus	29
4.3.2 Pumput ja puhaltimet	31
4.3.3 Talosauna	33
4.3.4 Autolämmitystolpat	33
4.3.5 Sulatusvarusteet	33

4.3.6 Aurinkopaneelit	34
<b>5 OMINAISKULUTUSTEN SELVITYS</b>	<b>36</b>
5.1 Lähtötiedot	36
5.2 Työn vaiheet	37
<b>6 OMINAISKULUTUKSET REALIA ISÄNNÖINNIN ASUINKERROSTALOISSA</b>	<b>38</b>
6.1 Lähtötietojen luotettavuus	38
6.1.1 Virheet manuaalisessa tietojen syötössä	38
6.1.2 Virheet mittarien asetuksissa ja toiminnassa	39
6.1.3 Virheet tietojen käsittelyssä	40
6.2 Lämmityksen ominaiskulutukset	40
6.3 Veden ominaiskulutukset	41
6.4 Sähkön ominaiskulutukset	43
<b>7 TULOSTEN ANALYSOINTI</b>	<b>44</b>
7.1 Lämmityksen ominaiskulutusten analysointi	44
7.1.1 Kriisien vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutuksiin	44
7.1.2 Lämmöneristysmääräysten vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutuksiin	45
7.1.3 Ilmanvaihdon vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmönkulutukseen	46
7.1.4 Lämpöpumppujen yleistymisen vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutukseen	47
7.2 Veden ominaiskulutusten analysointi	48
7.3 Sähkön ominaiskulutusten analysointi	49
7.3.1 Huoneistosähköä kuluttavien laitteiden kehittyminen	51
<b>8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET</b>	<b>52</b>
8.1 Lämmityksen tehostaminen	52
8.1.1 Maalämpö	53
8.1.2 Poistoilman lämmöntalteenotto	55
8.1.3 Lämmityksen optimointi	56
8.1.4 Lämmöneristyksen parantaminen	58
8.2 Vedenkulutuksen tehostaminen	61
8.2.1 Huoneistokohtaiset vesimittarit	61
8.2.2 Säästösuuttimet ja vettä säästävät suihkupäät	62
8.2.3 WC-istuimet	63

8.2.4 Paineenalennusventtiili	63
8.2.5 Vuotovahti	64
8.3 Sähkönkulutuksen tehostaminen	65
8.3.1 Lamppujen vaihtaminen	65
8.3.2 Valaistuksen ohjaus	66
8.3.3 Aurinkopaneelit	67
<b>9 JATKOTOIMENPITEET</b>	<b>69</b>
<b>10 YHTEENVETO</b>	<b>71</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>72</b>

## LIITTEET

Liite 1. Energiaraportti esimerkkikiinteistöstä.

## KAAVAT

Kaava 1. Lämmitystarveluvun laskenta (RT 52-11172 2014, 1–2).	15
Kaava 2. Kylmän veden hinnan muodostuminen (Motiva Oy 2020d).	16
Kaava 3. Lämpimän veden hinnan muodostuminen (Motiva Oy 2020d).	17
Kaava 4. T8-loisteputkien vaihtamisesta saatavat vuotuiset säästöt.	66
Kaava 5. Takaisinmaksuajan laskeminen T8-loisteputkien vaihtamiselle.	66

## KUVAT

Kuva 1. Realia Isännöinnin kiinteistötyypit. Kiinteistöjä 4211 kpl.	12
Kuva 2. Asuinkerrostalojen ikäjakauma Realia Isännöinnin ja Tilastokeskuksen tiedoista. Realia Isännöinnin kiinteistöjä mukana 1982 kpl, Tilastokeskuksen tiedoissa kiinteistöjä 60600 kpl (Tilastokeskus 2017).	13
Kuva 3. Kerrostalon lämpötase (Motiva Oy 2016b).	19
Kuva 4. Säätokäyrän jyrkkyyden muutos (LVI 19-10400 2006, 5).	21
Kuva 5. Lämpöpumpun kylmäainepiiri (Energiatehokas koti 2020a).	22
Kuva 6. Kerrostalojen normitetun lämmitysenergian ominaiskulutus rakennusvuosien funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1016 kpl.	40
Kuva 7. Asuinkerrostalojen veden ominaiskulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1088 kpl.	41
Kuva 8. Realia Isännöinnin kerrostalojen vedenkulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1049 kpl.	42

Kuva 9. Asuinkerrostalojen sähkön ominaiskulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 985 kpl.	43
Kuva 10. Lämmöneristysohjeet, -normit ja -määräykset Realia Isännöinnin asuinkerrostalojen lämmityksen ominaiskulutusten kanssa samalla aikajanalla. Ohjeet ja normit on käyrän alapuolella, määräykset käyrän yläpuolella.	46
Kuva 11. Suomeen myydyt lämpöpumput vuosittain. Uudelleen piirretty Sulpun (2020) tietojen mukaan.	47

## TAULUKOT

Taulukko 1. Vaadittava E-luvun parantuminen energia-avustuksen saamiseksi (ARA 2019c, 4).	10
Taulukko 2. Energia-avustuksen enimmäismäärät (ARA 2019a).	10
Taulukko 3. Vesikalusteiden tekniset käyttöiät (RT 18-10922 2008, 22).	25
Taulukko 4. Eri ikäisten wc-istuimien kulutukset (Virta & Pylsy 2011, 103).	26
Taulukko 5. Vesikalusteiden ehdotukset virtaamista vuonna 1967 sekä normivirtaamat vuodelta 1976 (Mäkiö 1994, 206, Motiva Oy 2016c).	48
Taulukko 6. Loistelamppujen korvaaminen led-lampuilla (K-Rauta n. d.).	66

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

GWh	Gigawattitunti
Invertteri	Vaihtosuuntaaja, jonka avulla aurinkopaneeleista saatava sähkövirta muutetaan 230 voltin vaihtovirraksi (Ahjo 2020)
kWh	Kilowattitunti
kWp	Aurinkopaneelin tuottama sähköteho, kun ulkolämpötila on 25 °C ja auringon säteilyvoimakkuus on 1 kW/m <sup>2</sup> (Lehtonen 2020)
LTO	Lämmöntalteenotto
MWh	Megawattitunti
Ominaiskulutus	Kulutus laskettuna esimerkiksi rakennuskuutioita, -tilavuutta tai asukasmääriä kohti
Tampuuri	Realialla käytössä oleva kiinteistönhallintajärjestelmä
TMA	Takaisinmaksuaika
TWh	Terawattitunti



# 1 JOHDANTO

Vuonna 2019 kerrostalojen hoitokuluista noin kolmasosa koostui energia- ja vesikustannuksista (SVT 2020b). Suurimmillaan energia- ja vesikustannusten osuus on 70-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa ja pienimmillään osuus on kaikista uusimmissa taloissa (SVT 2020b). Tässä työssä esitetään toimenpide-ehdotuksia, joita toteuttamalla energian- ja vedenkäyttöä saadaan tehostettua ja vähennettyä. Tällöin säästetään ympäristöä, vähennetään hiilidioksidipäästöjä ja saadaan pienennettyä kustannuksia.

Tietoja Suomen rakennuskannan ominaiskulutuksista rakennusvuosien mukaan löytyy vain vähän. Suomen Talokeskus on kuitenkin laatinut ominaiskulutuksista yhteenvedot tiedoissaan olevien rakennusten perusteella (Virta & Pylsy 2011). Yhteenvedoissa on vuosina 1930–2010 rakennettujen asuinkerros- ja rivitalojen keskimääräisiä ominaiskulutuksia (Virta & Pylsy 2011).

Työn päätavoitteena oli selvittää Realia Isännöinnin kiinteistöjen ominaiskulutustaso. Ominaiskulutuksella tarkoitetaan kulutusta tilavuutta tai pinta-alaa kohti. Näiden lisäksi suunniteltiin toimenpide-ehdotuksia energian- ja vedenkäytön tehostamista varten. Realia Isännöinnin kaikkien kiinteistöjen kulutuksia tai ominaiskulutuksia ei olla aiemmin selvitetty tällä tasolla.

Opinnäytetyön toimenpide-ehdotuksien yhteydessä kerrotaan niiden säästövaikutuksista sekä toteutuksesta. Toimenpidelistan avulla saadaan lisättyä tietoa toimenpiteistä, niiden toteuttamisesta ja vaatimuksista. Projektin on tarkoitus lisätä ymmärrystä rakennusten energiatehokkuuden tärkeydestä ja sen ajankohtaisuudesta.

Työssä kerrotaan aluksi energian ja veden käytöstä Suomessa sekä kulutuksiin vaikuttavista asioista. Seuraavaksi käydään läpi kiinteistöjen lämmitys-, vesi- ja sähköjärjestelmiä, niiden toimintaa ja tekniikkaa. Teorian jälkeen kerrotaan työn toteutuksesta ja sen vaiheista, sekä työn tuloksista ja niiden analysoinnista. Lopuksi esitetään toimenpide-ehdotuksia kulutusten tehostamiseksi ja aivan viimeisenä on loppupäätelmät.

## 1.1 ARAn energia-avustus

ARA eli asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus myöntää avustuksia vuosina 2020–2022 sellaisiin asuinrakennuksien korjaushankkeisiin, jotka parantavat rakennuksen

energiatehokkuutta. Jotta avustusta saa, kerrostalon energiatehokkuuden tulee parantua vähintään 20 % enemmän, kuin ympäristöministeriön asetuksen (4/13) 7 §:ssä on säädetty vähimmäistasoksi. Kerrostaloille vähimmäistaso on 15 %. Koska avustuksen lisävaatimus on 20 %, rakennuksen energiatehokkuuden tulee parantua vähintään 32 %, jotta avustusta voidaan myöntää. Taulukossa 1 on esitettynä eri kiinteistötyypeiltä vaadittavat energiatehokkuuden parannukset. Energiatehokkuuden parantuminen lasketaan E-luvun avulla. Vertailussa ovat rakennuksen uusi E-luku sekä rakennuksen alkuperäinen tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisen jälkeinen E-luku. (ARA 2019c, 3–4.)

Taulukko 1. Vaadittava E-luvun parantuminen energia-avustuksen saamiseksi (ARA 2019c, 4).

Rakennustyyppi	Ym:n asetuksen vähimmäistaso	Avustuksen lisävaatimus	Vaadittu parannus yhteensä
Kerrostalo	15 %	20 %	<b>32 %</b>
Rivitalo	20 %	20 %	<b>36 %</b>
Omakoti-, pari- ja ketjutalo	20 %	30 %	<b>44 %</b>

Jos kerrostalon E-luku paranee vähintään 32 %, avustusta voi saada korkeintaan 4000 € asuinhuoneistoa kohti. Jos kerrostalon energiatehokkuus paranee lähes nollaenergiatasolle, avustusta voi saada korkeintaan 6000 € asuinhuoneistoa kohti. Avustuksen määrä on kuitenkin enintään 50 % avustettaviksi hyväksytyistä kustannuksista. Avustettaviksi hyväksytyt kustannukset vaihtelevat yksittäisillä toimenpiteillä 20–100 %:n välillä (taulukko 2). (ARA 2019a, ARA 2019c, 4.)

Taulukko 2. Energia-avustuksen enimmäismäärät (ARA 2019a).

Toimenpide	Avustettaviksi hyväksyttävät kustannukset	Avustuksen enimmäismäärä (50 %)
Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen lämmöntalteenotolla	50 %	<b>25 %</b>
Paineenalennus ja vettä säästävät kalusteet sekä putkien eristys alkuperäistä parempaan tasoon linjasaneerauksen yhteydessä	20 %	<b>10 %</b>
Suunnittelukustannukset	100 %	<b>50 %</b>

Taulukossa 2 on esitetty muutama toimenpide-esimerkki ja niiden hyväksyttävät kustannukset sekä avustusten enimmäismäärät. Lisätietoa sekä lista toimenpiteistä ja avustettaviksi hyväksytyjen kustannusten määristä löytyy ARAn verkkosivuilta (ARA 2019a).

## 2 TYÖN RAJAUS

Työn toimeksiantajana on Realia Isännöinti, Suomen suurin isännöinnin palveluyritys. Se on yli 50 vuotta vanha yritys ja toimii Suomessa yli 40 kaupungissa. Realia Isännöinti on osa suurempaa asiantuntijakonsernia Realia Group Oy:tä, joka on erikoistunut kiinteistöjen ja toimitilojen välitykseen sekä hallintaan. (Realia Isännöinti 2014.)

Realia Isännöinnin kiinteistöjen energian ja vedenkulutuksia pystytään seuraamaan Tampuurista. Tampuuri on Realia Isännöinnillä käytössä oleva kiinteistönhallintajärjestelmä. Tampuurista pystytään lataamaan kiinteistökohtaisesti energiaraportit, joista nähdään kiinteistön energiankulutustiedot sekä vastaavanlaisille kiinteistöille tyypilliset ominaiskulutukset vertailua varten. Tyypilliset ominaiskulutukset on laskettu kaikkien Tampuurissa olevien kiinteistöjen kulutusten perusteella. Energiaraportti esimerkki kiinteistöstä löytyy liitteestä 1.

Yksittäisten kiinteistöjen energian- ja vedenkulutustietojen tarkastelu on helppoa. Kaikkien kiinteistöjen energiaraportit on mahdollista ladata Tampuurista, mutta lataaminen on hidasta ja tietoja joutuu käsittelemään ennen kuin keskimääräistä kulutustasoa saa selville.

Työn tarkoituksena oli selvittää Realia Isännöinnin kiinteistöjen ominaiskulutustaso ja miten se vaihtelee rakennusvuosien mukaan. Ominaiskulutuksista oli tarkoitus luoda havainnollistavat kaaviot, joiden perusteella pystyy näkemään rakennusvuosien vaikutuksen ominaiskulutuksiin: minkä ikäiset rakennukset kuluttavat eniten, mitkä vähiten ja mihin suuntaan rakentamisessa ollaan menossa.

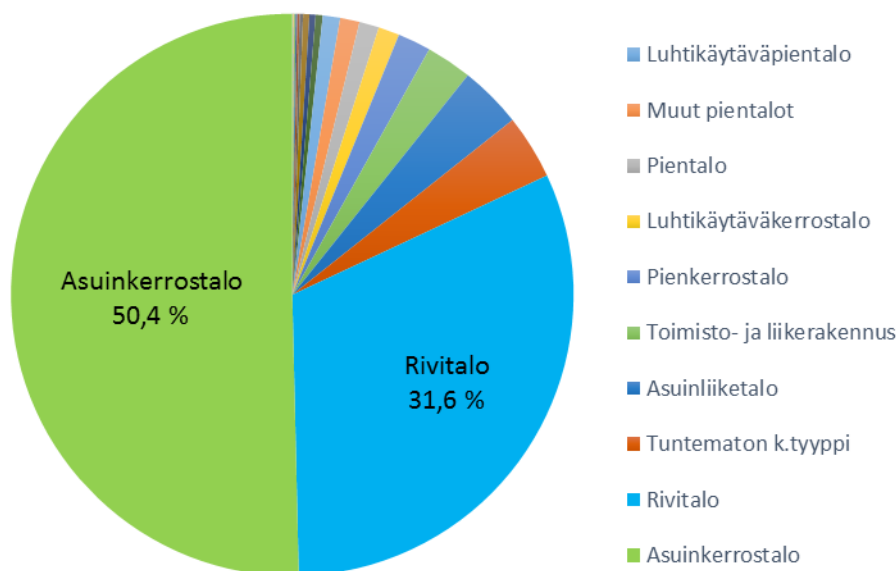
Luotuja kaavioita apuna käyttäen oli tarkoitus tutustua eri aikakausina vallitseviin rakennustapoihin ja siihen, miten ne ovat vaikuttaneet käytönaikaisiin kulutuksiin. Kun kaavioon ja rakennustapoihin oli tutustuttu, tarkoituksena oli selvittää, millä tavoilla kulutuksia voidaan pienentää. Käsittelyyn tuli valita erityisesti niiden aikakausien rakennukset, joissa ominaiskulutukset ovat suurimpia.

Kulutuksia pystyy pienentämään erilaisilla toimenpiteillä. Sopivista toimenpiteistä tuli tehdä selostukset, joista selviää muun muassa toimenpiteellä saatavat säästöt, sen kustannukset sekä millaiseen kiinteistöön toimenpide parhaiten sopii. Toimenpidelistan tulisi toimia isännöitsijöille apuvälineenä toimenpiteiden valitsemisen, suunnittelun ja vertailun kanssa sekä yleisesti lisätä tietoa energiatehokkuustoimenpiteistä.

## 2.1 Kiinteistöjen rajaus

Realia Isännöinnillä on isännöitävänä useantyyppisiä kiinteistöjä. Erityyppisten kiinteistöjen ominaiskuluksia ei voida vertailla keskenään. Tampuurissa Realia Isännöinnin kiinteistöjä oli noin 5000 kpl. Tutkittavaksi rakennuskannaksi valittiin kaukolämmitteiset asuinkerrostalot, koska ne muodostavat kiinteistöistä suurimman yhtenäisen kokonaisuuden. Lisäksi Tampuurista tuli löytyä kiinteistön kulutukset, rakennusvuosi sekä tilavuus.

Realia Isännöinnin kiinteistöistä noin 50 % on asuinkerrostaloja (kuva 1) ja niistä 92 % lämpenee kaukolämmöllä. Tilastokeskuksen (2017) mukaan Suomen rakennuskannasta asuinkerrostaloja on noin 4 % kappalemäärinä mitattuna, mutta niiden kerrosala kattaa noin 21 % Suomen rakennuskannan kerrosalasta.



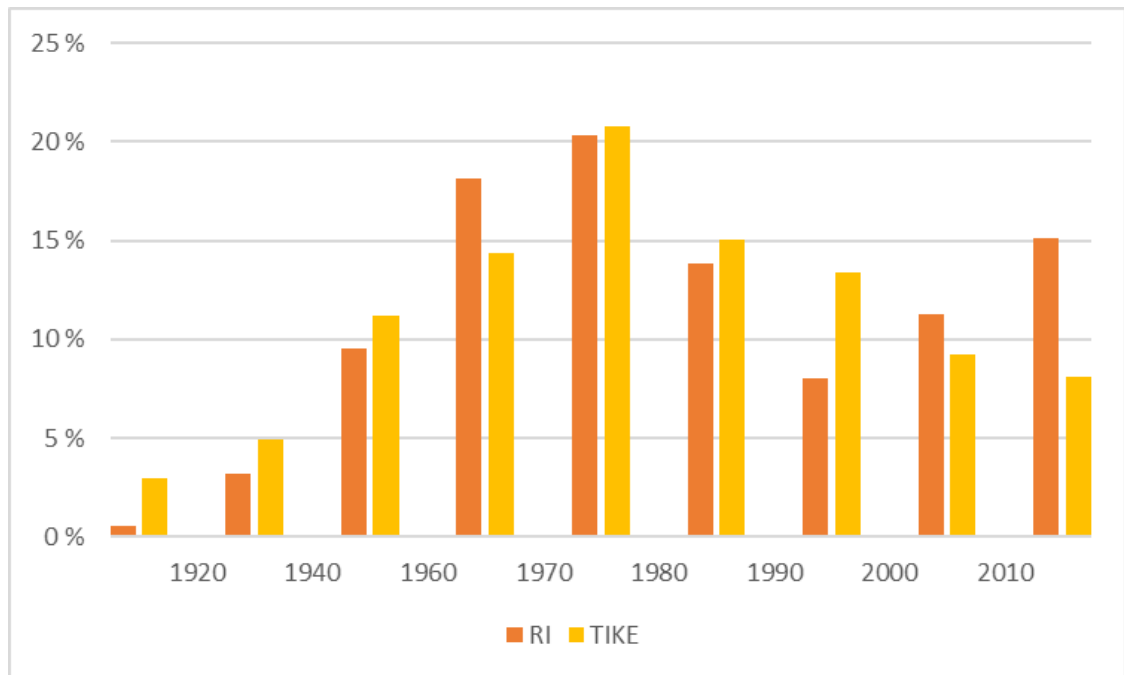
Kuva 1. Realia Isännöinnin kiinteistötyypit. Kiinteistöjä 4211 kpl.

Kuvassa 1 näkyy, miten Realia Isännöinnillä olevat kiinteistöt jakautuvat kiinteistötyypeittäin. Kuvassa on nimetty vain suurimmat kiinteistötyypit. Siitä on jätetty pois ne kiinteistöt (583 kpl), joiden kiinteistötyyppiä ei ollut merkattuna Tampuuriin.

Kokonaisuudessaan noin 1400 kiinteistöä täyttivät tarvittavat vaatimukset (asuinkerrostalo, kaukolämmitteinen, kulutukset, tilavuus ja rakennusvuosi Tampuurissa) ja pääsivät

mukaan vertailuun. Vertailuun mukaan otetuista kiinteistöistä noin yksi neljäsosa sijaitsi Uudenmaan maakunnassa ja loput muualla Suomessa.

Kuvassa 2 on esiteltyä asuinkerrostalojen ikäjakaumaa. Kuvassa on Realia Isännöinnin asuinkerrostalot (tummempi) sekä asuinkerrostalot Tilastokeskuksen tiedoista (vaaleampi). Tämän työn vertailussa mukana olevista kiinteistöistä vanhimmat on rakennettu vuonna 1926 ja uusimmat vuonna 2017.



Kuva 2. Asuinkerrostalojen ikäjakauma Realia Isännöinnin ja Tilastokeskuksen tiedoista. Realia Isännöinnin kiinteistöjä mukana 1982 kpl, Tilastokeskuksen tiedoissa kiinteistöjä 60600 kpl (Tilastokeskus 2017).

Tilastokeskuksen (2017) mukaan suuri osa Suomen asuinkerrostaloista on rakennettu vuosina 1960–1980. Sekä Tilastokeskuksen että Realia Isännöinnin tiedoissa kaikista eniten on 70-luvulla rakennettuja asuinkerrostaloja. Kuvan mukaan Realia Isännöinnin tiedoissa on enemmän uusia asuinkerrostaloja kuin Tilastokeskuksen tiedoissa.

## 3 ENERGIAN JA VEDEN KÄYTTÖ SUOMESSA

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan, paljonko asuinrakennukset käyttävät Suomessa energiaa ja vettä. Tämän lisäksi esitetään tietoa Suomen asuinrakennusten ominaiskulutuksista. Ominaiskulutustiedot perustuvat Suomen Talokeskuksen tutkimukseen (2011). Esitetyt ominaiskulutukset ovat vuosina 1960–1980 rakennettujen asuin-kerrostalojen arvoja vuodelta 2011.

### 3.1 Kaukolämmön ja lämmitysenergian käyttö Suomessa

Suomessa kulutettiin kaukolämpöä 32,4 TWh (normeerattu kulutus oli 35,4 TWh) vuonna 2019 (Energiateollisuus ry 2020). Vuonna 2019 asuintilojen lämmittämiseen kului kaukolämpöä 12 951 GWh ja käyttöveden lämmittämiseen 5 566 GWh (SVT 2020a). Asuin-kerrostalojen lämmittämiseen kuluva osa oli 9 211 GWh (SVT 2020a). Vuoden 2019 kaukolämmöstä 42 % tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä ja 10 % energiasta oli hukkalämpöä (Energiateollisuus ry 2020). Asuin- ja palvelurakennuksista 46 prosenttia lämmitetään kaukolämmöllä (Energiateollisuus ry 2020).

Etelä-Suomessa sijaitsevat asuin-kerrostalot kuluttavat vuodessa lämpöenergiaa keskimäärin 45–65 kWh/m<sup>3</sup>. Viileämmän ilmaston takia Keski-Suomessa lämmön kulutus on 10–15 prosenttia suurempi ja Pohjois-Suomessa 25–30 prosenttia suurempi kuin Etelä-Suomessa. Suurimmat lämmityksen ominaiskulutukset ovat 60- ja 70-luvuilla rakennetuissa taloissa. (Virta & Pylsy 2011, 20–21.)

#### 3.1.1 Kaukolämmön hinnan muodostuminen

Kaukolämmön hinta muodostuu perusmaksusta ja energiamaksusta. Perusmaksu määräytyy rakennuksen tarvitseman suurimman vesivirran tai -tehon mukaan ja se on asuin-kerrostaloissa keskimäärin 20 % koko kaukolämpölaskusta. Energiamaksu määräytyy käytetyn energiamäärän mukaan. (Virta & Pylsy 2011, 16, 61.)

Kaukolämmön hinta uudessa kerrostalossa (20 000 m<sup>3</sup>) on keskimäärin 77 €/MWh (Energiateollisuus ry 2020). Hinta sisältää teho- ja energiamaksun sekä verot, mutta ei

liittymismaksuja (Energiateollisuus ry 2020). Lämmityskustannukset sisältyvät yleensä yhtiövastikkeeseen, jota asukkaat maksavat esimerkiksi asunnon pinta-alan mukaan.

### 3.1.2 Normeeraus

Normeeraus tehdään, jotta rakennusten lämmönkulutuksia pystytään vertailemaan sijainnista riippumatta eri vuosien ja kuukausien välillä. Normeeraus perustuu siihen, että rakennuksen lämmöntarve on lähes suoraan verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilan erotukseen. (RT 52-11172 2014, 1–2.)

Normeerauksessa käytetään lämmitystarvelukua, joka kuvaa sisä- ja ulkolämpötilan erotusta. Yleisesti lämmitystarvelukuna käytetään lukua S17. Tämä tarkoittaa sitä, että sisäilma lämmitetään 17 °C:een ja sisäiset lämmityskuormat täyttävät lämmöntarpeesta loput. Kaavassa 1 esitetään yhden vuorokauden lämmitystarveluvun laskenta. Kuukauden lämmitystarveluku on päivien lämmitystarvelukujen summa ja vastaavasti vuoden lämmitystarveluku on kuukausien lämmitystarvelukujen summa. Lämmitystarveluvun yksikkö on °Cvrk. (Ilmatieteen Laitos n. d.)

$$S = T_S - T_U$$

S	Toteutunut lämmitystarveluku
T <sub>S</sub>	Sisälämpötila
T <sub>U</sub>	Vuorokauden keskimääräinen ulkolämpötila

Kaava 1. Lämmitystarveluvun laskenta (RT 52-11172 2014, 1–2).

Normeeraus tehdään vain lämmityskauden aikana. Jos päivän keskilämpötila on keväällä yli 10 astetta tai syksyllä yli 12 astetta, päivälle ei lasketa lämmitystarvelukua. Tällöin oletetaan, ettei rakennuksia lämmitetä ja normeerausta ei tarvita. Poikkeuksellisen lämpiminä syys- tai toukokuina normeeraus saattaa aiheuttaa suurta poikkeavuutta, minkä takia tällaiset kuukaudet voidaan jättää tilannekohtaisesti normeeraamatta. (Motiva Oy 2016a, 1–2.)

Koska normeeraus tehdään lämpöenergialle, jolla sisätiloja lämmitetään, siihen ei oteta mukaan rakennuksen käyttöveden lämmitykseen kuluva energia. Käyttöveden lämmittämiseen kuluvan lämmitysenergian määrä ei juurikaan riipu ulkolämpötilasta. Ennen

normeerausta koko rakennuksen lämmitysenergiasta täytyy vähentää käyttöveden lämmitykseen kulunut energia. (RT 52-11172 2014, 1.)

Motivasta löytyy laskentaohjeet normeeratun lämmönkulutuksen laskemiselle. Kaavoilla voidaan laskea rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus, kun halutaan vertailla yhden rakennuksen energiankulutusta eri ajankohtina, eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennuksen energiankulutuksia keskenään tai kun on tarkoitus vertailla samalla alueella sijaitsevien rakennuksien kulutuksia keskenään. (Motiva Oy 2016a, 2.)

### 3.2 Veden käyttö Suomessa

Suomessa käytetään vettä yhteensä noin 7300 miljardia litraa vuodessa. Siitä kulutetaan kotitalouksissa noin 3 prosenttia, eli noin 220 miljardia litraa vuodessa. (Nikula 2012, 15.)

Asuinkerros- ja rivitaloissa käytetään vettä keskimäärin 120 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa (Motiva Oy 2020b). Veden käyttötottumuksissa on kuitenkin suuria eroja. Säästeliäimmät asukkaat käyttävät vettä noin 50 litraa ja tuhlaavimmat jopa 300 litraa vuorokaudessa (Motiva Oy 2020b).

#### 3.2.1 Veden hinnan muodostuminen

Vesilasku muodostuu mahdollisesta perusmaksusta, jätevesimaksusta ja raakaveden maksusta. Perusmaksu on keskimäärin 0–15 % koko vesilaskusta, eli kaikki vesilaitokset eivät peri sitä. Loput maksusta muodostuu kulutetun veden ja jäteveden määrän perusteella. Näiden lisäksi maksetaan käyttöveden lämmitykseen kuluvasta energiasta. Asuinrakennuksissa käytetystä vedestä noin 40 % on lämmintä vettä. Yhden vesikuution lämmittäminen 5 °C:sta 55 °C:een kuluttaa energiaa noin 58 kWh. (Motiva Oy 2020d, Virta & Pylsy 2011, 17.)

Kaavoissa 2 ja 3 esitetään, miten kylmän ja lämpimän veden hinta määräytyy.

$$\text{Kylmän veden hinta } [\text{€/m}^3] = \text{Vesikustannus } [\text{€/m}^3] + \text{Jätevesimaksu } [\text{€/m}^3] + \text{Perusmaksu } [\text{€/m}^3]$$

Kaava 2. Kylmän veden hinnan muodostuminen (Motiva Oy 2020d).

$$\text{Lämpimän veden hinta } [\text{€/m}^3] = \text{Kylmän veden hinta } [\text{€/m}^3] + 0,058 [\text{MWh/m}^3] \times \text{Energian hinta } [\text{€/MWh}]$$



Kaava 3. Lämpimän veden hinnan muodostuminen (Motiva Oy 2020d).

Kylmän veden hinta muodostuu vesimaksusta, jätevesimaksusta sekä mahdollisesta perusmaksusta. Lämpimän veden hinta muodostuu kylmän veden hinnan lisäksi käytetyn lämmitysenergian hinnasta. Kylmä vesikuutio maksaa noin 3,8 € (sis. alv) ja lämmin vesikuutio 7,8 € (sis. alv). (Motiva Oy 2020d.)

Asukkaita voidaan laskuttaa vedestä huoneistokohtaisesti toteutuneen kulutuksen, asukasluvun tai huoneiston pinta-alan mukaan.

### 3.3 Sähkön käyttö Suomessa

Sähköä kulutettiin 86,1 TWh Suomessa vuonna 2019. Kulutuksesta 77 % oli kotimaista tuotantoa. Suomessa sähköä tuotettiin 66,0 TWh vuonna 2019. Tästä määrästä 47 % tuotettiin uusiutuvia energialähteitä käyttäen. (SVT 2020c.)

Asuinkerrostaloissa kiinteistösähköä kuluu vuoden aikana normaalisti 2–5 kWh/m<sup>3</sup> riippuen kiinteistön varustelutasosta (Virta & Pylsy 2011, 22–13).

#### 3.3.1 Sähkön hinnan muodostuminen

Sähkölasku koostuu sähkönmyynnistä, sähkönsiirrosta ja veroista. Sähkönmyynti- ja siirtohintaan sisältyy kiinteä perusmaksu ja kulutetun sähköenergian perusteella määräytyvä osa. Sähkönmyyntihinta pystytään kilpailuttamaan, mutta siirtohintaa määräytyy rakennuksen sijainnin mukaan. Kilpailutettavissa oleva myyntihinta muodostaa keskimäärin puolet sähkön kokonaishinnasta. (Kilpailutuspalvelu 2020, Motiva Oy 2019b.)

Kiinteistösähköstä laskutetaan normaalisti yhtiövastikkeella. Huoneistosähkö mitataan erikseen huoneistokohtaisilla sähkömittareilla ja laskutetaan kulutetun sähkömäärän mukaan. Vanhimmissa rakennuksissa ei välttämättä ole huoneistokohtaisia sähkömittareita, jolloin huoneistosähköstä aiheutuvat kustannukset jaetaan asukkaille esimerkiksi huoneiston pinta-alaan tai asukaslukuun perustuen.

## **4 KIINTEISTÖJEN ENERGIAN- JA VEDENKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT LAITTEET SEKÄ NIIDEN TOIMINTA**

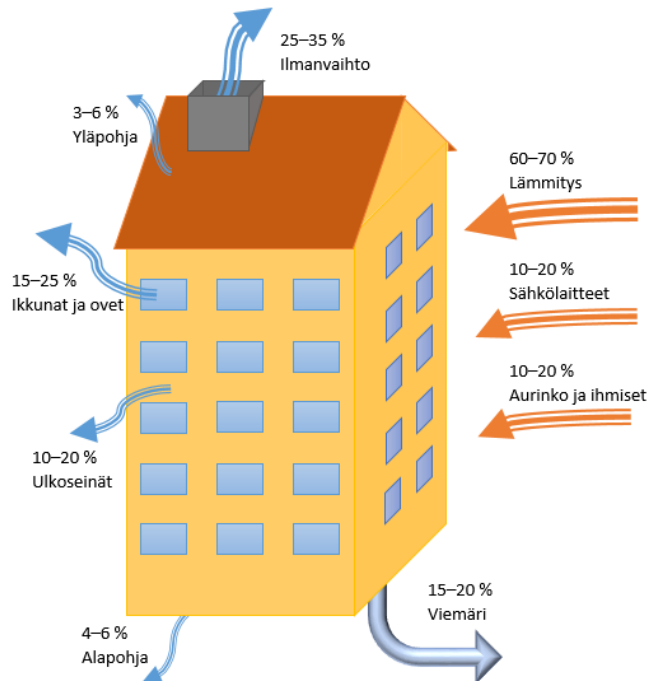
Asuinrakennuksen kulutustasoon vaikuttavat monet asiat. Muun muassa maantieteelliset ja rakenteelliset ominaisuudet sekä asukkaiden käyttäytyminen ovat merkittäviä tekijöitä rakennuksen kulutustasoa ajatellen.

Seuraavaksi esitetään perustietoa erilaisista lämmitysjärjestelmistä, vesilaitteistoista ja -kalusteista sekä kiinteistösähköä kuluttavista laitteista. Ensimmäiseksi käydään läpi kulutustasoon vaikuttavia tekijöitä. Kappaleissa käsitellään kauko- ja maalämpöjärjestelmien toimintaa peruspiirteittäin, vettä kuluttavia laitteita sekä erilaisia vedenkulutuksen mittaajajärjestelmiä. Viimeisenä on sähkölaitteistoista kertova kappale, jossa esitetään eri laitteiden sähkökulutuksia sekä niiden vaikutuksia kiinteistösähkön kokonaiskulutukseen.

Kulutusten aktiivinen seuraaminen on tärkeää, jotta poikkeamat kulutuksissa voidaan huomata. Aktiivisella seurannalla varmistetaan, etteivät kulutukset nouse esimerkiksi vikatilanteen myötä liian korkeiksi. Tietyn kuukauden vuosittaisia kulutuksia tai peräkkäisten kuukausien kulutuksia voidaan verrata keskenään. Tällöin voidaan huomata, ovatko kulutukset nousseet merkittävästi aiempaan tasoon nähden. Ilman kulutusseurantaa poikkeamiin ei välttämättä osata kiinnittää huomiota ja esimerkiksi vuodot tai järjestelmien vikatilanteet voivat jäädä huomaamatta. Kulutusseurannan lisäksi on tärkeää selvittää aina poikkeamien syyt ja korjata mahdolliset vikatilanteet. Kulutusseurannalla voidaan selvittää myös energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusta kulutuksiin.

### **4.1 Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavat tekijät**

Rakennuksen lämmitysenergiankulutus riippuu rakennuksen lämpöhäviöistä ja -kuormasta sekä lämmitystarpeesta (kuva 3). Lämpöhäviöt syntyvät vaipan, ilmanvaihdon ja jäteveden kautta. Kerrostaloissa ylä- ja alapohjan merkitys lämpöhäviöihin on melko pieni. Vaipassa ovien ja erityisesti ikkunoiden läpi karkaa kaikista eniten lämpöä (Motiva Oy 2016b). Lämmitystarvetta pienentää lämpökuorma, jota aiheuttavat aurinko, ihmiset sekä laitteet. (Motiva Oy 2016b.)



Kuva 3. Kerrostalon lämpötase (Motiva Oy 2016b).

Lämpötaseesta näkyy, mistä rakennuksen lämpö tulee ja mitä kautta lämpöä poistuu. Kerrostalojen suurin lämpöhukka muodostuu tyypillisesti ilmanvaihdon kautta. Myös ikkunoiden kautta ja jäteveden mukana poistuu huomattava määrä lämpöä.

Eristystaso vaikuttaa merkittävästi vaipan läpi karkaavan lämmön määrään. Rakentamismääräyksissä olevat lämmöneristysmääräykset ovat ajan mittaan tiukentuneet, joten uudemmista rakennuksista eristys on pääosin parempi kuin vanhemmissa lisäeristämättömissä rakennuksissa. (Virta & Pylsy 2011, 22.)

Lämpöhäviöiden lisäksi lämmitysenergian kulutukseen vaikuttaa tavoiteltava sisälämpötila. Asuntojen sopiva sisälämpötila on noin 20–22 °C (Virta & Pylsy 2011, 38). Asuntojen huoneilman lämpötilan toimenpiderajat ovat lämmityskaudella 18–26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella 18–32 °C (Finlex 2015). Rappukäytävissä ja muissa tiloissa, joissa ei ole vakinaista oleskelua, riittää lämpötilaksi noin 15–18 °C (Virta & Pylsy 2011, 38). Sisälämpötilan laskeminen yhdellä asteella vähentää lämmitysenergiankulutusta noin 5 % (Virta & Pylsy 2011, 38). Useissa kiinteistöissä sisälämpötilat ovat turhan korkeita ja niissä voitaisiin saada helposti säästöä laskemalla sisälämpötiloja parilla asteella.

Lämmitysenergiaa kuluu sisätilojen lämmittämisen lisäksi käyttöveden lämmittämiseen. Veden lämmitykseen kuluva energia määräytyy suoraan siitä, kuinka paljon lämmintä vettä asukkaat käyttävät.

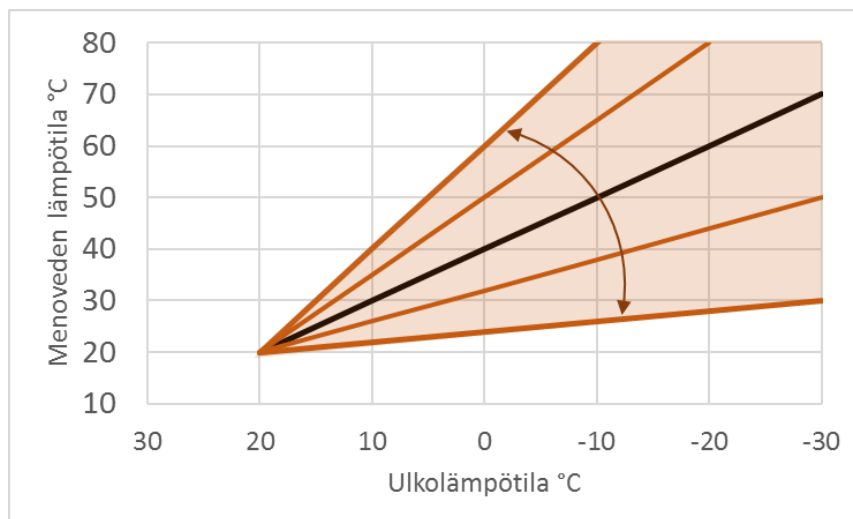
#### 4.1.1 Lämmitysjärjestelmät

Rakennuksen lämmitystapoja on monia. Suomessa suuri osa rakennuksista lämpenee kaukolämmöllä, mutta myös sähköllä, maalämmöllä, öljyllä, puulla ja pelleteillä lämmitetään rakennuksia. Seuraavissa kappaleissa keskitytään kauko- ja maalämpöjärjestelmiin sekä niiden toimintaan pääpiirteittäin.

##### **Kaukolämpöjärjestelmä**

Kaukolämpölaitteistoon sisältyvät lämmönsiirtimet, säätölaitteet, paisunta- ja varolaitteet, pumpput, putkistot, venttiilit ja mittarit. Lämmönjakokeskuksessa lämmitysenergiaa siirretään lämmönsiirtimien avulla kaukolämpövedestä rakennuksen lämmitysverkostoon, ilmanvaihtoon ja käyttöveeseen. Kaukolämpövesi ei kierrä rakennuksen lämmitysverkostossa, vaan sillä lämmitetään rakennuksessa kiertävä lämmitysvesi. (LVI 10-10398 2006, 4, LVI 19-10400 2006, 3.)

Säätölaitteilla säädellään kaukolämpöveden virtaamaa, jotta rakennuksen ja käyttöveden lämpötilat pysyisivät mahdollisimman tasaisina ja sopivina. Mitä enemmän kaukolämpövettä lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimien läpi virtaa, sitä lämpimämpää vettä kiertää rakennuksen lämmitysverkostossa. Lämmitysverkostoon menevän veden lämpötilaa ohjataan usein säätökäyrän avulla ulkolämpötilan perusteella. Säätökäyrässä esitetään lämmitysverkostoon syötettävän menoveden lämpötila suhteessa ulkolämpötilaan (kuva 4). Tavoitteena on, että sisälämpötilat pysyvät samalla tasolla, vaikka ulkolämpötila vaihtelee. Jos asunnoissa on talvisin liian kylmä, säätökäyrä on todennäköisesti valittu liian loivaksi ja jos asunnoissa on talvisin liian kuuma, säätökäyrä on valittu liian jyrkäksi. (LVI 19-10400 2006, 3–5.)



Kuva 4. Säätokäyrän jyrkkyyden muutos (LVI 19-10400 2006, 5).

Paisunta- ja varolaitteiden tehtävänä on vastaanottaa lämpötilanmuutoksista johtuvat tilavuuden muutokset sekä ylläpitää sopivaa verkoston painetasoa. Paisuntasäiliöistä yleisin on kalvopaisuntasäiliö. Säiliön sisällä on kalvo, jonka toisella puolella on kaasua ja toisella puolella lämmitysverkoston vettä. Veden tilavuuden kasvaessa säiliöön tulee enemmän vettä ja kalvo venyy puristaen kaasua tiiviimmäksi. Varoventtiilit puolestaan päästävät verkostosta nestettä ulos, jos paine jostain syystä nousee liian korkeaksi. Tällöin vältetään laitteistojen rikkoutumiselta. Jatkuvasti vuotava varoventtiili voi kertoa laitteiston vikaantumisesta. (LVI 19-10400 2006, 4.)

Lämmitysjärjestelmään kuuluu useampia eri pumppuja. Lämmitysverkoston kiertovesipumpulla kierrätetään lämmitysverkostossa olevaa vettä, ilmanvaihtopumpulla kierrätetään ilmanvaihtoverkoston lämmitysvettä ja käyttövesipumpulla kierrätetään lämmintä käyttövettä, jotta sitä on nopeasti saatavilla. Pumput on aina mitoitettu rakennuksen tarpeiden mukaan oikeille vesivirroille ja paine-eroille. (LVI 10-10398 2006, 4, LVI 19-10400 2006, 4.)

### Maalämpöjärjestelmä

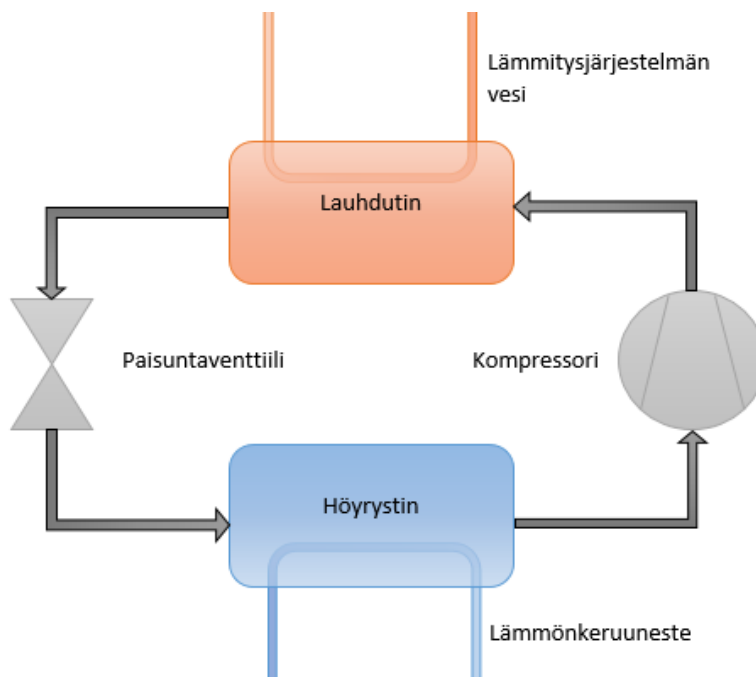
Maalämpöjärjestelmä koostuu lämpöpumpuista, lämmönkeruupiiristä, siirtoputkistosta sekä mahdollisesta lämminvesivaraajasta. Maalämmöllä voidaan lämmittää rakennusta ja käyttövettä ympärivuotisesti. (Juvonen & Lapinlampi 2013, 8, 10.)

Lämmönkeruupiirillä maasta kerätään lämpöä. Lämmönkeruupiiriä varten porataan tavallisesti energiakaivo kallioperään. Lämmönkeruu voidaan toteuttaa myös

vaakaputkistolla, jos tontti on tarpeeksi suuri. Lämmönkeruupiiri voidaan asentaa myös lähellä olevaan vesistöön, jos siihen saadaan tarvittavat luvat. (Motiva Oy 2018, 23.)

Kerrostaloihin tarvitaan useampi noin 300–400 m syvä lämpökaivo. Kaivojen etäisyys toisistaan tulee olla 15–20 m. Tontin pitää olla riittävän suuri, jotta maalämpöhanke voidaan toteuttaa. Tarvittaessa lämpökaivot voidaan porata vinoon, jolloin etäisyyksien ei tarvitse olla yhtä suuria. Kaivojen etäisyys naapuritontin rajasta pitää olla vähintään 8–10 m. (LeaseGreen 2018, Virta & Pylsy 2011, 116–117.)

Lämmönkeruuputkistolla maasta kerätään lämpöä, joka siirretään lämmitysjärjestelmään ja käyttöveteen. Lämmönkeruupiirissä oleva lämmönkeruuneste lämpenee muutamien asteen, minkä jälkeen se johdetaan höyrystimeen. Höyrystimessä lämmönkeruuneste lämmittää kylmäaineen kiehuvaiksi, jolloin se kaasuuntuu. Kaasuuntunut kylmäaine siirtyy kompressoriin. Kompressorissa kaasun paine kasvaa ja se lämpenee edelleen. Lauhduttimessa kuuma kaasu luovuttaa lämpöenergiaa vesikertoiseen lämmitysjärjestelmään ja käyttövesivaraajaan. Lauhduttimen jälkeen nesteenä oleva kylmäaine siirtyy vielä paisuntaventtiilin kautta uudestaan höyrystimeen. Paisuntaventtiilissä kylmäaineen paine ja lämpötila laskevat. (Motiva & Sulpu n. d., 3.)



Kuva 5. Lämpöpumpun kylmäainepiiri (Energiatehokas koti 2020a).

Maalämpöpumppujärjestelmään on mahdollista yhdistää maaviilennys, jolla voidaan keksäisin jäähdyttää kiinteistöä (Juvonen & Lapinlampi 2013, 10). Maalämpöpumpulla

viilentäminen on hyvin ympäristöystävällistä ja edullista (Motiva Oy 2018, 14). Jos sisäilman lämpöä ladataan kesäisin maahan, talvella kaivosta voidaan saada enemmän lämpöä (Juvonen & Lapinlampi 2013, 10).

#### 4.1.2 Poistoilman lämmöntalteenotto lämpöpumpulla

Poistoilman lämmöntalteenotossa otetaan nimensä mukaisesti lämpöä talteen poistoilmasta ennen sen johtamista ulos. Lämmin ilma ohjataan kulkemaan LTO-yksikön läpi. Yksikössä on lämmönkeruuputkisto, jossa kiertävä lämmönkeruuneste kerää poistoilmasta lämpöä. Lämmönkeruulinjaa pitkin lämpöenergia kuljetetaan tekniseen tilaan. Teknisessä tilassa lämpö siirretään lämpöpumppuun, jonka avulla lämpöä siirretään edelleen lämmönjakoverkoston tai kesäisin lämpimään käyttöveteen. (Tom Allen Senera Oy n. d.a.)

Poistoilman lämmöntalteenottoyksikkö koostuu lämpöpumpusta, vesivaraajista, poistoilmapuhaltimesta sekä lämmönkeruuputkistosta. Lisäksi pakkasia varten tarvitaan lisälämmönlähde, eli rakennuksen vanha lämmitystapa tai sähkövastukset. (Virta & Pylsy 2011, 124.)

Jos rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto ilman lämmöntalteenottoa, rakennuksesta puhalletaan ulos noin 20-asteista ilmaa. Tämä ilma vie mukanaan jopa 30–40 % rakennuksen lämmitykseen kuluvaista energiasta. Poistoilman LTO:n ansiosta rakennuksesta poistuva ilma on noin 2-asteista ja ostettavan lämpöenergian määrää saadaan vähennettyä noin 30–40 %. Rakennuksen energialuokitus voi parantua jopa kahden energialuokan verran. (Tom Allen Senera Oy n. d.a.)

Poistoilmalämpöpumppujen vuosihyötysuhde (SCOP, seasonal coefficient of performance) kertoo, kuinka suuren osan ilmanvaihdon lämmitykseen tarvittavasta energiasta lämpöpumppu pystyy tuottamaan vuodessa, kun ulkolämpötilat vaihtelevat. Lämpökerroin (COP) kertoo, kuinka paljon lämpöpumppu pystyy standardoidussa tilanteessa ottamaan lämpöä talteen. (Energiatehokas koti 2020b.)

#### 4.1.3 Lämmityksen optimointijärjestelmä

Lämmityksen optimointijärjestelmillä on tarkoitus säätää lämmitysenergian käyttöä, eli menoveden lämpötilaa, jotta lämmitysjärjestelmä toimisi mahdollisimman hyvin ja

tehokkaasti koko rakennuksessa. Lämmityksen optimoinnilla optimoidaan myös sisäolosuhteita. Lämmitystä pystytään säätämään tekoälyn avulla. Järjestelmästä ja valituista moduuleista riippuen lämmitystä voidaan säätää muun muassa toteutuneen sisälämpötilan, sääennusteen, lämmön kulutushuippujen sekä kiinteistön ja asukkaiden toiveiden perusteella. Normaalisti lämmitystä säädetään vain ulkolämpötilan perusteella. Tällöin lämmitys ei huomioi esimerkiksi keväisin auringon voimakasta lämmittävää vaikutusta ja useat asunnot lämpenevät liikaa. Lämmityksen optimointijärjestelmät huomaavat tässä tilanteessa huonelämpötilan nousun ja esimerkiksi kevätauringon lämmittävä vaikutus voidaan suoraan hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. (eTalkkari n. d., Simap n. d.b, Virtanen 2019)

Lämmityksen optimointijärjestelmiin voidaan usein liittää monia eri mittauksia kuten vesi-, sähkö-, kosteus- ja paine-eromittauksia (eTalkkari n. d., Simap n. d.c, SmartLiving n. d.).

Eri yritysten järjestelmissä on jonkin verran eroja, mutta ne koostuvat melko samanlaisista komponenteista. Langattomaan mittausverkkoon sisältyy yksi tai useampi tukiasema sekä valittu määrä antureita. Anturit asennetaan huoneistoihin ja muihin haluttuihin tiloihin. Useimpien lämpötila- tai olosuhdeantureiden asentaminen on hyvin nopeaa, eikä asentaminen vaadi suurempia toimenpiteitä. Säätimellä tai ohjausyksiköllä voidaan ohjata lämmitystä teknisestä tilasta tai lämmönjakohuoneesta käsin. Tietojen tallennus, seuranta ja järjestelmän etähallinta onnistuu pilvipalvelun avulla. (eTalkkari n. d., Simap n. d.a., Simap n. d.c)

#### 4.2 Veden kulutukseen vaikuttavat tekijät

Veden kulutuksessa kaikista olennaisin asia on asukkaiden kulutustottumukset. Kulutukseen pystytään vaikuttamaan huoneistokohtaisilla vesimittareilla, joiden perusteella vedestä laskutetaan. Lisäksi erilaisilla vettä säästävillä vesikalusteilla ja suihkupäillä voidaan vaikuttaa veden kulutukseen. Vesikalusteiden kunto on myös olennainen asia veden kulutuksen osalta. Vuotavat vesikalusteet voivat lisätä veden kulutusta merkittävästi. (Virta & Pylsy 2011, 27, 36.)

Käyttövesiverkoston oikeanlaisella painetasolla pystytään vaikuttamaan kokonaisvedenkulutukseen virtaamien osalta (Virta & Pylsy 2011, 27). Lisäksi kiinteistössä oleva talosauna voi lisätä veden kokonaiskulutusta.



#### 4.2.1 Vesiverkoston paine

Kiinteistön vesiverkoston liian korkea paine aiheuttaa sen, että esimerkiksi virtaamat hanoista ja suihkuista voivat olla turhan suuret, jolloin vettä kuluu enemmän kuin tarvitsisi. Turhan korkea paine rasittaa myös putkistoa ja voi aiheuttaa äänihaittoja. Painetta saadaan alennettua paineenalennusventtiilillä. Paine saattaa vaihdella verkoston eri osissa, jolloin saatetaan joutua asentamaan erillisiä paineenalennusventtiilejä haarakohtaisesti. (Talotekniikkainfo 2019.)

#### 4.2.2 Vesikalusteet

Vesikalusteiden kunto ja ikä vaikuttavat veden kulutuksen määrään. Vuotavat tai vanhat vesikalusteet kuluttavat vettä enemmän kuin modernit toimivat laitteet. Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) on esiteltyä eri vesikalusteiden teknisiä käyttöiä.

Taulukko 3. Vesikalusteiden tekniset käyttöiät (RT 18-10922 2008, 22).

Kalusteet	Normaali käyttö
Hanat ja vesipostit	
– Kaksiotesekoittimet	20...25
– Yksiotesekoittimet	15...25
– Termostaattisekoittimet	10...15
– Elektroniset sekoittimet	10...15
– Vesipostit	50
Pesualtaat, pesuistuimet (bidét), kylpyammeet (saniteettiposiini, RSt, emaloidut, muoviset)	50
WC-laitteet	50
Virtsalot (Urinaalit)	50
Lattiakaivot	50
Seinäkaivot	30

Mikäli laitteen tekninen käyttöikä on loppuillaan, kannattaa alkaa harkita sen uusimista. Yleensä uusiminen ennen laitteen hajoamista on edullisempaa, kuin hajoaneen laitteen

uusiminen sekä laitteen hajoamisesta aiheutuneiden vahinkojen korjaaminen. Vanhemmat vesikalusteet kuluttavat yleensä myös enemmän vettä, joten niiden uusiminen on siinäkin mielessä kannattavaa.

### Suuttimet ja suihkupäät

Sopiva virtaama suihkusta ja keittiön hanasta on 12 litraa minuutissa (Motiva Oy 2016c). Muissa hanoissa virtaamaksi riittää kuusi litraa minuutissa (Motiva Oy 2016c). Energon nettisivuilla kerrotaan, että tutkimuksen mukaan miellyttävän virtaus ja parhain suihkunautilto saavutetaan, kun virtaus on 10–12 litraa minuutissa (Energo n. d.b). Virtaamat ovat kuitenkin usein tätä suurempia.

Vettä säästävien suuttimien ja suihkupäiden tarkoitus on pienentää virtaamaa käyttömukavuudesta tinkimättä. Tällöin vettä kuluu käytettäessä vähemmän kuin aikaisemmin, mutta virtaus tuntuu silti yhtä mukavalta ja tehokkaalta. Vakiovirtaussuuttimilla virtausta pienennetään sopivasti ja virtaus pysyy tasaisena, vaikka verkoston paine vaihtelisi. Vettä säästävien suuttimien ja suihkupäiden virtausteknisen muotoilun ansiosta virtaus tuntuu tehokkaalta, kun virtausnopeus ja pisarakoko on muokattu sopiviksi. (Energo n. d.a, Energo n. d.b, Virta & Pylsy 2011, 57.)

### WC-istuin

Suuri osa nykykäytössä olevista WC-istuimista kuluttaa vettä noin kuusi litraa yhdellä huuhtelukerralla. Uusimmissa WC-istuimissa voi olla yksitoimisen huuhtelun sijaan kaksitoiminen huuhtelu. Kaksitoimisten suuremmalla huuhtelulla vettä kuluu noin neljä litraa ja pienemmällä huuhtelulla kaksi litraa. Yksitoimisissa huuhteluvesimäärä on neljä litraa. (Kuluttajaliitto n. d.)

Taulukko 4. Eri ikäisten wc-istuimien kulutukset (Virta & Pylsy 2011, 103).

Hankintavuosi	←1976	1976–1993	1993–1995	1995 →
Wc-istuimen kulutus	9–12 l/huuhtelu	6 l/huuhtelu	4 l/huuhtelu	2/4 l/huuhtelu

Taulukossa 4 näkyy iän vaikutus wc-istuimien kulutukseen. Vanhan WC-istuimen uusimisella voidaan saada huomattavia säästöjä veden kulutuksessa.

#### 4.2.3 Huoneistokohtaiset vesimittarit

Huoneistokohtaiset vesimittarit mittaavat vedenkulutusta jokaisesta huoneistosta erikseen. Asukkaat saavat tiedot omasta vedenkulutuksestaan esimerkiksi netin, näyttölaitteen tai puhelinsovelluksen avulla. Huoneistokohtaisten vesimittarien avulla on myös mahdollista muuttaa veden laskutus kulutusperusteiseksi.

Huoneistokohtaisten vesimittareiden avulla tehtävän laskutuksen ansiosta veden kustannukset jakautuvat asukkaiden kesken oikeudenmukaisemmin kuin ilman huoneistokohtaisia mittareita. Tällöin asukkaat maksavat vain siitä vedestä, jonka he itse käyttävät. Asukkaat pystyvät helposti seuraamaan omaa vedenkulutustaan ja ymmärtämään paremmin vedenkulutuksen jakautumista. Uusimpiin vesimittarijärjestelmiin kuuluu huoneistokohtaiset näyttölaitteet, joista veden kulutusta voidaan seurata jopa litran tarkkuudella. Etäluettavien vesimittarien avulla kulutuslukemat siirtyvät automaattisesti eteenpäin, eikä asukkaan tai huoltoyhtiön tarvitse käydä erikseen lukemassa mittareita. (Virta & Pylsy 2011, 104.)

Joissain mittareissa on hälytysominaisuus, joka ilmoittaa havaitessaan poikkeuksellista kulutusta. Esimerkiksi WC-istuimien pienet vuodot voivat jäädä helposti huomaamatta, mutta vesimittari pystyy havaitsemaan jatkuvan vedenkulutuksen ja hälyttää siitä.

Huoneistokohtaisten lämpimän ja kylmän veden mittarit on pitänyt asentaa uudisrakennuksiin vuodesta 2011 lähtien ja putkiremontin yhteydessä kaikkiin rakennuksiin vuodesta 2013 lähtien (Energiavirasto & Kukkonen 2020, 4).

Energiatehokkuusdirektiivin mukaan moniasuntoisiin uudisrakennuksiin on asennettava etäluettavat lämpimän ja kylmän käyttöveden mittarit. Vanhoihin moniasuntoisiin rakennuksiin uudet mittarit on asennettava seuraavan putkiremontin yhteydessä, jos se on kustannustehokasta. Laskutuksen on myös perustuttava mitattuun vedenkulutukseen. Lakimuutos on tullut voimaan vuoden 2020 lopulla. (Motiva Oy 2020c.)

#### 4.2.4 Vuotovahti ja vedensäästöjärjestelmät

Vedensäästöjärjestelmien ja vuotovahtien toiminta perustuu yleisesti siihen, että kiinteistön päävesimittaria seurataan, jolloin jatkuva kulutus huomataan välittömästi. Järjestelmät hälyttävät vesivuodoista ja muista vedenkäytön häiriötilanteista, jolloin ongelmat

saadaan korjattua nopeasti. Järjestelmiin sisältyy yleensä vesimittarin lukijalaite sekä käyttöliittymä, josta pystytään seuraamaan kulutustietoa reaaliajassa. (Fiksuvesi n. d.a, Leaklook n. d.b, Leaklook n. d.c.)

Vedensäästöjärjestelmät koostuvat useammista komponenteista tai palveluista kuin vuotovahdit. Vedensäästöjärjestelmissä saattaa olla palveluna vuotovahdin lisäksi esimerkiksi vesikalusteiden säännölliset huollot, säästösuuttimien asentaminen ja asukkaiden ohjeistaminen järkevään veden käyttöön. (Fiksuvesi n. d.a.)

#### 4.3 Kiinteistösähkön kulutukseen vaikuttavat tekijät

Kiinteistösähkön kulutuksen suuruuteen vaikuttaa eniten se, kuinka paljon sähkölaitteita ja -varusteita kiinteistössä on. Kulutukseen pystyy vaikuttamaan laitteiden oikeanlaisella käytöllä, säännöllisellä huollolla sekä suosimalla energiatehokkaita laitteita. Uudemman teknologian myötä monien laitteiden energiankulutus on pienentynyt huomattavasti. Sähkölaitteiden määrä on kuitenkin kasvanut niin merkittävästi, ettei parempi energiatehokkuus ole saanut kokonaissähkönkulutusta laskemaan.

Kiinteistösähköä kuluttavia laitteita ovat muun muassa valaistus, pumput, puhaltimet, autolämmitystolpat, talosauna, hissi, pesutupa, kylmäkellari sekä sulanapitolämmitykset. Huoneistosähköön, eli asukkaiden kodeissaan kuluttamaan sähköön kuuluvat valaistus, tv, tietokone, pyykinpesu, ruuanlaitto, astioiden pesu, kylmälaitteet, sauna sekä muut kodin sähkölaitteet. Mahdollisesti myös sähkökäyttöinen kylpyhuoneen lattialämmitys tai huoneistokohtainen ilmanvaihtokone voivat kuulua huoneistosähköön (Motiva Oy 2017b).

Jos kiinteistösähköä kuluu vain lvi-laitteisiin sekä valaistukseen, hissit voivat lisätä kulu- tusta 20–30 %, kylmäkellari 30–40 % ja pesutupa 20–35 % (Motiva Oy 2017c).

Helteiden lisääntyessä myös jäähdytyslaitteiden kysyntä asuntopuolella tulee lisäänty- mään. Jo 2000-luvun alussa viilentävien ilmalämpöpumppujen myynti Suomessa nousi merkittävästi (Sulpu 2020). Huomattavaa nousua on tapahtunut uudestaan vuodesta 2018 lähtien (Sulpu 2020). Oletettavasti muidenkin jäähdytyslaitteiden määrä asun- noissa ja kiinteistöjen yleisissä tiloissa tulee lisääntymään ja samalla kasvattamaan säh- könkulutusta. Tulevissa hankkeissa jäähdytysmahdollisuus kannattaa ottaa huomioon.

### 4.3.1 Valaistus

Valaistuksen osuus kiinteistösähkön kulutuksesta voi vaihdella paljon kiinteistöstä riippuen. Jos kiinteistösähköä kuluttaa valaistuksen lisäksi ainoastaan lvi-laitteet ja jos valaistus on vanhanaikainen, se voi kuluttaa kiinteistösähköstä jopa puolet (Motiva Oy 2017c). Jos kiinteistössä puolestaan on paljon sähköä kuluttavia laitteita, kuten hissejä, autolämmitystolppia tai talosauna ja valaistus on moderni ja energiatehokas, sen osuus kiinteistösähköstä voi olla noin 10 % (Motiva Oy 2017c).

Kiinteistösähköön kuuluvia lamppeja voi olla rappukäytävässä, muissa yleisissä tiloissa, autohalleissa sekä ulkona. Erilaisissa käyttökohteissa lamppuilta vaaditaan erityyppisiä ominaisuuksia. Lamppujen vertailtavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi valotehokkuus, valon väri, lampun elinikä, teho, säädettävyys, syttymis- ja lämpenemisominaisuudet sekä ympäristön vaikutukset, kuten lämpötila ja kosteus (RT 75-11285 2018, 1).

#### **Led-lamput**

Nykyään lähes kaikki lamput voidaan vaihtaa energiatehokkaampiin led-lamppuihin, jotka kehittyvät ja yleistyvät jatkuvasti. Ledit ovat puolijohdevalonlähteitä, joiden valotehokkuus on hyvä, niitä pystytään himmentämään ja niiden energiakulutus on vähäistä. Ne kestävät pakkasta, joten ne soveltuvat ulkotiloihin myös Suomen sääolosuhteissa. Saunoja varten on kehitetty omanlaisia ledejä, jotka kestävät sekä kuumuutta että kosteutta. (Lampputieto n. d.b, RT 75-11285 2018, 4.)

Ledien käyttöikä on pitkä ja niiden käyttökustannukset ovat edulliset, vaikka alkuinvestointi on hieman suurempi kuin muissa lamppuissa. Pitkän käyttöiän ja edullisten käyttökustannusten ansiosta ledien kokonaiskustannukset ovat matalat. Ledit kehittyvät jatkuvasti ja nykyään niissä on hyvin paljon valinnanvaraa muun muassa värilämpötilan ja käyttöpaikan suhteen. Ledit syttyvät välittömästi, eli niiden kirkastumista ei tarvitse odottaa samalla tavalla kuin energiansäästölamppujen kanssa. Led-lamput eivät myöskään sisällä elohopeaa, toisin kuin loistelamput. (Lampputieto n. d.c.)

Ledilamput kehittyvät jatkuvasti oletettua nopeammalla tahdilla. Niiden energiatehokkuus parantuu edelleen ja hinnat ovat tulleet paljon alaspäin. Hyvässä led-lampussa energiatehokkuusluokka on A+ (tämän työn valmistumisajankohtana voimassa olevalla luokituksella) tai parempi ja sen käyttöikä on 25 000 tuntia, eli noin 25 vuotta. Lamppujen sytytys- ja sammutuskertojen tulee olla vähintään yhtä suuri kuin lamppujen käyttöikä

tunteina, eli 25 000 tuntia kestävän lampun tulisi kestää myös 25 000 sytytyskertaa. Jos lamppu on sellaisessa paikassa, että sitä sytytetään ja sammutetaan usein, sytytyskerrojen määrä olisi hyvä olla 50 000. (Lampputieto n. d.c.)

Uuden lampun valinnassa värisävy on hyvin tärkeä. Normaalisissa sisätiloissa käytetään usein lämpimän valkoista värisävyä, eli 2700–3200 kelviniä (K). Värintoisto puolestaan kertoo, kuinka hyvin värit näkyvät kyseisen lampun valossa. Värintoistokyvyn, eli Ra-arvon olisi hyvä olla vähintään 80. (Lampputieto n. d.c.)

### **Hehku- ja halogeenilamput**

Hehku- ja halogeenilamput ovat hehkusäteilijöitä. Hehkulamput ovat kuitenkin jo poistuneet markkinoilta vuonna 2012 suuren energiankulutuksen takia. Kiinteistöissä käytettävät halogeenilamput poistuivat samasta syystä vuonna 2018 (Lampputieto n. d.a). Hehku- ja halogeenilamppuja on muun muassa rappukäytävissä, varastoissa ja yleisissä tiloissa.

### **Loistelamput**

Loistelamput ovat pienipaineisia purkaussäteilijöitä. Niiden valotehokkuus on hyvä ja elinikä on pitkä, mutta Suomen ulkoilmaan ne eivät sovellu kovinkaan hyvin (RT 75-11285 2018, 5). Nykyään T8-loisteputkien sijaan asennetaan usein energiatehokkaampia T5-loisteputkia tai led-valoputkia (RT 75-11285 2018, 5). T8-loisteputket poistuvat markkinoilta vuoden 2023 alussa (Lampputieto 2020). Loistelamppuja on käytössä esimerkiksi rappukäytävissä. Loisteputket ovat yleisiä autohalleissa ja -talleissa. Niitä voidaan käyttää myös varastoissa tai yleisissä tiloissa.

### **Muut lamput**

Pienipainenatriumlampuilla on hyvä valotehokkuus, mutta ne säteilevät keltaista valoa. Niitä on käytetty muun muassa tievalaistuksessa, mutta korkeiden kunnossapitokustannusten takia niitä on korvattu suuripainenatriumlampuilla. Elohopeahöyrylamput, monimetallilamput ja suuripainenatriumlamput ovat suuripaineisia purkaussäteilijöitä. Elohopeahöyrylamput ovat poistuneet markkinoilta vuonna 2015 ja pienitehoiset monimetallilamputkin korvataan nykyään usein ledilampuilla. Monimetallilamppujen valotehokkuus on parempi kuin elohopeahöyrylamppujen ja niiden värintoisto on hyvä. Suuripainenatriumlamppujen valotehokkuus on hyvä, mutta värintoisto huono. Ne säteilevät oranssin väristä valoa. Suurin osa katuvaloista on edelleen suuripainenatriumlamppuja, joita kuitenkin vaihdetaan vähitellen energiatehokkaampiin ja valkoista valoa säteileviin ledeihin.

Edellä mainittuja lamppeja on käytössä myös kerrostalojen pihavalaistuksessa. (RT 75-11285 2018, 6–7.)

### **Valaistuksen ohjaus**

Valaistuksen ohjauksella tarkoitetaan valaistuksen toiminnan säätämistä tarpeen mukaan esimerkiksi hämäräkytkimellä tai aikaohjauksella. Tällöin lamput eivät ole turhaan päällä, eivätkä ne kuluta ylimääräistä energiaa. Valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa langallisesti tai langattomasti tai niiden yhdistelmällä. Valaistuksen ohjaustapoja on monia erilaisia. Ohjauksessa voidaan käyttää erilaisia tunnistimia, painikkeita sekä ohjausjärjestelmiä tai IoT-teknologiaa (Internet of Things). Ohjaustapoja ovat muun muassa aikaohjaus, valoisuusohjaus, läsnäolotunnistus, tehtävä- tai käyttäjäkohtainen tunnistus sekä energiankulutuksen kompensointi. Ohjaustapa kannattaa valita huolella kiinteistöön sopivaksi. Eri ohjaustapoja voidaan myös yhdistää, esimerkiksi hämärä- ja läsnäolotunnistukset. (Greenled n. d., Pellinen 2019.)

#### **4.3.2 Pumput ja puhaltimet**

Pumput ja puhaltimet voivat kuluttaa yhdessä kiinteistösähköstä jopa puolet tai enemmän, jos muita kiinteistösähköä kuluttavia laitteita on vähän (Motiva Oy 2017c). Jos kiinteistössä on paljon sähköä kuluttavia laitteita, kuten autolämmitystolppia, talosauna ja hissi, voi puhaltimien ja pumppujen osuus jäädä noin neljäsosaan kiinteistösähkön kokonaiskulutuksesta (Motiva Oy 2017c). Osuuteen vaikuttavat myös pumppujen ja puhaltimien energiatehokkuus.

Pumpuilla kierrätetään kiinteistöissä lämmitysvettä sekä käyttövettä. Puhaltimia tarvitaan koneellisen ilmanvaihdon toimintaan. Pumput ovat usein ylimitoitettuja tai niiden säätömahdollisuudet ovat riittämättömiä (Motiva Oy 2012, 17). Nämä aiheuttavat turhaa sähkönkulutusta ja voivat lyhentää pumppujen käyttöikää.

Pumpuissa ja puhaltimissa olevien sähkömoottoreiden käytön aikaiset kustannukset muodostavat noin 90 prosenttia niiden kokonaiskustannuksista, joten on tärkeää valita sopiva ja energiatehokas laite. Jotta sähkömoottorista saadaan irti suurin hyöty, sen tulee olla oikean kokoinen, toimintapisteen tulee olla oikeassa kohdassa ja hyötysuhteen mahdollisimman hyvä. Esimerkiksi lämmityksen ja lämpimän käyttöveden kiertopumput käyvät vuodessa pitkiä aikoja, jolloin erityisesti niiden sähkömoottorien tulee olla energiatehokkaita. (Motiva Oy 2012, 16.)

Taajuusmuuttajilla pystytään ohjaamaan moottoreita. Niillä pystytään sovittamaan te-  
hontarpeet tarkasti prosessin mukaan, mahdollistamaan joustavat käynnistymiset ja nii-  
den avulla moottoreita pystytään säätämään portaattomasti. (Motiva Oy 2012, 17.)

## **Ilmanvaihto**

Ilmanvaihto voi olla toteutettu painovoimaisena, koneellisena poistoilmanvaihtona tai ko-  
neellisena tulo-poistoilmanvaihtona. Rakennuksissa, jotka on rakennettu ennen 60-lu-  
kua, on pääasiassa painovoimainen ilmanvaihto. Painovoimainen ilmanvaihto toimii läm-  
pötilaerojen ja tuulen aiheuttaman paine-eron avulla, eikä ilmaa kuljeteta koneellisesti.  
(ARA 2016a.)

1960-luvusta noin 1990-lukuun saakka koneellinen poistoilmanvaihto oli yleisin. Siinä  
poistoilma johdetaan koneellisesti pois asunnoista ja korvausilma johdetaan sisään kor-  
vausilmaventtiileistä tai esimerkiksi ikkunoiden raoista. (ARA 2016a.)

1990-luvusta lähtien koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on yleistynyt (ARA 2016a).  
Siinä poistoilma johdetaan koneellisesti asunnoista pois ja tuloilma tuodaan myös ko-  
neellisesti sisään (ARA 2016a). Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto kuluttaa hieman  
enemmän sähköä kuin pelkkä koneellinen poistoilmanvaihto, koska myös tuloilmalle tar-  
vitaan puhallin. 2000-luvun puolella koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon alettiin use-  
ammin yhdistämään lämmöntalteenotto (Virta & Pylsy 2011, 85). Jos lämmöntalteenotto  
on toteutettu lämpöpumpulla, myös se kuluttaa osansa sähköenergiasta.

Useissa asuinrakennuksissa ilmanvaihtoa voidaan säätää 2-portaisen säädön avulla.  
Suurimman osan ajasta ilmanvaihto toimii pienemmällä teholla, mutta sitä tehostetaan  
noin 6–10 tuntia vuorokaudessa. Tehostusta tarvitaan esimerkiksi silloin, kun huoneil-  
massa on paljon kosteutta tai ruoankäryä. Tällaisia aikoja ovat esimerkiksi aamut ja illat,  
kun monet asukkaat käyvät suihkussa sekä iltapäivät töiden jälkeen, kun tehdään ruokaa  
ja pestään pyykkiä. Tehostus voi toimia esimerkiksi ajastuksella. (Vekara 2021.)

Ilmanvaihdossa voidaan hyödyntää myös älykkäitä ohjauksia, joilla ilmanvaihtoa säädel-  
lään esimerkiksi ulkoilman lämpötilan, sisälämpötilan tai sisätilojen kosteuden perus-  
teella. Ohjauksella saadaan vaihdettua ilmaa tarpeen mukaan ja varmistettua riittävän  
hyvä sisäilman laatu. (Vekara 2021.)



### 4.3.3 Talosauna

Talosauna voi nostaa kiinteistösähkön kulutusta jopa kaksin- tai kolminkertaiseksi, mikäli kiinteistön sähköä kuluttavat saunan lisäksi vain normaalit lvi-laitteet sekä valaistus (Motiva Oy 2017c). Talosaunassa olevan kiukaan teho voi olla suunnilleen 10–20 kW, riippuen saunan koosta ja pintamateriaaleista (Motiva Oy 2013, 31).

### 4.3.4 Autolämmitystolpat

Autolämmitystolpat voivat lisätä kiinteistösähkön kulutusta 50–150 % jos kiinteistösähköä kuluttavat lämmitystolppien lisäksi vain valaistus ja lvi-laitteet (Motiva Oy 2017c). Moottorilämmittimen teho on noin 0,5 kW ja sisätilalämmittimen noin 0,75–1,5 kW (Vattenfall n. d.). Autolämmitystolpilla asukkaat voivat talvella lämmittää autonsa moottoria ennen liikkeellelähtöä. Sisätilalämmittimen kuluttaa huomattavasti enemmän sähköä kuin moottorilämmittimen. Kaikissa taloyhtiöissä autolämmitystolppien sähköjärjestelmää ei ole mitoitettu sisätilalämmitykseen, jolloin sisätilojen lämmitys saattaa olla kiellettyä.

Vanhoissa rakennuksissa autolämmitystolppien ohjaus voi olla keskitetty, eli kaikki tolpat on ajastettu olemaan päällä tiettyyn aikaan vuorokaudesta. Kaikki asukkaat eivät kuitenkaan lähde liikkeelle samoihin aikoihin, jolloin osa tolpeista on turhaan päällä eikä niistä saatava hyöty ole paras mahdollinen. Jos lämmitystolppien ohjaus on tolppakohtaista, asukkaat pystyvät itse ajastamaan lämmityksen sopivaan ajankohtaan ja näin niistä saatava hyöty on suurempi. (Motiva Oy 2013, 31–32.)

Tulevaisuudessa sähköautojen latauspisteet tulevat yleistymään ja lisäämään kiinteistösähkön kulutusta.

### 4.3.5 Sulatusvarusteet

Kiinteistössä saattaa olla sähkökäyttöisiä sulatusvarusteita, kuten ränni- tai ajoluiskalämmityksiä. Rännilämmityksiin käytettävien sulanapitokaapeleiden teho on noin 10–20 W/m ja ajoluiskien lämmitysteho noin 200–300 W/m<sup>2</sup> (Ensto n. d., 6, Pistesarjat 2019, 10). Lämmityksiä ohjataan joko manuaalisesti tai automaattiohjauksella. Manuaalisessa ohjauksessa esimerkiksi huoltoyhtiö käy laittamassa lämmitykset päälle ja pois. Automaattiohjauksessa voidaan hyödyntää aikaohjausta ja termostaatteja, joiden avulla

lämmitykset kytkeytyvät päälle ja pois mitattujen ulko- tai pintalämpötilojen mukaan (Motiva Oy 2013, 32). Yleisesti sopiva lämpötilaväli, jolloin sulatukset ovat päällä, on noin +3...-3 tai +2...-2 °C (Motiva Oy 2012, 12). Lämpötilat ovat kuitenkin kiinteistökohtaisia.

#### 4.3.6 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneeleilla saadaan tuotettua sähköä auringon säteilyenergiasta. Aurinkosähköä käytetään pääosin kiinteistön yleisissä tiloissa esimerkiksi ilmanvaihtoon, rappukäytävien valaistukseen, hisseihin, talosaunaan, pesutupaan ja mahdollisiin lämpöpumppuihin. Aurinkosähköjärjestelmä koostuu yksinkertaisesti aurinkopaneeleista, vaihtosuuntaajasta sekä asennustarvikkeista, jos järjestelmä on liitetty sähköverkkoon. (Ahjo 2020, Motiva Oy 2017a, Takala 2019.)

Aurinkosähköjärjestelmän tehoon voidaan vaikuttaa aurinkopaneelien määrällä, koolla ja niiden kytkennöillä. Nyrkkisäännön mukaan, yhden neliömetrin aurinkopaneelin teho on noin 150 wattia. Yhden suuren paneelin teho on noin 250 wattia. (Ahjo 2020.)

Auringon säteilyenergia synnyttää aurinkopaneeleissa sähkövirran. Sähkövirta on tasavirtaa ja sen jännite on noin 15–30 voltia. Vaihtosuuntaajan eli invertterin avulla sähkövirta muutetaan 230 voltin vaihtovirraksi, jotta sitä voidaan käyttää kiinteistössä normaaliin tapaan. (Ahjo 2020.)

Aurinkosähköjärjestelmä on tällä hetkellä kustannustehokkain tapa tuottaa sähköä itse ja sen ajatellaan jo lähivuosina olevan yksi edullisimmista tavoista tuottaa sähköä. Kun kiinteistö käyttää itse tuottamaansa sähköä, siinä säästää sähkön hinnan lisäksi sähkön siirtomaksussa ja verossa. Aurinkopaneelit kasvattavat kiinteistön omavaraisuutta ja nostavat sen arvoa. (Helen n. d., Takala 2019.)

Aurinkopaneeleista puhuttaessa käytetään usein yksikköä  $W_p$  eli piikkiwattia tai  $kW_p$  eli piikkikilowattia (Lehtonen 2020). Tämä tarkoittaa paneelien tuottamaa sähkötehoa, kun ulkolämpötila on 25 °C ja auringon säteilyvoimakkuus on 1 kW/m<sup>2</sup> (Lehtonen 2020). Paneeleita vertaillaessa katse kannattaa kiinnittää piikkiwatteihin.

Kaupallisten aurinkopaneelien hyötysuhde on tavallisesti vajaat 20 %. Hyötysuhde kertoo, kuinka suuri osa auringon säteilyenergiasta saadaan muutettua sähköksi. Kirkkaalla auringonpaisteella yhden neliömetrin paneelista saadaan tehoa noin 150 W. Toisin kuin usein luullaan, Suomessa aurinkopaneeleilla saadaan vuoden aikana tuotettua lähes

yhtä paljon energiaa kuin Saksassa. Yhden piikkiwatin tehoisella paneelilla energiaa saadaan tuotettua vuodessa noin 1 kWh ja yhden piikkikilowatin tehoisella järjestelmällä noin 1000 kWh. (Ahjo 2020, Finnwind 2020, Motiva Oy 2019a.)

Paneelit ovat melko helppohoitoiset. Yleensä edes paneelien pintaa ei tarvitse erikseen puhdistaa, koska sade huuhtelee niitä riittävästi (ST-käsikirja 2017, 114). Vääränlainen pinnan puhdistus saattaa naarmuttaa sitä.

## 5 OMINAISKULUTUSTEN SELVITYS

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan Realia Isännöinnin kiinteistöjen ominaiskulutustason selvityksestä ja siihen käytetyistä lähtötiedoista.

### 5.1 Lähtötiedot

Tampuuri on Realialla käytössä oleva kiinteistönhallinnan ohjelmisto, jossa Realialla on muun muassa kiinteistön perus- ja kulutustiedot.

Huoltoyhtiöt kirjaavat Tampuuriin kuukausittain kiinteistöjen energian ja veden mittarilukemat, joista Tampuuri laskee kuukausittaiset ja vuosittaiset kulutukset. Kulutustiedot saa ladattua energiaraportille (liite 1), josta näkyy vuositasolla kuukausittaiset kulutukset lämmityksestä (sekä mitattu että normeerattu kulutus), sähköstä ja vedestä. Jokaisen kulutuslajin kohdalla näkyy myös edellisen vuoden kulutukset ja kuinka monta prosenttia kulutus on muuttunut. Kulutusten osalta raportissa näkyy lisäksi ominaiskulutus rakennustilavuuden mukaan sekä vastaavanlaisten kiinteistöjen ominaiskulutuksen normaali vaihteluväli.

Kiinteistötiedoista energiaraportissa on: nimi, osoite, tunnus, tilavuus, rakennusvuosi ja asukasmäärä. Kiinteistön nimen ja osoitteen avulla on helppo tunnistaa, mistä kiinteistöstä on kyse ja missä päin se sijaitsee. Tunnuksen perusteella kiinteistöt kuitenkin normaalisti tunnistetaan. Tunnus on jokaiselle kiinteistölle yksilöllinen numerosarja. Tilavuutta ja asukasmääriä tarvitaan ominaiskulutuksien laskemista varten. Rakennusvuosi on tämän työn kannalta olennainen tieto, kun halutaan vertailla eri ikäisten rakennusten ominaiskulutuksia keskenään.

Energia- ja raporttien lisäksi Tampuurista saa ladattua kohdetietoraportin, johon voi valita tarvittavat tietokentät. Tätä työtä varten raportille valittiin kiinteistön paikkakunta, lämmitysmuoto, kiinteistömuoto, asuinhuoneistojen lukumäärä, asuinhuoneistojen pinta-ala, liikehuoneistojen pinta-ala, asuinhuoneistojen tilavuus, liikehuoneistojen tilavuus, koko kiinteistön pinta-ala ja tilavuus. Kaikkia näitä tietoja ei tarvittu työssä, mutta niitä voidaan myöhemmin mahdollisesti käyttää kulutusten tarkemmassa analysoimisessa.

## 5.2 Työn vaiheet

Tampuurista ladattiin energia- ja kohdetietoraportit tietojen keräämistä varten. Sopivat kiinteistöt valittiin mukaan vertailuun.

Kiinteistöjen ominaiskulutukset laskettiin rakennustilavuutta kohti, koska erityisesti lämmönkulutuksen osalta rakennuksen tilavuus vaikuttaa enemmän kuin pinta-ala. Vedestä laskettiin myös kulutus asukasta kohti vuorokaudessa, koska asukasmäärä vaikuttaa vedenkulutukseen huomattavasti enemmän kuin rakennuksen tilavuus tai pinta-ala. Ominaiskulutuksia lasketaan, kun halutaan verrata eri rakennusten energian- tai vedenkäytön tehokkuutta keskenään.

Kerrostalot jaettiin rakennusvuoden perusteella ryhmiin kahden vuoden välein, jotta ryhmissä olisi riittävä määrä kiinteistöjä. Työssä rajattiin pois kaikki ne ryhmät, joissa kiinteistöjä oli vähemmän kuin neljä. Kiinteistöjen ryhmittely auttaa saamaan kokonaisuudesta selkeämmän ja helpommin ymmärrettävämmän. Jokaisen ryhmän kulutuksista laskettiin keskiarvo, mediaani, keskihajonta, minimiarvo ja maksimiarvo, jotta niiden analysointi ja vertailu helpottuisi. Tunnuslukujen avulla kulutusten joukosta poistettiin virheeliset arvot, eli esimerkiksi huomattavasti liian suuret tai pienet kulutukset.

Eri ikäisten kerrostalojen ominaiskulutuksista tehtiin kaaviot tunnuslukuja käyttäen.

## 6 OMINAISKULUTUKSET REALIA ISÄNNÖINNIN ASUINKERROSTALOISSA

Realia Isännöinnin kiinteistöjen ominaiskulutuksia tarkasteltiin asuinkerrostalojen osalta. Muut talotyypit jätettiin tarkastelusta pois, koska niitä ei ollut riittävästi luotettavaa analysointia varten.

### 6.1 Lähtötietojen luotettavuus

Tampuurin tietojen joukossa on saattanut olla virheitä. Vaikka kulutustietojen joukosta poistettiin virheelliseltä vaikuttavat tiedot, joukkoon on kuitenkin mahdollisesti jäänyt normaalin rajoissa olevia virheellisiä tietoja. Koska tietoja oli paljon, kaikkien kulutusten ja kohdetietojen oikeellisuutta ei ehditty projektin aikana tarkistamaan. Oletuksena on, että suurin osa tiedosta on luotettavaa ja kirjattu Tampuuriin oikein. Koska tietoja on paljon, yksittäiset virheet eivät nouse merkittävästi esille, eivätkä ne vääristä tuloksia kovinkaan paljoa.

#### 6.1.1 Virheet manuaalisessa tietojen syötössä

Suuri osa kulutuslukemista kirjataan Tampuuriin manuaalisesti kuukauden vaihteessa, joten inhimilliset virheet ovat mahdollisia. Huoltoyhtiö käy katsomassa lukeman mittarista ja kirjaa sen Tampuuriin. Lukeman kirjaamisessa yleisiä virheitä ovat muun muassa pilkkuvirhe, numeroiden meneminen sekaisin, väärän mittarin lukeman kirjaaminen tai lukeman kirjaaminen väärälle päivämäärälle.

Tiettyjen mittarien lukemat pyörähtävät ympäri, kun mittari on ollut käytössä tarpeeksi kauan. Tällöin lukemat lähtevät uudestaan nolosta. Huoltoyhtiön tulee ottaa mittaripyörähdys huomioon kirjatessaan lukemaa Tampuuriin, jotta Tampuuri pystyy laskemaan kulutuksen oikein.

Huoltoyhtiö hoitaa pääosin lukemien kirjaamisen, mutta isännöitsijän vastuulla ovat kiinteistön muut tiedot, kuten asukasmäärät, rakennusvuosi ja tilavuus, jotka ovat tässä projektissa olennaisia tietoja. Nämäkin tiedot syötetään järjestelmään manuaalisesti, joten pienet virheet ovat mahdollisia. Tilavuuteen on saatettu ottaa mukaan esimerkiksi

lämmittämättömiä tai puolilämpimiä tiloja, kuten autohalleja, jolloin lämmitysenergian määrä jakautuu todellista tilavuutta isommalle alueelle ja laskettu lämmityksen ominaiskulutus on todellista pienempi. Lisäksi asukasmäärät voivat vaihdella usein, eivätkä ne välttämättä pysy vakiona koko vuotta. Isännöitsijöiden käytännöt asukastietojen päivittämisessä vaihtelevat. Osa isännöitsijöistä päivittää asukastietoja Tampuurin sijaan johonkin toiseen järjestelmään.

### 6.1.2 Virheet mittarien asetuksissa ja toiminnassa

Kun mitataan suurta sähkön kulutusta, sähkömittarina käytetään virtamuuntajalla varustettua mittaria. Virtamuuntaja muuntaa mittarille tulevan virran pienemmäksi, jotta mittari pystyy mittaamaan sen. Jotta saadaan tietää todellinen kulutus, mittarin antama lukema täytyy kertoa muunnosta vastaavalla kertoimella. Mittarikerroin voi olla esimerkiksi 20. (Tampereen Sähköverkko n. d.)

Tampuuriin merkataan yleensä mittarien lukemat, joista Tampuuri laskee kulutukset. Jos mittarissa on kerroin, myös sen tulee olla merkattuna Tampuuriin. Virheet syntyvät, jos mittarikerrointa ei ole muutettu oikeaksi. Oletuksena kerroin on Tampuurissa 1. (Kerrointa ei tarvitse muuttaa, jos sitä ei mittarissa ole.) Jos oikea mittarikerroin on esimerkiksi 20, eikä sitä ole muutettu Tampuuriin, kulutus näyttää energiaraportilla 20 kertaa pienemmältä kuin se todellisuudessa on. Mittarikerroin voidaan tarkistaa vertaamalla Tampuurin kuukausikulutusta kyseisen kuukauden laskun kulutukseen.

Mittarit voivat mitata usean lähekkäisen kiinteistön tai rakennuksen kulutusta, jos näissä on esimerkiksi yhteinen lämmönjakohuone tai sähköpääkeskus. Jos Tampuuriin ei ole merkattu mittarin mittaavan usean kiinteistön kulutusta, yksittäisen kiinteistön kulutus vaikuttaa olevan suurempi kuin se todellisuudessa on.

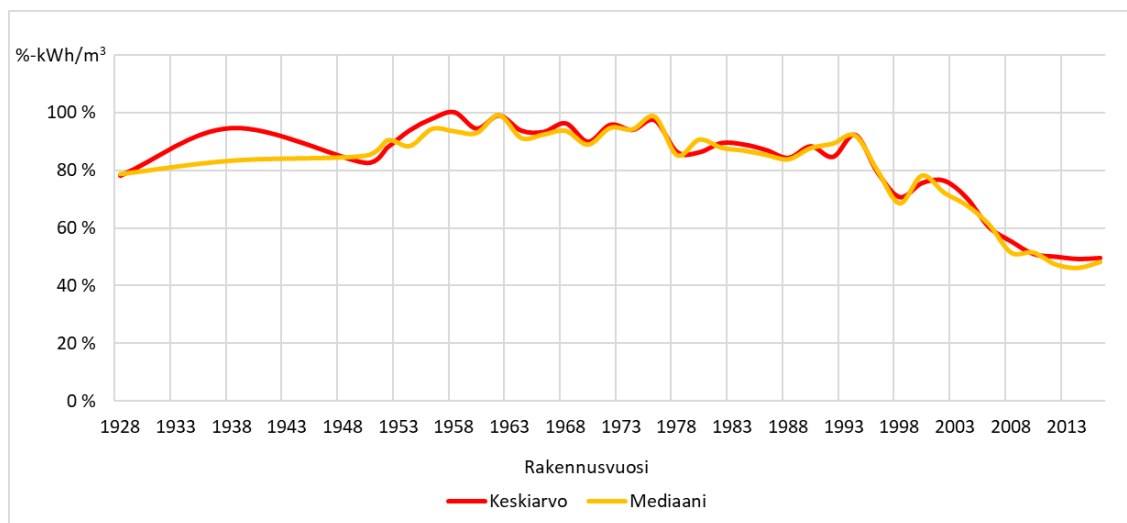
Vika voi olla Tampuurin tietojen lisäksi myös kiinteistön mittarissa. Mittari voi olla rikki tai vesimittari voi esimerkiksi olla ajan myötä hiipunut, jolloin lukemat eivät kuvaa todellista kulutusta.

### 6.1.3 Virheet tietojen käsittelyssä

Tietojen käsittelyssä pyrittiin olemaan mahdollisimman tarkkana. Tietojen käsittelyn yhteydessä kulutuksia tarkistettiin ajoittain satunnaisista kiinteistöistä, jotta voitiin varmistua, että tiedot olivat oikein.

### 6.2 Lämmityksen ominaiskulutukset

Kuvassa 6 on esitelty Realia Isännöinnin asuinkerrostalojen normitetun lämmitysenergian (kaukolämmön) ominaiskulutusten keskiarvon ja mediaanin vaihtelua rakennusvuosien mukaan. Keskiarvo kertoo kerrostalojen keskimääräisen ominaiskulutuksen ja mediaani kertoo ominaiskulutuksista keskimmäisen arvon. Poikkeavan suuret ja pienet arvot eivät vaikuta mediaaniin yhtä merkittävästi kuin keskiarvoon. Kuvan suurin arvo on 100 % ja muut lukemat ovat suhteutettuna siihen. Yksikkönä oli laskemisvaiheessa kWh rakennuskuutiota kohti vuodessa.



Kuva 6. Kerrostalojen normitetun lämmitysenergian ominaiskulutus rakennusvuosien funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1016 kpl.

Keskiarvo ja mediaani ovat suunnilleen yhtä suuria jokaisen rakennusvuoden kohdalla, Suurimmillaan keskiarvon ja mediaanin ero on kuvassa noin 12 %.

Korkeimmat ominaiskulutukset ovat kuvan mukaan 60–70-luvuilla rakennetuissa taloissa, mutta myös 50-luvun lopulla rakennettujen talojen ominaiskulutukset ovat muuta

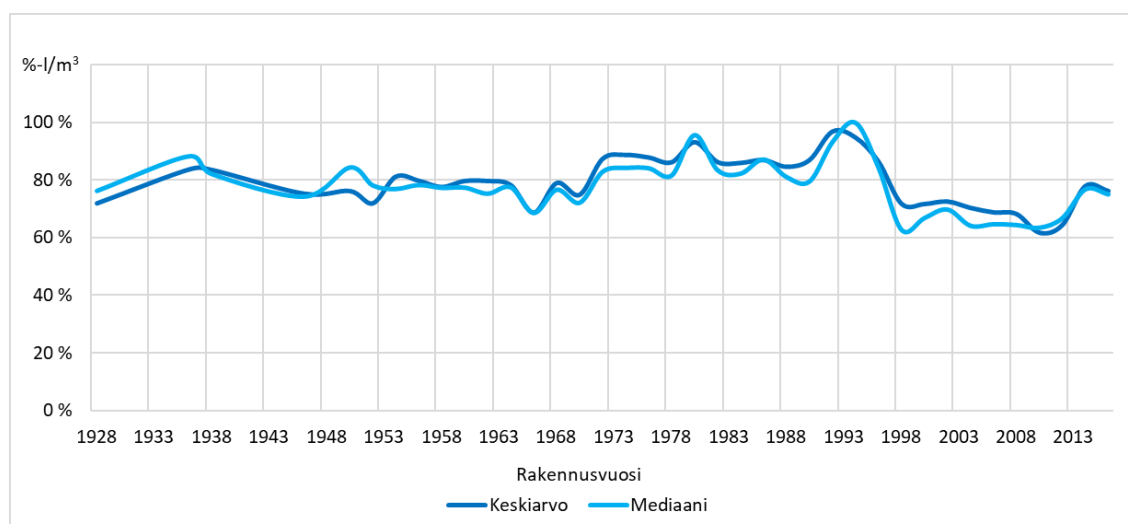


rakennuskantaa korkeammalla. Matalimmillaan taso on kaikista uusimmissa rakennuksissa. 20–30-lukujen rakennusten ominaiskulutustasoa matalammalle on päästy uudelleen vasta 2000-luvun vaihteesta lähtien. Ominaiskulutuksen taso on laskenut 70-luvun lopulla rakennetuista taloista lähtien energiakriisin vaikutuksesta.

### 6.3 Veden ominaiskulutukset

Veden osalta ominaiskulutuksia tarkasteltiin vuositasolla litroina rakennuskuutioita kohti, sekä litroina asukasta kohti vuorokaudessa. Selkeästi yleisempää on tarkastella veden ominaiskulutuksia asukasta kohti vuorokaudessa, koska veden kulutus riippuu enemmän asukasmäärästä kuin rakennuksen tilavuudesta. Kaikki Realian isännöitsijät eivät päivitä asukastietoja Tampuuriin yhtä aktiivisesti, vaan osa isännöitsijöistä ylläpitää asukasrekisteriä jossakin toisessa järjestelmässä. Tampuurista saadut asukastiedot eivät välttämättä tämän takia ole täysin luotettavia. Työssä on oletettu, että suurin osa asukastiedoista on oikealla tasolla.

Kuvassa 7 on esitelty kerrostalojen veden ominaiskulutuksen vaihtelua rakennusvuoden mukaan. Kuvan suurin arvo on 100 % ja muut lukemat ovat suhteutettuna siihen. Yksikönä oli laskemisvaiheessa litrat rakennuskuutiota kohti vuodessa.

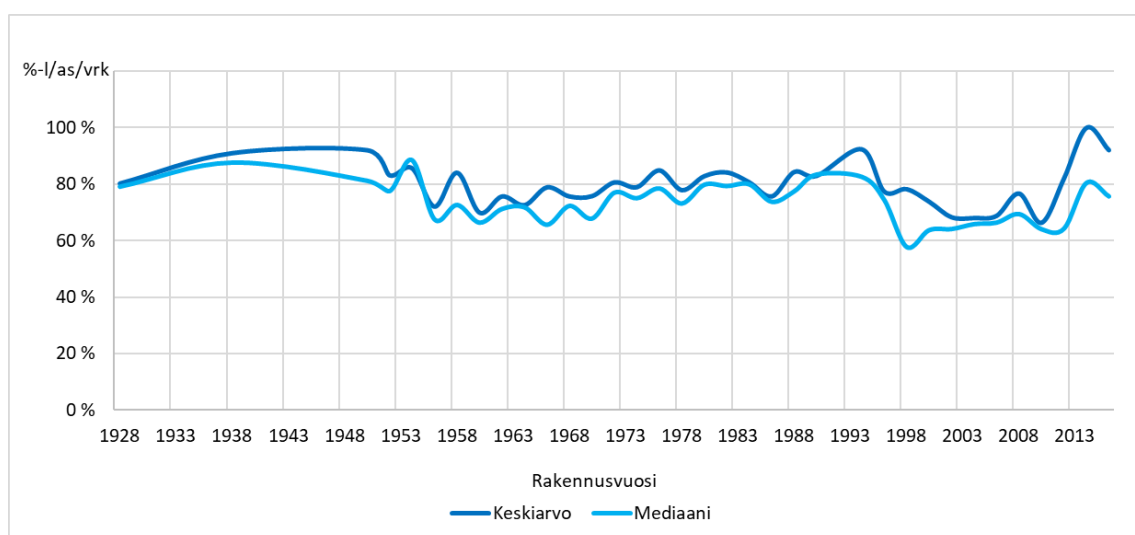


Kuva 7. Asuinkerrostalojen veden ominaiskulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1088 kpl.

Suurimmillaan keskiarvon ja mediaanin ero on 8 %. Veden ominaiskulutus näyttäisi olevan suurimmillaan 90-luvun puolivälissä rakennetuissa kerrostaloissa. Pienimmät ominaiskulutukset ovat 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä rakennetuissa taloissa.

Rakennusvuosittain tarkasteltuna veden ominaiskulutuksissa on jonkin verran vaihtelua, eikä ominaiskulutuksen määrä riipu kovinkaan paljoa rakennusajankohdasta. Kerrostalojen osalta veden ominaiskulutus näyttäisi vähenevän vuoden 1995 aikoihin melko paljon.

Kuvassa 8 on esitelty kerrostalojen veden ominaiskulutuksen vaihtelua vuorokausitasolla. Kuvan suurin arvo on 1 ja muut lukemat ovat suhteutettuna siihen. Yksikkönä oli laskemisvaiheessa litrat asukasta kohti.



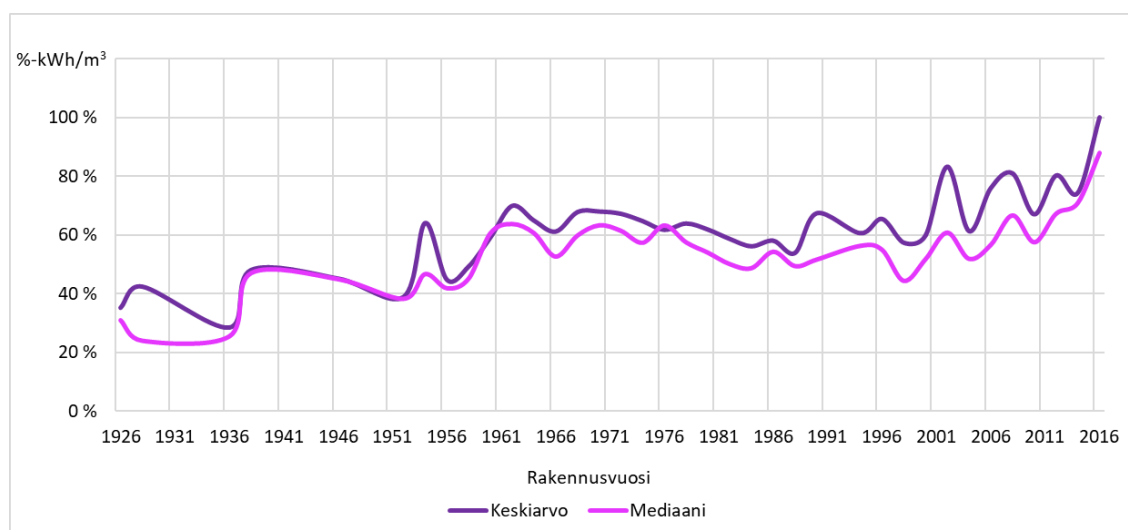
Kuva 8. Realia Isännöinnin kerrostalojen vedenkulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 1049 kpl.

Keskiarvo on jatkuvasti hieman suurempi kuin mediaani ja pääosin niiden ero on noin 5–10 %. Korkeimmillaan keskiarvon ja mediaanin ero on jopa 20 %. Suurimmillaan mediaani on 30–40-lukujen vaihteessa sekä 50- ja 90-lukujen puolivälissä rakennetuissa kerrostaloissa. Keskiarvo näyttäisi olevan korkeimmillaan 40-luvulla, 90-luvun puolivälissä sekä 2010-luvun jälkeen rakennetuissa taloissa. 2010-luvun jälkeen rakennettujen kerrostalojen mediaani on kuitenkin muita kulutushuippuja matalammalla. Matalimmillaan ominaiskulutus näyttää olevan 2000–2010 rakennetuissa taloissa. Myös 60-luvuilla rakennetuissa taloissa ominaiskulutuksen taso on muita pienempää.

Veden ominaiskulutus näyttäisi laskevan 40-luvulta 60-lukuun asti ja nousevan siitä lähtien vähitellen 90-luvun puoliväliin saakka. Tämän jälkeen ominaiskulutus laskee nopeasti, mutta lähtee taas kasvamaan 2010-luvusta lähtien. Veden ominaiskulutus näyttää vaihtelevan jonkin verran. Tämän kuvan perusteella ei voida sanoa, onko veden kulutus pitkällä aikavälillä noussut vai laskenut.

#### 6.4 Sähkön ominaiskulutukset

Kuvassa 9 on esitelty sähkön ominaiskulutuksien vaihtelua eri ikäisissä kerrostaloissa. Kuvan suurin arvo on 1 ja muut lukemat ovat suhteutettuna siihen. Yksikkönä oli laske-  
misvaiheessa kWh rakennuskuutiota kohti vuodessa.



Kuva 9. Asuinkerrostalojen sähkön ominaiskulutus rakennusvuoden funktiona. Kiinteistöjä on mukana 985 kpl.

Keskiarvo ja mediaani kulkevat linjassa kaikkien rakennusvuosien ajan, mutta keskiarvo pysyttelee jonkin verran mediaanin yläpuolella lähes koko ajan. Keskimäärin näiden välinen ero on noin 10 % ja suurimmillaan 20 %. Kaikista pienimmät sähkön ominaiskulutukset ovat vanhimmissa rakennuksissa ja korkeimmat kulutukset uusimmassa rakennuskannassa.

Sähkön ominaiskulutus on ollut pitkän aikaa nousussa. Kuitenkin 60-luvun alusta 80-luvun loppuun ominaiskulutus näyttäisi laskevan jonkin verran. 2000-luvun alusta lähtien sähkön ominaiskulutus on lähtenyt aikaisempaa selkeämpään nousuun, vaikka ominaiskulutusten taso näyttää vaihtelevan melko paljon.

## 7 TULOSTEN ANALYSOINTI

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan eri tekijöistä, jotka ovat vaikuttaneet eri aikakausien rakentamiseen ja sitä kautta eri ikäisten rakennusten ominaiskulutuksiin.

### 7.1 Lämmityksen ominaiskulutusten analysointi

Lämmityskulutusten analysoinnissa on otettu erityiseen tarkasteluun aikakausien kriisit, lämmöneristysmääräykset ja niiden kiristyminen, ilmanvaihdon kehittyminen ja sen erilaiset ratkaisut sekä lämpöpumppujen yleistyminen.

#### 7.1.1 Kriisien vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutuksiin

Tutkittujen kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutus laskee jonkin verran 1940-luvun alun taloista vuosikymmenen lopun taloihin asti. 1940-luvulla, toisen maailmansodan jälkeen, elettiin pula-aikaa, jolloin useista rakennusmateriaaleista oli pulaa (Mäkiö 1990, 22). Esimerkiksi lasin hinta oli noussut hyvin korkeaksi ja ikkunalaseista tehtiin ohuita (Mäkiö 1990, 22, 136). Pula-ajan sekä energiasyiden takia ikkunoiden osuutta julkisivujen pinta-alasta pyrittiin pienentämään 1940-luvun alkupuolella aikaisemmasta noin 30 prosentista noin 15 prosenttiin (Mäkiö 1990, 22). Ikkunoiden pienentyessä rakennuksen vaipan läpi pääsevät lämpöhäviöt pienentyvät, joten tarvittavan lämmitysenergian määrä pienenee.

Tutkituista kerrostaloista 1970-luvun puolivälin jälkeen rakennetuissa keskimääräinen ominaiskulutus on yli 10 % matalampi kuin vuosikymmenen alussa rakennetuissa taloissa. Tätä selittää esimerkiksi se, että vuoden 1973 energiakriisin jälkeen lähdettiin entistä enemmän miettimään energiatehokkuusnäkökulmia asuinrakennusten ja niiden tarvitseman lämmitysenergian osalta. Heti vuonna 1974 ilmestyi uusintapainos rakennusten lämmöneristysnormeista (Mäkiö 1994, 265). 1970-luvun puolivälissä siirryttiin muun muassa kaksilasisista ikkunoista kolmilasisiin ja termostaattisia patteriventtiileitä alettiin vaatia asennettavaksi yhä suurempaan osaan asuinrakennuksista (Mäkiö 1994, 49, 73).

1990-luvulla alettiin ottamaan rakennuksen elinkaarikustannukset paremmin huomioon pelkkien rakennuskustannusten lisäksi (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 13). Rakennuksista haluttiin tehdä kestävämpiä sekä vähemmän kuluttavia. Tämä näkyy myös tutkittujen kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutuksien madaltumisessa 1990-luvun puolivälin jälkeen rakennettujen rakennusten kohdalla.

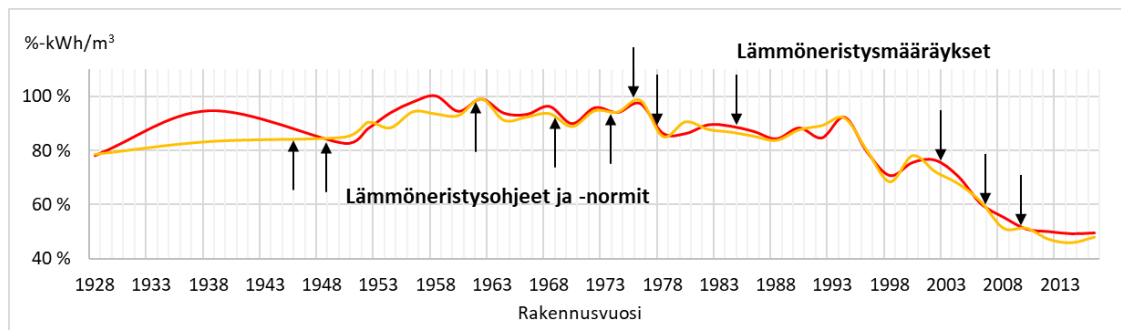
1990-luvun laman aikana rakentamisessa pyrittiin tehokkuuteen, mutta samalla koitettiin pärjätä mahdollisimman pienillä rakennuskustannuksilla. 90-luvun alussa pyrittiin saamaan monta asuntoa yhteen rakennukseen. Uusien hissimääräysten takia myös yhteen porrastasanteeseen pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon asuntoja, jolloin tarvittavien hissien määrä pysyisi mahdollisimman pienenä. Rakennuksessa olevien asuntojen määrien kasvaessa, niiden keskimääräiset koot pieneivät. (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 9, 17, 82.)

Nykyään pyritään rakentamaan paljon nollaenergiataloja. Niissä paikan päällä tuotetun uusiutuvan energian määrä tulee olla vuositasolla yhtä suuri kuin rakennuksessa käytetyn energian määrä. Nollaenergiataloissa minimoidaan kaikki energiankäyttö. Energiatehokkuusdirektiivin mukaan vuoden 2020 jälkeen rakennettujen talojen tulee olla ”lähes nollaenergiataloja”. Lähes nollaenergiatalolla tarkoitetaan rakennusta, jossa ostoenergian määrä on lähes nolla, lämmöneristys on hyvä ja energiankulutus on yleisesti hyvin pientä. Käsitteelle ei ole annettu tarkempia määritelmiä. (RIL 265-2014 2014, 13.)

#### 7.1.2 Lämmöneristysmääräysten vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutuksiin

Vuonna 1946 julkaistiin ohjekirja, joka käsitteli asuinrakennusten lämmöneristystä. Siinä kerrottiin muun muassa eri seinämien suositeltavista paksuuksista. Pari vuotta myöhemmin, vuonna 1949 julkaistussa ohjekirjassa käsiteltiin eri seinämien lämmönläpäisy-lukuja sekä kerrottiin niiden suositeltavia enimmäisarvoja. Siinä kiinnitettiin erityistä huomiota myös muun muassa ikkunoiden ja ovien ilmapuotoihin. Ensimmäiset varsinaiset lämmöneristysnormit ilmestyivät vuonna 1962. Uusintapainokset lämmöneristysnormeista ilmestyivät vuosina 1969 sekä 1974. (Mäkiö 1990, 216, 218, Mäkiö 1994, 264–265.)

Lämmöneristys-suositukset ja -normit eivät olleet varsinaisia määräyksiä, mutta ne ajoittuvat tutkittujen kerrostalojen kohdalla melko usein joko juuri ennen matalampia ominaiskuluksia tai niiden kanssa samoihin aikoihin (kuva 10).



Kuva 10. Lämmöneristysohjeet, -normit ja -määräykset Realia Isännöinnin asuinkerrostalojen lämmityksen ominaiskulutusten kanssa samalla aikajanalla. Ohjeet ja normit on käyrän alapuolella, määräykset käyrän yläpuolella.

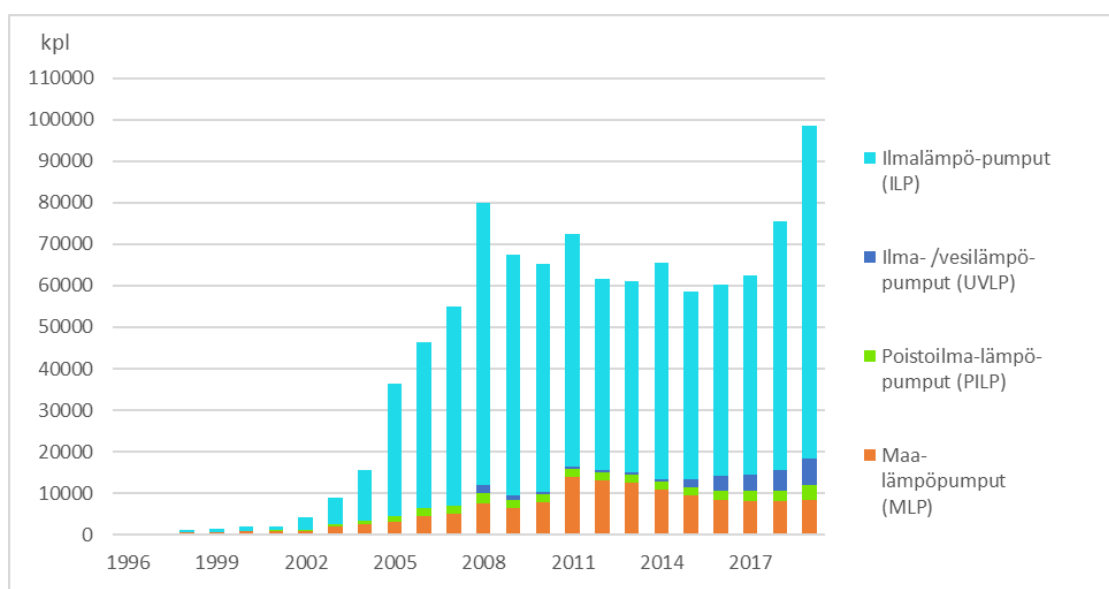
Vuonna 1976 julkaistiin Suomen ensimmäiset varsinaiset lämmöneristysmääräykset (Jokinen 2016). Heti lämmöneristysmääräysten julkaisemisen jälkeen lämmityksen ominaiskulutus pieneni tutkittujen kerrostalojen kohdalla (kuva 10). Lämmöneristysmääräyksiä on kiristetty vuosina 1978, 1985, 2003, 2007 ja 2010 (Jokinen 2016). Ominaislämmönkulutuksen pieneneminen näkyy tutkituissa kerrostaloissa 70-luvun puolivälin jälkeen. 2000-luvun puolella rakennetuissa lämmön ominaiskulutus on pienentynyt tasaisesti ja lämmöneristysmääräysten jatkuva kiristäminen on luultavasti vaikuttanut siihen jonkin verran.

### 7.1.3 Ilmanvaihdon vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmönkulutukseen

Ominaislämmönkulutus on suurimmillaan 1960- ja 70-luvuilla rakennetuissa taloissa. Silloin rakennettiin paljon koneellisella poistoilmanvaihdolla varustettuja taloja. Ennen 60-lukua, ilmanvaihto toteutettiin yleisimmin painovoimaisena, jolloin lämpöenergiaa ei poistunut ilmanvaihdon kautta yhtä paljon kuin koneellisessa ilmanvaihdossa. 80-luvulla alettiin toteuttamaan enemmän koneellisia tulo- ja poistoilmanvaihtoja. 2000-luvun puolella koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon alettiin useammin yhdistämään lämmön talteenotto. Lämmöntalteenotto tuli pakolliseksi uusiin rakennuksiin vuonna 2003. Lämmöntalteenoton yleistymisen huomaa lämmitysenergian kulutuksen laskuna 2000-luvun alun jälkeen. (ARA 2016a, Ympäristöministeriö 2002.)

#### 7.1.4 Lämpöpumppujen yleistymisen vaikutus eri ikäisten kerrostalojen lämmityksen ominaiskulutukseen

Lämpöpumppujen ja erityisesti ilmalämpöpumppujen suosio on kasvanut merkittävästi 2000-luvun aikana (Sulpu 2020). Ostettujen ilmalämpöpumppujen määrä moninkertais- tui muutamassa vuodessa (Sulpu 2020). Vuodesta 2008 eteenpäin lämpöpumppujen myynti on pysynyt melko tasaisena vuoteen 2019 asti (Sulpu 2020). Silloin oli poikkeuk- sellisen lämmin kesä ja viilentävien ilmalämpöpumppujen suosio kasvoi. Lämpöpum- puilla saadaan viilennyksen lisäksi hyödynnettyä ulkoilman, poistoilman tai maaperän lämpö rakennuksen lämmityksessä, jolloin ostettavan lämpöenergian määrä vähenee.



Kuva 11. Suomeen myydyt lämpöpumput vuosittain. Uudelleen piirretty Sulpun (2020) tietojen mukaan.

Lämpöpumpuilla saadaan lämmityksen osalta parhaat kustannussäästöt, jos rakennusta on aiemmin lämmitetty suoralla sähköenergialla tai öljyllä. Tässä työssä käsitellään kaukolämmöllä lämpiäviä rakennuksia, joten lämpöpumppujen vaikutus niiden lämmönkulutukseen ei ole yhtä merkittävä, kuin kuvan 11 perusteella voisi ajatella. Kuvassa 11 on Suomeen myytyjen lämpöpumppujen määrä vuosittain.

Kerrostalojen lämmitystä tehostetaan nykyään lähinnä maalämpöpumpulla ja poistoilmalämpöpumpulla. Ilmalämpöpumppuja käytetään yleisemmin omakoti- ja rivitaloissa, mutta jonkin verran myös asuinkerrostalojen yleisissä tiloissa tai asukkaiden omassa

käytössä viilennykseen. Myös ilma-vesilämpöpumppuja käytetään jonkin verran lämmityksessä.

Kuvan 11 mukaan maalämpöpumput ovat alkaneet yleistyä 2000-luvun aikana. Kaikista eniten maalämpöpumppuja on myyty vuonna 2011. Tutkittujen kerrostalojen ominaislämmönkulutus on laskenut merkittävästi 2000-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa ja lämpöpumppujen vaikutus lienee yksi merkittävistä tekijöistä.

## 7.2 Veden ominaiskulutusten analysointi

Veden kulutus vaihtelee hyvin paljon kiinteistö- ja asukaskohtaisesti, eikä talon rakennusvuosi vaikuta kovinkaan merkittävästi veden kulutuksen määrään. Rakennusvuosi vaikuttaa vedenkulutukseen lähinnä vesikalusteiden kautta. Vanhemmat vesikalusteet kuluttavat enemmän vettä kuin nykyaikaiset.

Pesutupien sähkökäyttöisiä pesukoneita alkoi tulla asuinkerrostaloihin 1950-luvulla (Mäkiö 1990, 185). Tutkituissa kerrostaloissa ominaisvedenkulutus ei näytä muuttuneen näihin aikoihin.

Taulukossa 5 on esitelty eri vesikalusteiden suositusvirtaamia. Vuoden 1967 virtaamat ovat Metalliteollisuuden keskusliiton standardin mukaiset ehdotukset (Mäkiö 1994, 206). Vuonna 1976 ilmestyi Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1, jossa oli määryksiä muun muassa laitteiden virtaamille ja painehäviöille (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 74). Taulukossa näkyvät normivirtaamat vuodelta 1976 ovat nykyäänkin yhtä suuret (Motiva Oy 2016c). Tutkittujen kerrostalojen kohdalla normivirtaamien pieneneminen ei näy veden ominaiskulutuksen määrässä. Virtaamia on todennäköisesti alennettu myös vanhemmissa rakennuksissa nykyisten määräysten tasolle.

Taulukko 5. Vesikalusteiden ehdotukset virtaamista vuonna 1967 sekä normivirtaamat vuodelta 1976 (Mäkiö 1994, 206, Motiva Oy 2016c).

Vesikaluste	Ehdotus virtaamista 1967		Normivirtaamat 1976 →	
Kylpyhuoneen tai wc:n hana	0,17 l/s	10,2 l/min	0,1 l/s	6 l/min
Keittiön hana	0,25 l/s	15 l/min	0,2 l/s	12 l/min
Suihku	0,25 l/s	15 l/min	0,2 l/s	12 l/min



1970-luvun puolivälissä yksiotehanat tulivat kaksioitehanojen tilalle ja suihkuja tuli kylpyammeiden tilalle (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 77). Lisäksi wc-istuimia alettiin vaihtamaan uudempiin. Tutkittujen kerrostalojen vedenkulutuksissa ei kuitenkaan näy, että vedenkulutus olisi vähentynyt 70-luvun aikoihin. Tähän voi vaikuttaa se, että todennäköisesti osa vanhoista vesikalusteista on jo vaihdettu uudempiin, vähemmän vettä kuluttaviin.

Tutkituissa kiinteistöissä vedenkulutus näyttäisi vähentyvän 1990-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa. Tällöin siirryttiin WC-istuinien 70-luvun aikaisista 9–12 litran huuhteluista ensin kuuden litran huuhteluihin ja myöhemmin samalla vuosikymmenellä neljän litran huuhteluihin. Ks. taulukko 4, s. 26.

1990-luvulta lähtien on alettu asentamaan paineenalennusventtiilejä, jotta rakennuksen putkistoissa olevaa vedenpainetta saadaan laskettua sopivammalle tasolle (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 74). Verkoston paineen pienentäminen vaikuttaa suoraan vesikalusteista tulevaan paineeseen ja virtaamaan, eli kuluvan veden määrään. Tutkittujen kerrostalojen kohdalla vedenkulutus näyttäisi jyrkästi laskevan 1990-luvun puolivälin jälkeen. Paineenalennusventtiilien asennus vaikuttaa tähän todennäköisesti jonkin verran. Koska kulutuksen pieneminen on kuitenkin melko suuri, on taustalla luultavimmin myös muita syitä, kuten asukkaiden käyttötottumukset.

### 7.3 Sähkön ominaiskulutusten analysointi

Hieman ennen jääkaappien yleistymistä asunnoissa, 40-luvulla ja 50-luvun alussa, kerrostalojen kellarikerrokseen rakennettiin sähkökäyttöisiä keskusjäähdytyslaitoksia (Mäkiö 1990, 185). Niissä oli useita kylmäkaappeja kytkettynä jäähdytyskoneeseen (Mäkiö 1990, 185). Nykyään vähäiselle käytölle jääneitä keskusjäähdytyslaitoksia on poistettu käytöstä. 50-luvulla asuinkerrostaloihin tulivat myös pesutuvan sähkökäyttöiset pesukoneet, kuivausrummut sekä kuivaushuoneiden lämminilmapuhaltimet (Mäkiö 1990, 185). Tutkituissa kerrostaloissa sähkönkulutus näyttäisi olevan hieman korkeampaa 40- ja 50-luvuilla verrattuna kaavion alkuosaan, 20- ja 30-luvuilla rakennettuihin kerrostaloihin.

Kerrostalojen kiinteistösähkön kulutuksen kasvun huomaa erityisen hyvin 50- ja 60-luvun vaihteessa. Silloin alettiin rakentamaan painovoimaisen ilmanvaihdon sijaan koneellisia ilmanvaihtoja, jotka toimivat sähköllä (ARA 2016a). 1960- ja 70-luvuilla rakennetut ilmanvaihtokanavat olivat pääosin rakennusaineisia, eivätkä ne olleet tiiviitä (Mäkiö 1994, 22).

Ilmavuotojen takia puhaltimen tehon pitää olla suurempi kuin tiiviissä kanavistossa. Tutkituista kerrostaloista sähkönkulutus on hieman aiempaa korkeammalla 60- ja 70-luvuilla rakennetuissa taloissa. Ilmanvaihto on merkittävä tekijä kiinteistösähkön kulutuksen suuruudessa.

1980-luvulla huoneistosaunat alkoivat syrjäyttää talosaunoja (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 64). Vuosikymmentä myöhemmin lähes jokaiseen asuntoon rakennettiin oma sauna (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 64). Huoneistosaunojen yleistymisen siirsi sähkön kulutusta kiinteistösähköstä huoneistosähköön. Tutkittujen kerrostalojen kohdalla kiinteistösähkö laskee jonkin verran 1980- ja 90-lukujen aikana rakennettujen kerrostalojen kohdalla.

Vuoden 1982 suunnitteluohjeet vaativat hissien rakentamista nelikerroksisiin ja sitä korkeampiin rakennuksiin. Kustannussyistä tällaisia rakennuksia pyrittiin rakentamaan mahdollisimman vähän. Rakentamismääräyskokoelman osa G1 määräsi hissien rakentamisen myös kolmekerroksisiin rakennuksiin vuodesta 2005 lähtien. Hissejä ylipäänsä on rakennettu jonkin verran jo vuosisadan alusta lähtien. Hissien vaikutus tutkittujen kiinteistöjen sähkön ominaiskulutusten kasvuun näkyy aikaisintaan 2000-luvun alussa. (Neuvonen ym. 2002, 120, Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 65–67.)

2000-luvun puolella lämpöpumput alkoivat yleistymään, kerrostaloissa pääasiassa maalämpöpumput ja poistoilmalämpöpumput. Vaikka lämpöpumpuilla saadaan säästettyä lämmitysenergiaa, ne kuluttavat huomattavan määrän sähköä. Tutkituista kerrostaloista 2000-luvulla rakennettujen talojen kohdalla sähkönkulutus nousee hyvin jyrkästi ja osa kulutuksesta aiheutuu todennäköisesti lämpöpumppujen kulutuksesta.

Internetin kehittyessä 2000-luvulla, myös rakennusautomaatio kehittyi ja yleistyi. Internet mahdollisti laitteiden ja järjestelmien etävalvonnan. Rakennusautomaatio monipuolistuu edelleen ja laitteita on asuinrakennuksissa yhä enemmän. Automaatio käyttää sähköä toimiakseen, mutta sen avulla pystytään älykkäästi säätämään muita laitteita ja vähentämään niiden kuluttamaa energiaa.

Vaikka sähkölaitteiden kehitys menee kovaa vauhtia eteenpäin ja niiden energiatehokkuus paranee, kiinteistön sähkölaitteita on yhä enemmän, jolloin kokonaissähkönkulutus kasvaa.

### 7.3.1 Huoneistosähköä kuluttavien laitteiden kehittyminen

Ensimmäiset pienet sähkölaitteet kuten silitysraudat ja keittolevyt alkoivat vähitellen yleistyä kodeissa 1920–30-luvuilla. 1940–50-luvuilla puu- ja kaasuliedet väistyivät lähes kokonaan sähkölieden tieltä. 1950-luvun puolella asuinkerrostaloihin tuli myös paljon muita sähkölaitteita, asunnoissa yleistyivät muun muassa jääkaapit. (Mäkiö 1990, 185, Neuvonen ym. 2002, 136.)

80-luvulla kerrostaloasuntoihin tuli yhä enemmän sähköllä toimivia laitteita, kuten astianpesukoneita, huoneistokohtaisia ilmanvaihtoja ja pesutilojen lämmitystä. 90-luvulla yleistyivät puolestaan erilaiset viihde-elektroniikkalaitteet ja niiden määrä, mikroaaltouunit sekä kuivausrummut. (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 96.)

2000-luvulla huoneistosähköön liitettäviä ilmalämpöpumppuja alettiin hankkimaan asuntoihin. Ilmalämpöpumput yleistyivät erityisesti vuoden 2008 jälkeen.

## 8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tässä luvussa esitellään toimenpide-ehdotuksia, joilla energian ja veden käyttöä voidaan tehostaa. Toimenpide-ehdotukset on luokiteltu kulutuslajeittain lämmitysenergian, veden ja sähkön käyttöä tehostaviin toimenpiteisiin. Jotkin toimenpiteistä saattavat vaikuttaa useampaan kulutuslajiin tai pelkästään energiakustannuksiin. Lähes aina on kannattavampaa tehdä useampia toimenpiteitä yhdellä kertaa, jolloin esimerkiksi rakenteita ei tarvitse avata useaan kertaan ja työn määrä pienenee. Kun suurempi remontti on ajankohtainen, kannattaa tarkistaa, mitä muita korjauksia tai energiatehokkuustoimenpiteitä voisi tehdä sen yhteydessä.

### 8.1 Lämmityksen tehostaminen

Lämmityksen käyttöä pystytään tehostamaan monella tapaa. Suurimpia tehostuksia varten täytyy yleensä tehdä investointeja, mutta lämmitystä on useimmiten mahdollista tehostaa myös ilman laiteinvestointeja. Asukkaille voidaan tehdä olosuhdekysely, jonka vastausten perusteella voidaan saada selville esimerkiksi, jos huoneistoissa on asukkaiden mielestä liian kylmä, kuuma tai vetoisaa. Asunnoissa voidaan suorittaa myös olosuhdemittauksia, joilla voidaan selvittää rakennuksen lämpötilajakauma. Sen perusteella voidaan harkita lämmitysverkoston perussäädön tekemistä, jotta huoneistoihin saadaan tasaisemmat lämpötilat.

Asukkaita voidaan ohjeistaa välttämään turhan korkeita huonelämpötiloja sekä ilmoittamaan liian korkeista lämpötiloista ja vikatilanteista mahdollisimman nopeasti huoltoyhtiölle. Huoltoyhtiö voi myös keväisin lämmityskauden loputtua käydä sulkemassa kesäsulun, jottei lämpöenergiaa kulu turhaan yksittäisten viileiden öiden takia.

Mikäli yksittäisistä asunnoista tulee valituksia esimerkiksi liian kylmästä huonelämpötilasta, huoltoyhtiö voi käydä tekemässä tarvittavat mittaukset. Jos mittausten perusteella huomataan valituksen olevan aiheellinen, ensimmäisenä ei tule lähteä nostamaan säätkäyrää vaan tilanteen todellinen syy tulee selvittää. Useissa tilanteissa vikana on toimimattomat patterit tai se, että pattereiden eteen on laitettu esimerkiksi verhot tai huonekaluja.

Eryityisesti tilanteessa, jossa halutaan kartoittaa kiinteistön energiatehokkuuden tilaa ja löytää ratkaisuja sen parantamiseen, kannattaa harkita energiakatselmuksen teettämistä kiinteistölle.

### 8.1.1 Maalämpö

Maalämpö on sitä kannattavampi, mitä suurempia rakennus ja lämmönkulutus ovat. Maalämmön hyötysuhde on sitä huonompi, mitä kuumempaa lämmitysvettä verkostoon syötetään. Parhaimmillaan hyötysuhde on lattialämmityksen kanssa ja huonoimmillaan vanhoissa rakennuksissa, joissa menoveden lämpötila on korkea. (LeaseGreen 2018.)

Uudisrakennuksissa maalämpö on melko suosittu lämmitysmuoto, koska pidemmällä ajalla se tulee edullisemmaksi kuin öljy-, sähkö- tai kaukolämmitys. Maalämpö on myös ekologisempi vaihtoehto. Sähkölämmitykseen verrattuna se tuottaa hiilidioksidipäästöjä noin 60 % vähemmän. Olemassa oleviinkin rakennuksiin lisätään nykyään maalämpöjärjestelmiä. Maalämpö vaatii aina vesikiertoisien lämmönjaon ja tontin tulee olla riittävän suuri, jotta maalämpöhanke voidaan toteuttaa. Ennen maalämpöjärjestelmän asentamista on hankittava toimenpidelupa sekä tarkistettava sähköliittymän riittävyys. (Tom Allen Senera Oy n. d.b, Virta & Pylsy 2011, 115.)

Uusissa rakennuksissa maalämpöjärjestelmä mitoitetaan laskennallisen lämmitysenergian kulutuksen ja tehon tarpeen mukaan. Olemassa olevaan rakennukseen mitoitus tehdään käyttäen toteutuneita kulutuksia. Maalämmön mitoitus on hyvin tärkeää parhaimpien säästöjen kannalta. Maalämpö voidaan mitoittaa kattamaan koko kiinteistön ympärivuotinen lämmöntarve tai kovimpina pakkaspäivinä sen tukena voidaan käyttää järjestelmän sähkövastuksia tai rakennuksen aikaisempaa lämmitystapaa. Osatehoinen maalämmitys lämmittää kiinteistöä suurimman osan ajasta, jolloin se voidaan mitoittaa pienemmälle teholle. Tällöin hankintakustannukset jäävät pienemmiksi. (Juvonen & Lapinlampi 2013, 31, RIL 265-2014 2014, 53.)

Maalämpöjärjestelmän hintaan vaikuttavat rakennuksen lämmitysenergian ja -tehon tarve, joiden perusteella valitaan lämpöpumppujen ja -kaivojen lukumäärä. Suurin osa hinnasta muodostuu lämpökaivojen porauksesta, mutta hintaan vaikuttavat myös maalämpöpumppu, mahdollinen erillinen puskurivaraaja, lämpimän käyttöveden varaaja sekä asennustyö. Kerrostalossa maalämpöjärjestelmään siirtyminen esimerkiksi kaukolämmöstä voi maksaa noin 200 000–400 000 € (Alv 0 %). Takaisinmaksuaika on

keskimäärin reilut 10 vuotta, mutta vaihtelee hyvin paljon kiinteistön koon, lähtötilanteen sekä sähkön ja kaukolämmön paikallisten hintaerojen mukaan. (Tom Allen Senera Oy n. d.b, Urakkamaailma 2020.)

Maalämpöpumppu tuottaa noin 3-kertaisen määrän lämpöenergiaa kuluttamaansa sähköenergiaan verrattuna (Motiva 2020). Tämä tarkoittaa sitä, että lämpöpumpulla tuotetusta lämmöstä vajaa yksi kolmasosa on tuotettu sähköllä. Sähkön kulutus tulee siis nousemaan maalämpöpumpun myötä. Maalämmöllä tuotetun lämmitysenergian hinta on noin 40 €/MWh, kun vastaava hinta kaukolämmöllä on tällä hetkellä noin 80 €/MWh (Tanskanen 2020, Tilastokeskus 2021).

Jos kiinteistön vuotuinen lämmönkulutus on 500 MWh, se maksaa edellä mainittujen hintojen perusteella kaukolämmöllä noin 40 000 € ja maalämmöllä 20 000 €. Vuodessa säästöä tulee 20 000 €. Jos maalämpöjärjestelmän alkuinvestointi on ollut 300 000 €, takaisinmaksuajaksi tulee karkeasti laskettuna noin 15 vuotta. Laskussa ei ole otettu huomioon maalämpöjärjestelmän huoltokustannuksia.

Maalämpöpumpun käyttökustannukset ovat edullisemmat kuin muissa lämpöpumppujärjestelmissä. Maalämpöjärjestelmässä on kuluvia osia, joita tulee vaihtaa tietyin väliajoin. Näistä kompressori on kaikista kallein ja se tulee uusia vähintään 20 vuoden välein, yleensä useammin. Kompressorin hinta on muutamia tuhansia euroja. Kiertovesipumppujen elinikä on noin 10 vuotta ja ne maksavat muutamasta sadasta noin tuhatteen euroon. Kolmitieventtiilin toiminta saattaa myös heikentyä ajan saatossa. Ne maksavat muutamia satoja euroja. Maalämmön kuluvista osista aiheutuu vuodessa kustannuksia reilusta sadasta eurosta muutamaan sataan euroon. (Juvonen & Lapinlampi 2013, 8, Tom Allen Senera Oy n. d.b.)

Maalämpöön on usein kannattavaa yhdistää poistoilman lämmöntalteenotto (Virta & Pylsy 2011, 118). Tällöin maalämpöpumppu voidaan mitoittaa pienemmälle teholle, kaivoja ei tarvitse välttämättä porata yhtä paljoa ja hankintakustannukset jäävät pienemmiksi (Virta & Pylsy 2011, 118). Maalämmön kanssa voidaan hyödyntää myös aurinkolämpöä tai -sähköä (Virta & Pylsy 2011, 118). Aurinkokeräimillä voidaan vähentää maalämpöpumpun toimintaa keväisin ja syksyisin. Aurinkopaneelien tuottamaa sähköä voidaan puolestaan käyttää maalämpöpumpun toimintaan. Mikäli maalämpöä ei voida käyttää rakennuksessa, ilma-vesilämpöpumppu on hyvä ja hankintakustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto maalämmölle (Tom Allen Senera Oy n. d.b.).

### 8.1.2 Poistoilman lämmöntalteenotto

Poistoilman lämmöntalteenottoa kannattaa harkita, jos kiinteistössä on koneellinen poistoilmanvaihto. Poistoilman mukana häviävään lämpöenergiaan alettiin kiinnittää huomiota vasta 2000-luvulla ja vuonna 2003 lämmöntalteenotto tuli pakolliseksi uusiin rakennuksiin (Ympäristöministeriö 2002). Suurimmassa osassa ennen vuotta 2003 rakennetuissa taloissa ei siis ole poistoilman lämmöntalteenottoa, ellei sitä ole jälkepäin hankittu. Koneellinen poistoilmanvaihto yleistyi 60-luvusta alkaen. Poistoilman LTO -hanke soveltuu useimpiin rakennuksiin, jotka on rakennettu välillä 1960–2005. Tämän lisäksi talossa olisi hyvä olla vähintään 20 asuntoa, jotta lämmöntalteenoton hankkiminen on kannattavaa. (Tom Allen Senera Oy n. d.a.) Poistoilman lämmöntalteenoton hankkiminen tulee sitä halvemmassi, mitä vähemmän kiinteistössä on poistoilmapuhaltimia. Edullisin tilanne on pistetalossa, eli yksirappuisessa korkeassa talossa, jossa poistot on yhdistetty.

Poistoilman lämmöntalteenoton hyvä hyötysuhde on 70–80 %, jolloin rakennuksen koko lämmitysenergiasta voidaan saada talteen noin 30 %.

Poistoilman lämmöntalteenottoa voidaan hyödyntää sekä rakennuksen lämmitykseen että käyttöveden esilämmitykseen. Poistoilman LTO on helpoin asentaa putkiremontin, käyttövesiputkien tai viemärien uusinnan yhteydessä. Jos putkiremontin yhteydessä kylpyhuoneisiin asennetaan lattialämmitykset, niissä on kannattavaa käyttää poistoilmapumpun tuottamaa lämpöä hyvän hyötysuhteen takia. (Virta & Pylsy 2011, 124–125.)

Pelkästään poistoilman lämmöntalteenotosta saatavalla lämmöllä ei pystytä kattamaan rakennuksen ympärivuotista lämmöntarvetta. Lisäksi voidaan käyttää lämpöpumpun sisäisiä sähkövastuksia tai hyödyntää rakennuksessa aiemmin käytettyä lämmitysmuotoa. Poistoilman LTO vähentää vanhan lämmitysjärjestelmän käyttötarvetta ja kustannuksia. (Virta & Pylsy 2011, 124.)

Poistoilman LTO -hanke maksaa keskimäärin 50 000–200 000 € (Alv 0 %). Hintaan vaikuttavat rakennusten ja poistoilmapuhaltimien määrä, eli järjestelmän koko ja teho. (Techeat 2019.)

Vaikka LTO:n myötä lämmönkulutus tehostuu, on hyvä ottaa huomioon se, että lämmöntalteenotto tarvitsee sähköenergiaa toimiakseen. Ennen poistoilman LTO:n asennusta,

täytyykin varmistaa sulakkeiden riittävyys. Lämpöpumput siirtävät energiankäyttöä lämmitysenergiasta sähköön.

Poistoilman lämmöntalteenotto yhdistettynä maalämpöön on vielä energiatehokkaampi ratkaisu, mutta investoinniltaan huomattavasti suurempi. Tässä ratkaisussa ylimääräistä lämpöä voidaan kesäisin ladata maahan, josta se on talvisin saatavilla. Poistoilman LTO:n ja maalämmön yhdistelmällä voidaan saada aikaan jopa 70 % säästöt lämmitysenergiassa. (Tom Allen Senera Oy n. d.a.)

### 8.1.3 Lämmityksen optimointi

Parhaimmillaan lämmityksen optimointijärjestelmät ovat kaukolämmitteisessä asuinrakennuksessa, jossa on vähintään 20 huoneistoa. Mitä suurempi rakennus on, sitä kannattavammaksi järjestelmä tulee, koska kuukausimaksu jakautuu suuremmalle asukasmäärälle. Optimointijärjestelmästä saadaan eniten hyötyä, jos rakennuksen automaation taso on lähtötilanteessa matala, kaukolämmön perusmaksu on suuri, rakennuksen lämpötilat ovat epätasaiset tai asukkaat ovat valittaneet lämpötiloista. (Virtanen 2019.)

Yksi huomattavimmista hyödyistä lämmityksen optimointijärjestelmissä on kaukolämmön perusmaksun pienentyminen. Optimoinnissa lämmitysenergian määrää säädetään niin, että lämmityspiikit saadaan mahdollisimman pieniksi. Esimerkiksi silloin, kun lämmintä vettä käytetään paljon, järjestelmä vähentää tilojen lämmitykseen käytettävää energiaa tältä ajalta ja lisää lämmitystä, kun lämpimän veden käyttö vähenee. (Virtanen 2019.)

Kaukolämmön perusmaksu voi alentua jopa 20 %. Lämmitysenergiassa voidaan säästää muutamasta prosentista 20 prosenttiin. Säästön määrä riippuu voimakkaasti rakennuksen lähtötilanteesta. Jos rakennusta on alun perin lämmitetty liikaa, lämmityksen optimoinnilla voidaan saada merkittäviä säästöjä. Harvinaisemmissa tilanteissa, jossa rakennusta on lämmitetty liian vähän ja asunnot ovat kylmiä, voivat lämmityskustannukset nousta. Tällöin saadaan kuitenkin paremmat asuinolosuhteet ja lisättyä asukastytyvyyttä. (eTalkkari n. d., Virtanen 2019.)

Lämmityksen optimointijärjestelmät voivat olla erillisiä pelkästään lämmitystä säätäviä järjestelmiä, tai osa suurempaa kiinteistönhallintajärjestelmää tai taloautomaatiota. Kaikenlainen taloautomaatio ja sen ohella myös lämmitystä optimoivat järjestelmät ovat viime vuosina yleistyneet asuinkiinteistöissä.



## Järjestelmän hyödyt

Lämmityksen optimointijärjestelmät voivat helpottaa kiinteistön hallittavuutta ja kunnossapitoa. Useat järjestelmät sisältävät isännöitsijälle ja mahdollisesti asukkaillekin kohdistetut käyttöliittymät, joilla voidaan seurata mitattuja olosuhteita. Rakennuksen olosuhteista saadaan ajantasaista tietoa. Nähdään esimerkiksi, kuinka tasaiset huoneistojen lämpötilat ovat, eli onko lämmitysjärjestelmän tasapainotukselle tarvetta. Järjestelmän avulla vikatilanteet pystytään huomaamaan nopeasti ja helposti. Useisiin järjestelmiin voidaan asettaa hälytyksiä, jotka lähtevät poikkeustilanteissa suoraan toimijoille tai isännöitsijälle. Vikatilanteet saadaan näin huomattua ja korjattua nopeasti. (Fortum SmartLiving 2020.)

Usein lämmityksen optimointijärjestelmien ansiosta lämmitysenergian kulutus vähenee. Lämmityksen ajankohdan säätämällä mahdollistetaan energian hinnan lyhytaikaisen vaihtelun hyödyntäminen. Lisäksi ajantasaisen olosuhdeseurannan avulla voidaan seurata kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia. (Simap n. d.a, Simap n. d.d.)

Asukkaita lämmityksen optimointi hyödyttää muun muassa paremman asumismukavuuden muodossa, kun lämpötilat pysyvät tasaisina ja lämpötilataso on sopiva. (Simap n. d.a.)

## Kustannukset

Järjestelmästä riippuen kustannukset voivat muodostua laiteinvestoinneista, laitteiden vuokrasta ja palvelumaksusta. Tilanteessa, jossa optimointi myydään palveluna, kustannukset koostuvat kuukausittaisesta palvelumaksusta sekä laitteisiin investoimisesta tai niiden vuokraamisesta. Jos optimointi myydään laitteina ilman palvelua, hinta muodostuu vain laitteisiin investoimisesta tai niiden vuokraamisesta. Kuukausimaksun suuruus on normaalisti sadasta eurosta muutamiin satoihin euroihin järjestelmän koosta, laitteiden omistajuudesta ja palvelusta riippuen. Laitteiden hinta 40 huoneiston rakennukseen on noin tuhannesta eurosta ylöspäin, riippuen järjestelmään valituista ominaisuuksista ja antureista. Takaisinmaksuaika on keskimäärin 1–4 vuotta ja siihen vaikuttavat muun muassa rakennuksen energiankäytön lähtötilanne sekä paikallinen energian hinta. (Fortum 2021, Simap n. d.b.)

#### 8.1.4 Lämmöneristysten parantaminen

Jos rakennuksen ulkopintoja kuten seiniä tai ikkunoita on tarkoitus uusida, kannattaa tarkistaa rakenteiden lämmöneristävyyden parantamisen mahdollisuus. Hyvässä kunnossa olevan vaipan lisäeristäminen pelkästään energiasyistä ei ole yleensä kustannustehokasta. Lämmöneristysmääräykset ovat ajan mittaan tiukentuneet, eli vanhoissa rakennuksissa vaipan lämmöneristävyys on yleensä heikompi kuin uusissa rakennuksissa. Suurimmat energiasäästöt lisäeristämällä saadaan, kun kyseessä on vanha rakennus. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan erikseen seinien, ikkunoiden ja ovien, sekä ylä- ja alapohjien lämmöneristysten parantamisesta.

Aina kun rakenteita eristetään, tiivistetään tai uusitaan, täytyy varmistua, että ilmanvaihto toimii myös muutoksen jälkeen. Monissa tilanteissa ilmanvaihto tulee tasapainottaa toimenpiteen jälkeen. Jos rakenteiden lämmöneristävyyttä on muutettu, ilmanvaihdon lisäksi myös lämmitysjärjestelmä tulee tasapainottaa, jotta lämpöenergiaa säästyy. Lisäeristäminen todennäköisesti pienentää rakennuksen lämpöhäviöitä ja samalla tarvittavan lämmitysenergian määrää. Jos lämmitysjärjestelmää ei tasapainoteta, rakennuksen lämmitys pysyy entisellään, asunnot todennäköisesti lämpenevät liikaa, eikä lämmitysenergian kulutuksessa saada säästöjä.

#### **Seinät**

Kerrostaloissa seinien osuus vaipan alasta on suurin ja niiden kautta karkaa lämpöenergiaa keskimäärin 10–20 % kaikista lämpöhäviöistä (Motiva Oy 2016b).

Korjauksissa, joissa seinän päälle lisätään kerroksia, pystytään samalla lisäämään lämmöneristettä. Päälle korjauksella pystytään hidastamaan vanhan seinän vaurioitumista ja samalla parantamaan seinän ominaisuuksia. Tällaisia korjauksia ovat esimerkiksi levyverhous ja eristerappaus. Nämä maksavat 1000 m<sup>2</sup>:n kokoiseen seinään noin 150–200 €/m<sup>2</sup> (Alv 0 %). (Virta & Pylsy 2011, 71–72.)

Jos seinä tehdään kokonaan uudestaan, lämmöneristystä on helppo parantaa vaihtamalla parempaan eristemateriaaliin tai lisäämällä eristeen paksuutta. Seinän uusimisen hinta riippuu muun muassa seinän korkeudesta, purkutyön haastavuudesta sekä mahdollisesta asbestista seinärakenteissa. Uusiminen maksaa 1000 m<sup>2</sup>:n kokoiseen seinään noin 200–350 €/m<sup>2</sup> (Alv 0 %). Seinien korjauksessa saadaan usein parannettua

asumisviihtyvyyttä, koska esimerkiksi veto saattaa vähentyä ja seinäpinnat voivat pystyä kylmillä ilmoilla lämpimimpinä. (Holopainen ym. 2007, 22, Virta & Pylsy 2011, 72.)

Julkisivuyhdistys ry. on teettänyt vuonna 2010 tutkimuksen, jonka mukaan 50–70 mm paksuisella lämmöneristyksen lisäämisellä saavutetaan keskimäärin 10 % säästö lämmitysenergiankulutuksessa. Seinien uudistamistyön yhteydessä on yleensä järkevää hankkia myös uudet ikkunat ja ovet. Mikäli seinien lisäeristämisen lisäksi uudistetaan ikkunat ja toteutetaan lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien tasapainotukset, lämmitysenergiassa on saatu säästettyä keskimäärin 15 %. (ARA 2016b.)

### **Ikkunat ja ovet**

Vaikka ikkunoiden pinta-ala vaipasta on nykyään yleensä vain noin 15 %, heikomman lämmöneristävyyden takia niiden läpi karkaavan lämmön määrä on verrattavissa seinien läpi karkaavaan lämmön määrään (Holopainen ym. 2007, 28). Ikkunoiden ja ovien kautta häviävä lämpö muodostaa noin 15–25 % rakennuksen lämpöhäviöistä (Motiva Oy 2016b). Myös ovien lämmöneristävyys on heikompi kuin seinien.

Vanhoissa ennen 40-lukua rakennetuissa taloissa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota ikkunoiden eristävyyteen, koska tällöin ikkunat olivat usein suuria. Ennen 70-luvun puoliväliä rakennetuissa taloissa saattaa edelleen olla kaksilasisia ikkunoita. Tällaisissa rakennuksissa kannattaa harkita vanhojen ikkunoiden korvaamista uudemmilla, paremmin eristävillä ikkunoilla.

Ikkunoiden lämmöneristystä voidaan parantaa tiivistämällä, karmien korjaamisella sekä ikkunoiden uusimisella. Ikkunoilla on monenlaisia ominaisuuksia, jotka tulee ottaa huomioon uusia ikkunoita valittaessa. Lämmöneristyksen kannalta olennaisin on ikkunan U-arvo ( $W/m^2K$ ), joka kertoo, paljonko lämpöenergiaa yhden neliömetrin kokoisen ikkunan läpi kulkee, kun sisä- ja ulkolämpötilan ero on yksi aste. Nykyisten lämmöneristysmääräysten mukaan suurin sallittu U-arvo ikkunoilla ja ovilla on  $1 W/m^2K$ . (Virta & Pylsy 2011, 77.)

Toinen lämmityksen osalta olennainen ominaisuus on ikkunan g-arvo, joka kertoo, kuinka paljon auringon säteilyenergiasta pääsee ikkunan läpi. Jos g-arvo on suuri, vain pieni osa auringon säteilyenergiasta pääsee ikkunan läpi, jolloin esimerkiksi kesähelteillä pystytään helpommin pitämään rakennus viileämpänä. Toisaalta keväisin ei pystytä yhtä hyvin hyödyntämään auringosta saatavaa ilmaisenergiaa. Suuren g-arvon ikkuna ei

myöskään päästä yhtä paljon päivänvaloa sisälle kuin pienemmällä g-arvolla varustettu ikkuna. (Virta & Pylsy 2011, 77.)

Näiden lisäksi ikkunoiden äänieristyksessä ja ilmatiiviydessä on eroja. Ikkunoita valittaessa tulee kiinnittää huomioita myös mahdollisiin sälekaihtimiin. Sälekaihtimilla pystyy helpoiten säätämään sisälle tulevaa valon määrää ja kiinni ollessaan ne parantavat ikkunan lämmöneristystä. (Virta & Pylsy 2011, 77.)

Ikkunoiden kanssa tulee aina huomioida ilmanvaihdon toimivuus. Erityisesti rakennuksissa, joissa on koneellinen poistoilmanvaihto, ikkunoiden raot saattavat toimia tuloilmareitteinä. Jos tällaisessa tilanteessa ikkunat esimerkiksi tiivistetään ilmanvaihtoa huomioidatta, tuloilma pyrkii tulemaan hallitsemattomasti rakenteiden väleistä tai rappukäytävästä. Joissain tilanteissa tulee asentaa erilliset tuloilma-aukot tai ikkunat, jotka toimivat myös tuloilmareitteinä. (Virta & Pylsy 2011, 78.)

Ikkunoiden uusimisella, tiivistämisellä tai korjaamisella saadaan parannettua asumisviihtyvyyttä muun muassa vedon vähentyessä.

Uudet ikkunat asennettuna voivat maksaa noin 350–550 €/ikkunaneliö (sis. alv). Säästöä lämmitysenergiankulutuksessa voidaan saada noin 8–17 %. (Virta & Pylsy 2011, 77.)

Jos ikkunat uusitaan, samalla kannattaa tarkistaa, onko seinien lisäeristämislle tarvetta. Jos seinien uusiminen on ajankohtaista, se olisi järkevää toteuttaa ikkunoiden vaihdon yhteydessä.

## **Yläpohja**

Kerrostaloissa yläpohjan ala on melko pieni osa koko vaipan alasta, joten yläpohjan lisäeristämislle ei saada aikaan kovin suurta säästöä lämmitysenergiassa. Omakotitaloissa ja rivitaloissa tilanne on toinen, kun yläpohjan ala on merkittävästi suurempi. Kerrostalon yläpohjan läpi pääsee noin 3–6 % lämpöhäviöistä (Motiva Oy 2016b).

Yläpohjan lämmöneristystä voidaan parantaa joko lisäämällä eristettä vanhan eristeen ylä- tai alapuolelle tai uusimalla koko yläpohja. Jos yläpohja on tuuletettu ja tuuletustila on riittävän korkea, sinne yleensä pystyy lisäämään eristettä. Tällöin tulee kuitenkin varmistua, että vanha eristekerros on kunnossa eikä siellä ole esimerkiksi kosteutta. Myös yläpohjan tiiveys tulee aina tarkistaa ennen lisäeristämistä. Eristettä lisätessä täytyy huolehtia, ettei tuuletusrakojen peitetä. (Oulun rakennusvalvonta 2013b, 2, Virta & Pylsy 2011, 83.)

## Alapohja

Alapohjan lisäeristäminen on mahdollista, mutta usein melko haastavaa ja kallista. Lisäeristäminen kannattaa yleensä toteuttaa vain, jos alapohjaa täytyy muutenkin korjata (Oulun rakennusvalvonta 2013a, 1). Kerrostaloissa alapohjan läpi pääsee lämpöhäviöistä noin 4–6 % (Motiva Oy 2016b). Tilanteesta riippuen eristettä voidaan mahdollisesti lisätä nykyisen alapohjan alle tai koko alapohja voidaan uusida ja valita siihen parempaa eristettä (Holopainen ym. 2007, 26). Alapohjan päälle ei yleensä kannata tai ole mahdollista lisätä tasoja, koska silloin esimerkiksi ovien alareunojen kanssa tulee ongelmia.

### 8.2 Vedenkulutuksen tehostaminen

Vedenkulutuksen tehostamiseen on olemassa monenlaisia keinoja. Yksinkertaisesti vedenkulutusta saadaan tehostettua hankkimalla vesipihejä vesikalusteita, mutta myös ilman laiteinvestointeja on mahdollista tehostaa vedenkäyttöä.

Suuri vaikutus vedenkulutuksen suuruuteen on asukkailla ja heidän käyttötottumuksillaan. Vettä voidaan saada säästettyä muuttamalla ihmisten vedenkäyttötottumuksia ja lisäämällä tietoa veden kulutukseen ja sen säästämiseen liittyen. Asukkaita voidaan neuvoa vedenkäytön suhteen ja kertoa esimerkiksi vinkkejä siihen, miten vettä voidaan säästää arkisissa tilanteissa.

#### 8.2.1 Huoneistokohtaiset vesimittarit

Huoneistokohtaisten vesimittarien ja kulutuksen perusteella tehtävän laskutuksen käyttöön ottaminen on hyödyllistä erityisesti sellaisessa kiinteistössä, jossa veden käytössä on huoneistojen välillä suurta vaihtelua tai jos kulutus on normaalia suurempaa. Vesimittarien asennus kannattaa tehdä putkiremontin yhteydessä ja nykyisten määräysten mukaan, seuraavan putkiremontin yhteydessä huoneistokohtaisten vesimittarin asentaminen on pakollista. (Energiavirasto & Kukkonen 2020, 4.)

Huoneistokohtaisella veden mittauksella ja siihen perustuvalla laskutuksella on todettu saatavan keskimäärin 10–30 % säästö vedenkulutuksessa. Lämpimän veden kulutuksen vähentyessä myös lämmitysenergian käyttö vähenee. Huoneistokohtaisten mittareiden avulla lämmönkulutus laskee keskimäärin 3–9 %. (Energiavirasto & Kukkonen 2020, 11.)

Vesimittarit asennetaan usein putkiremontin yhteydessä, jolloin saatetaan tehdä paljon muitakin toimenpiteitä kuten hanojen ja muiden vesikalusteiden uusimista tai käyttövesiverkoston paineiden säätämistä oikealle tasolle. Tällöin veden kulutuksen aleneminen on monen eri toimenpiteen ansiota, eikä pelkästään seurausta huoneistokohtaisten vesimittarien käytöstä. Suurempien putkiremonttien yhteydessä asukkaat saattavat usein vaihtua ja asukkaiden käyttötottumukset vaikuttavat huomattavasti veden kulutukseen. Jos vesimittarien aikaansaaman vedenkäytön muutosta halutaan seurata, pitäisi vesimittarien asentamisen jälkeen jatkaa vanhaa laskutustapaa jonkin aikaa ja vaihtaa vasta sen jälkeen laskutus kulutusperusteiseksi. (Energiavirasto & Kukkonen 2020, 11.)

Huoneistokohtaisten vesimittarien investointikustannukset asuntoa kohti ovat keskimäärin 500–700 € (Alv 0 %), jos vesi tulee asuntoon yhdestä liittymästä. Vesimittarit tulee huoltaa noin kymmenen vuoden välein ja huoltokustannukset vaihtelevat 100–500 € (Alv 0 %) välillä asuntoa kohti. Laskutuksesta aiheutuu arviolta 10–30 € (Alv 0 %) kustannukset asuntoa kohti vuosittain. Mittareiden tyypilliseksi käyttöiäksi on arvioitu noin 15 vuotta, jonka jälkeen mittarit tulee uusia. (Virta & Pylsy 2011, 105–106.)

### 8.2.2 Säästösuuttimet ja vettä säästävät suihkupäät

Vedensäästötoimenpiteitä, kuten säästösuuttimien hankintaa kannattaa harkita, jos veden kulutus on yli 150 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa tai jos veden kulutusta halutaan pienentää. Asukaskohtaiset kustannukset ovat sitä pienemmät, mitä enemmän asukkaita on suhteessa uusiin vedensäästökaluksiin. Eli kun asukkaita on paljon suhteessa rakennusneliöihin, kustannukset ovat pienemmät. Jotta suuttimista tulevan veden lämpötila pysyy tasaisena, tulisi kylmän ja lämpimän veden verkostojen paineiden olla suunnilleen samat (Väänänen 2019).

Vettä säästäväillä suihkupäillä voidaan alentaa suihkuveden kulutusta jopa 35–45 % ja säästösuuttimilla ylipäänsä voidaan vähentää asunnon veden kulutusta noin 16 %. Säästöjen määrä riippuu merkittävästi kiinteistön lähtötilanteesta veden käytön suhteen. (Väänänen 2019, Virta & Pylsy 2011, 35.)

Sopiva virtaus suihkusta on noin 10–12 litraa minuutissa. Halutessa suurempia säästöjä, voi virtausta muuttaa vielä jonkin verran pienemmäksi omien mieltymysten mukaan. Suihkupäitä myydään esimerkiksi kahdeksan ja kuuden litran minuuttivirtaamilla. Liian pienet virtaukset aiheuttavat kuitenkin sen, että suihkussa vietetään pidempiä aikoja.

Tällöin pienestä virtauksesta ei saada hyötyä ja veden kulutus saattaa jopa kasvaa. (Energo n. d.b, Motiva Oy 2016c.)

Suihkupäät ja vettä säästävät suuttimet eivät maksa kovinkaan paljoa, mutta tarjoavat silti oikein valittuna pienemmän vedenkulutuksen. Suihkupäät maksavat keskimäärin parista kymmenestä eurosta muutamiin kymmeneen euroihin. Pienellä lisäkustannuksella voidaan samalla uusia suihkun letku. Hanoiin asennettavat säästösuuttimet maksavat yleisesti muutamista euroista pariin kymmeneen euroon. Keskimäärin yhden asunnon suuttimet ja suihkupäät maksavat asennettuna noin 100 euroa. Vettä säästävien tuotteiden takaisinmaksuaika on yleensä alle vuoden mittainen, riippuen muun muassa asukkaiden vedenkäyttötottumuksista. (Väänänen 2019.)

Jos kiinteistössä toteutetaan linjasaneeraus, vesikalusteiden kuten suihkupäiden ja hanojen uusiminen kannattaa toteuttaa sen yhteydessä. Suuttimien vaihto on kuitenkin yksinkertainen tehtävä, joten sen voi toteuttaa eri aikaan linjasaneerauksen kanssa.

### 8.2.3 WC-istuimet

WC-istuimet kannattaa uusia, jos ne ovat vanhoja. Vanhat wc-istuimet saattavat kuluttaa jopa 12 litraa ja uudemmat 90-luvun jälkeen asennetut 2–4 litraa vettä yhdellä huuhtelukerralla (Virta & Pylsy 2011, 103). Putkistosaneerauksen tai kylpyhuoneremonttien yhteydessä kannattaa valita modernit wc-istuimet sekä muut vesikalusteet.

Vuotavat wc-kalusteet tulee myös korjata mahdollisimman pian, ja asukkaita kannattaa pyytää ilmoittamaan huoltoyhtiölle välittömästi vuodon huomattessaan. Jos esimerkiksi wc-istuin vuotaa vuoden ajan jatkuvasti, siitä voi koitua monen tuhannen euron vesikustannukset (Motiva Oy 2016c).

### 8.2.4 Paineenalennusventtiili

Ennen 1990-lukua rakennetuissa kerrostaloissa ei ole välttämättä paineenalennusventtiiliä (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 74). Mikäli rakennuksen vesiverkoston paine on liian korkea, vesikalusteista tulee vettä turhan kovalla paineella, vesiverkostosta saattaa aiheutua turhia äänihaittoja ja verkosto kuluu nopeammin. Tällöin kannattaa harkita paineenalennusventtiilin asentamista rakennukseen. Paineenalennusventtiilit voivat

maksaa sadasta eurosta muutamaan sataan euroon venttiilin koosta riippuen (Oras n. d.). Paineenalennusventtiilin asentaminen kannattaa ajoittaa linjasaneerauksen yhteyteen.

### 8.2.5 Vuotovahti

Vuotovahti soveltuu kaikkiin kiinteistöihin. Vanhemmissa rakennuksissa vuotoja kuitenkin aiheutuu todennäköisemmin, jolloin voidaan ajatella vuotovahdin olevan hyödyllisin. Kun vedenkulutus on korkea, esimerkiksi yli 150 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa, vuotovahdin avulla voidaan selvittää, aiheuttaako vuoto osan kulutuksesta. Vesimittarin mallilla ei ole väliä, sillä useimmat lukijalaitteet soveltuvat kaikenlaisiin vesimittareihin. Vuotovahti tai vedensäästöpalvelu tulee asukkaalle sitä edullisemmaksi, mitä suurempi rakennus on ja mitä enemmän asukkaita on. Vedensäästöpalvelun tilausvaiheessa käytövesijärjestelmän tilanne kartoitetaan ja selvitetään, kuinka hyödyllinen järjestelmä on kyseiseen kiinteistöön. Kiinteistössä tehdään mahdollisesti huoltoja ja vesilaitteiden modernisointeja, jotta järjestelmä toimisi parhaiten. (Fiksuvesi n. d.b, Leaklook n. d.b.)

Vesimittarin lukijalaitteet toimivat verkkovirralla, joten vesimittarin lähettyviltä tulee löytyä pistorasia. Vedensäästö- tai vuotovahtipalvelut voidaan yhdistää useisiin eri taloautomaatio- ja kiinteistötietojärjestelmiin, jotta veden kulutustiedot löytyvät samasta paikasta kuin muutkin järjestelmän kulutustiedot. Osa vakuutusyhtiöistä poistaa omavastuun vesivahingoista, jos kiinteistössä on vesimittarinlukijalaite. (Fiksuvesi n. d.a, Leaklook n. d.a, Leaklook n. d.b.)

Vedensäästöpalvelulla voidaan saada 20 % säästö vesikustannuksissa (Fiksuvesi n. d.a).

Vuotovahti on hyödyllinen työkalu vuotojen huomaamista varten. Esimerkiksi WC-istuin voi aiheuttaa vuodessa jopa 1000 € kustannukset, vaikkei vuoto olisi suuri. Asukkaat eivät välttämättä itse huomaa vuotoja, eikä huomatuistakaan vuodoista usein ilmoiteta eteenpäin, elleivät ne aiheuta asukkaalle huomattavaa haittaa. Vuotovahdin avulla jatkuva vuoto huomataan ja sitä aletaan paikantamaan sekä korjaamaan ajoissa. (Leaklook n. d.b.)

Vuotovahti- tai etäseurantapalveluiden hintoihin vaikuttaa muun muassa palvelun laajuus. Kuukausimaksut vaihtelevat noin 20–80 euron välillä (sis. alv) (Fiksuvesi n. d.a,



Leaklook n. d.c). Takaisinmaksuaika on noin puolesta vuodesta puoleentoista vuoteen asti (Fiksuvesi n. d.b).

### 8.3 Sähkönkulutuksen tehostaminen

Kuten lämmityksen ja vedenkin kulutuksen tehostamiseen on useita erilaisia tapoja, myös sähkön kulutusta voidaan tehostaa monella erilaisella toimenpiteellä. Tärkeää on, että kiinteistön sähkölaitteet kuten, pumput ja puhaltimet sekä talosaunan kiuas on mitoitettu oikein ja ne toimivat kunnolla. Jos esimerkiksi pumppu on tilanteeseen nähden liian suuri, sen hinta on usein suurempi kuin pienemmän pumpun hinta, se kuluttaa todennäköisesti enemmän energiaa ja sen käyttöikä saattaa jäädä lyhemmäksi, jos se ei pysty toimimaan sille ominaisella tasolla.

Kiinteistöissä on useita sähkölaitteita ja niiden kunnollinen toiminta ja käyttö kannattaa tarkastaa tasaisin väliajoin. Esimerkiksi sulanapitolämmitysten ja autolämmitystolppien ohjaus ja toimintakunto kannattaa tarkastaa säännöllisesti. Talosaunan kanssa kannattaa kiinnittää huomiota saunan sopivaan lämpötilaan sekä saunavuorojen ajoittamiseen, jottei saunaa pidetä pitkää aikaa päällä tyhjiällä. Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta olisi hyvä tarkistuttaa tasaisin väliajoin ja tasapainottaa tarvittaessa. Ilmanvaihtojärjestelmä on tärkeää pitää myös puhtaana.

Energiatehokkuutta pystyy lisäämään korvaamalla vanhoja sähkölaitteita uudemmilla energiatehokkaammilla laitteilla. Päätökset uusista investoinneista täytyy kuitenkin tehdä laitekohtaisesti huomioiden muun muassa laitteen hankinta- sekä käyttökustannukset.

#### 8.3.1 Lamppujen vaihtaminen

Nykyään ledeillä voidaan korvata mitkä tahansa lamput. Suurimman säästön saa, jos vaihtaa vanhat natrium- ja elohopeapurkauslamput tai monimetallilamput, koska nämä kuluttavat paljon energiaa. Lamppujen uusiminen on kaikista kannattavinta, kun lampuja on paljon, esimerkiksi autohalleissa ja suurissa yhteisissä tiloissa. Nykyään aina lampuja vaihdettaessa, kannattaa valita energiatehokas led-lamppu. Useissa tilanteissa on järkevää vaihtaa myös valaisin, jotta se kestää koko lampun eliniän ajan. Ei ole olemassa sellaista tilannetta, jossa lampun vaihtaminen energiatehokkaampaan ei olisi kannattavaa. (Lampputieto n. d.c, Pellinen 2019.)

Alla olevassa taulukossa (taulukko 6) on esitetty muutamia esimerkkejä, minkälaisella uudella led-lampulla vanhoja loistelamppuja voidaan korvata. Taulukossa 6 näkyy myös, kuinka paljon vanhojen ja uusien lamppujen tehot (W) eroavat toisistaan.

Taulukko 6. Loistelamppujen korvaaminen led-lampuilla (K-Rauta n. d.).

Korvattava lamppu	Korvaava lamppu
Pienloistelamppu 26 W	Led-lamppu 9 W
T8-loisteputki 36 W	Led-lamppu 15–16 W
T5-loisteputki 49 W	Led-lamppu 25–26 W
T5-loisteputki 28 W	Led-lamppu 15 W

Esimerkiksi jos 60 kappaletta 36 watin T8-loisteputkia (käyttöaika 10 h/vrk) vaihdetaan samaan määrään vastaavia led-lamppuja, joiden teho on 15 W, vuodessa saatava energiasäästö on noin 4,6 MWh.

$$(36W - 15W) \times 60 \times 10h/vrk \times 365vrk \times 0,21€/kWh = 965,8€$$

Kaava 4. T8-loisteputkien vaihtamisesta saatavat vuotuiset säästöt.

Tämänhetkisellä sähkön hinnalla 21 snt/kWh, euromääräinen säästö vuodessa on noin 1000 € (Tilastokeskus 2020).

$$\frac{3600€}{1000€/vuosi} = 3,6 \text{ vuotta}$$

Kaava 5. Takaisinmaksuajan laskeminen T8-loisteputkien vaihtamiselle.

Edellisen esimerkkitalanteen investointi on noin 3600 € (Alv 0 %) sisältäen lampun sekä vaihtotyön, jos yksi lamppu maksaa vaihdettuna noin 60 € (Alv 0 %). Jos ledeillä säästetään vuodessa 1000 €, takaisinmaksuaika on noin 3,6 vuotta.

### 8.3.2 Valaistuksen ohjaus

Kun lappuja vaihdetaan, kannattaa samalla tarkistaa niiden ohjausmahdollisuus. Ohjaus on erityisen kannattavaa sellaisessa paikassa, jossa lamppuja on paljon, esimerkiksi autohallissa. Autohallissa valaistusta ei tarvita silloin, kun siellä ei ole ketään. Valaistuksen

säätäminen esimerkiksi pelkkien valokatkaisijoiden kanssa on tässä tilanteessa melko epäkäytännöllistä.

Sekä ohjauksen hinta että siitä saatavat säästöt vaihtelevat valaisimien määrän, niiden käyttötarkoituksen ja ohjauksen tyyppin mukaan. Tyypillisesti valaistuksen ohjauksen avulla pystytään säästämään energiaa noin puolet verrattuna tilanteeseen ilman ohjausta (Valaistustieto n. d.).

Valaistuksen ohjauksella saavutetaan monia hyötyjä energian säästön lisäksi. Koska valaistus ei ole päällä jatkuvasti tai turhaan, valaisimien elinkaari pitenee. Valaistuksesta saadaan joustavampi ja ohjauksen avulla sitä voidaan säätää tilanteen mukaan. (Greenled n. d.)

### 8.3.3 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelien hankinta on yleisesti ottaen kannattavinta kasvukeskuksessa olevaan kiinteistöön, jossa on ainakin 40 huoneistoa ja suuri sähkönkulutus. Jos rakennuksessa on alle 40 huoneistoa ja sähkön käyttö ei ole kovinkaan suurta, aurinkopaneelien hankinta ei ole yleensä kannattavaa. Vastaavasti jos järjestelmän kooksi olisi tulossa alle kolme kilowattia, sen tuotantohinta on yleensä niin suuri, ettei järjestelmää siinä tilanteessa toteuteta. Kannattavuutta lisäävät sähköä käyttävät laitteet kuten maalämpö- tai poistoilmalämpöpumppu, koneellinen ilmanvaihto tai sähköautojen latauspisteet. (Takala 2019.)

Rakennuksen katolla on oltava riittävästi varjostamatonta tilaa paneeleille. Joissain tilanteissa paneeleita voidaan asentaa myös rakennuksen seinustalle, mutta useimmin paneelit asennetaan katolle. Kiinteistö ei ole verovelvollinen tuottamastaan sähköstä, mikäli järjestelmän koko on alle 100 kVA tai sen vuosituotanto on alle 800 000 kWh. (Motiva Oy 2020a, ST-käsikirja 2017, 64, Takala 2019.)

Ennen paneelien hankintaa rakennusvalvonnasta tulee tarkistaa mahdollisten lupien vaativuus. Esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmän kytkeminen sähköverkkoon vaatii luvan paikalliselta sähköverkkoyhtiöltä. Sähköverkkoyhtiöön kannattaa olla yhteydessä jo ennen aurinkopaneelien hankintaa, jotta voidaan olla varmoja järjestelmän soveltuvuudesta liittämisaikanaan. Sähköverkkoyhtiön mittauslaitteistot saattavat vaatia muutoksia tai sähköverkkoa voidaan joutua vahvistamaan. (Helen n. d., ST-käsikirja 2017, 68–69.)

Rakennuslehden artikkelissa haastateltiin aurinkoenergiaan erikoistunutta energia-asiantuntijaa Janne Käpylehtoa, jonka mukaan aurinkosähköjärjestelmän avulla voidaan säästää sähkölaskussa noin 10–25 %. Artikkelissa kerrotaan, että eräässä vanhassa kerrostalossa, jossa on yli 40 huoneistoa, aurinkopaneelilla saatiin säästettyä vuodessa noin 830 € kun alkuinvestointi oli 13 000 €. (Takala 2019.)

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden osalta on tärkeää, että se on mitoitettu oikein. Kannattavinta on mitoittaa järjestelmä niin, että sähkön pystyy käyttämään ainakin lähes kokonaan itse. Tällä hetkellä sähkön jakaminen asukkaille tai sen myyminen sähköyhtiölle ei ole kannattavaa sähkön siirtomaksujen ja sähköveron takia. Ylimääräistä sähköä pystyy kuitenkin myymään sähköyhtiölle, mutta siitä saatava rahallinen hyöty on huomattavasti pienempi kuin jos sähkön käyttäisi itse. (Helen, Motiva Oy 2019c.)

Aurinkopaneelijärjestelmän kustannusten kannalta merkittävin tekijä on järjestelmän kokonaisteho. Suuremmassa järjestelmässä hinnan suhde tehoon on edullisempi kuin pienemmässä järjestelmässä, mutta alkuinvestointi on suurempi. Rakennuslehden artikkelin (2019) kerrostalossa paneelien alkuinvestointi oli noin 13 000 €. Kun säästöjä saatiin vuodessa noin 800 €, takaisinmaksuaika oli noin 16 vuotta. Takaisinmaksuajat vaihtelevat yleisesti 15 vuoden molemmin puolin. (Takala 2019, Virta & Pylsy 2011, 60.)

Järjestelmän elinkaaren aikaisiin kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi vaihtosuuntaajan eli invertterin vaihto. Paneelien tekninen käyttöikä on noin 30–40 vuotta ja invertteri tulee uusiksi ainakin kerran tämän ajan sisällä. Uuden invertterin hinta on noin 1000 €. Kannattaa tarkistaa, kuinka pitkän takuun järjestelmän myyjä antaa invertterille. Niiden takuuajat vaihtelevat parista vuodesta jopa kahteenkymmeneen vuoteen. Keskimäärin invertterien käyttöikä on 15 vuotta. Invertterin vaihdon ja muiden huoltotoimenpiteiden hinta on noin 5–10 % järjestelmän alkuinvestoinnista. (Virta & Pylsy 2011, 62–63, 114.)

Aurinkopaneeleita hankittaessa kannattaa huomioida järjestelmän keskuslaitteiden lämpeneminen. Invertteri ja säätimet saattavat tuottaa ympärilleen lämpöä jopa 10 % nimellistehostaan. Asennustilan riittävästä jäähtymisestä tai ilmanvaihdosta tulee huolehtia. (ST-käsikirja 2017, 91.)

## 9 JATKOTOIMENPITEET

Seuraavaksi tärkeintä olisi saada päivitettyä kohde- ja kulutustiedot ajan tasalle, jotta kiinteistöjen kulutukset ja vertailukulutukset kuvaisivat todellista tilannetta. Tarkastettavia tietoja kulutusseurannan osalta ovat rakennustilavuus ja -pinta-ala, rakennusvuosi, asukasmäärä sekä mittarikertoimen oikea arvo. Olisi hyvä myös varmistaa, ettei huoltoyhtiöillä ole ongelmia lukemien kirjaamisessa ja he tietävät, miten esimerkiksi mittarin vaihto tai mittarin pyörähtäminen merkitään tampuuriin. Tämän projektin jatkotoimenpiteenä Reialle on tehty ohjeet mittareiden perustamisesta, kulutusten tarkistamisesta sekä virheiden korjaamisesta.

Helpoiten kohde- ja kulutustiedot saataisiin pidettyä oikeina lisäämällä automaatiota ja etäluettavia mittareita. Tällöin inhimilliset virheet lukemien syötössä saataisiin poistettua ja kokonaisvirheiden määrä tietojen joukossa pienenesi huomattavasti. Etäluettavien mittareiden avulla kulutustiedot saataisiin Tampuuriin nopeammin, useammin ja varmemmin kuin manuaalisesti syötettynä.

Jotta projektin tuloksia ja toimenpide-ehdotuksia voitaisiin hyödyntää myös tulevaisuudessa, kiinteistöjen kulutuksia olisi hyvä vertailla myös jatkossa. Olisi hyvä, jos kulutusten vertailun saisi automatisoitua. Manuaalisesti siihen kuluu paljon aikaa, joten automaatio helpottaisi vertailua huomattavasti.

Myös toimenpide-ehdotuksia joudutaan jossain vaiheessa päivittämään tekniikan ja järjestelmien kehittyessä. Kaikki toimenpiteet, mitkä tällä hetkellä ovat kannattavia, eivät välttämättä kannata enää kymmenen vuoden päästä. Silloin on mahdollisesti tullut uusia tapoja kulutuksen tehostamiseen.

Tässä projektissa toimenpiteille tehtiin lyhyet selitykset, joista saa hieman lisätietoa toimenpiteen kustannuksiin, säästöihin ja toteuttamistilanteeseen liittyen. Jotta toimenpiteen valitseminen ja niiden vertailu olisi mahdollisimman helppoa, jokaisesta toimenpiteestä voisi tehdä tarkemman selostuksen, jota isännöitsijät voivat mahdollisesti esitellä suoraan hallituksen kokouksessa. Toimenpiteelle tehtävä kortti voisi sisältää esimerkiksi CASE-esimerkin jostakin toteutetusta hankkeesta, vastaavien Reialla toteutettujen hankkeiden keskimääräisiä säästöjä sekä niiden toteuttamisessa huomattuja onnistumisia ja haasteita.

Jotta muilta Realia Isännöinnissä työskenteleviltä voidaan saada vinkkejä ja tietoja toteutuneista säästöistä, toteutetut toimenpiteet tulisi kirjata esimerkiksi Tampuuriin. Toimenpiteen yhteyteen voidaan myöhemmin ilmoittaa, minkälaisia hyötyjä toimenpiteellä on saavutettu.

Lopullinen tavoite on, että kiinteistöjen ominaiskulutusten vertailu saadaan automatisoitua esimerkiksi Tampuurin kautta ja vertailun avulla kiinteistöt saavat ehdotuksina sopivia energiatehokkuustoimenpiteitä. Jos Tampuuriin myös merkitään kaikki toteutetut energiatehokkuustoimenpiteet, toimenpide-ehdotukset voisivat määräytyä toteutetut toimenpiteen huomioon ottaen. Tällöin järjestelmä ei ehdottaisi turhaan sellaisia toimenpiteitä, jotka on juuri suoritettu tai mitkä eivät sovi kyseiseen tilanteeseen.

Realia on ottanut käyttöön uuden OmaRealia-järjestelmän, jota voivat käyttää kiinteistön asukkaat, isännöitsijät ja huoltoyhtiöt. OmaRealia on korvannut Realialla aiemmin käytössä olleen Majakka-järjestelmän. OmaRealiaan tulee näkyviin kiinteistön kulutustiedot ja kulutustaso verrattuna muihin Realialla isännöitävänä oleviin vastaavanlaisiin kiinteistöihin. Omassa kiinteistössä tapahtuvat kulutusmuutokset näkyisivät myös siellä, jolloin esimerkiksi energiatehokkuustoimenpiteen jälkeen nähdään, miten se todellisuudessa vaikuttaa kulutustasoon.

## 10 YHTEENVETO

Työssä saatiin selvitettyä, miten Realia Isännöinnin asuinkerrostalojen ominaiskulutus-taso vaihtelee rakennuksen iän mukaan. Lämmitysenergiakulutus on ollut pitkään sitä pienempi, mitä nuorempi rakennus on kyseessä. Veden ominaiskulutus on pysynyt melko tasaisena. Sähkön ominaiskulutus on puolestaan sitä suurempaa, mitä uudem-masta rakennuksesta on kyse.

Haasteena oli saada kaavioista luotettavia, koska tietojen joukossa oli virheellisiä kulu-tuksia, jotka jouduttiin manuaalisesti poistamaan. Koska tietoja oli paljon, on kaavioiden tietojen joukkoon saattanut jäädä virheellisiä kulutuksia.

Työssä pyrittiin selvittämään eri aikakausien rakennustapoja ja sitä, miten ne ovat vai-kuttaneet kyseisissä rakennuksissa käytönaikaisiin kulutuksiin. Tietoa aiheesta löytyi paljon, koska aihe on niin laaja. Haasteeksi osoittautui löytää joukosta ne rakennusta-vat, jotka olennaisesti vaikuttavat käytönaikaisiin kulutuksiin. Työssä kuitenkin onnistut-tiin selvittämään joitakin aikakausille tyypillisiä piirteitä, jotka selittävät Realia Isännöin-ninkin kerrostalojen ominaiskulutuskäyrän muotoa.

Työssä saatiin laadittua lista energiatoimenpiteistä. Toimenpiteiden kohdalla kerrottiin, millaiseen rakennukseen tai tilanteeseen ne sopivat parhaiten, millaisia säästöjä voidaan saada ja mitä toimenpide tulisi suunnilleen maksamaan. Toimenpiteistä kerrottiin myös muita tietoja, jotka on hyvä ottaa huomioon niitä suunniteltaessa.

## LÄHTEET

Ahjo 2020. Aurinkosähkö yksinkertaisesti. Viitattu: 15.5.2020. <http://www.ahjoenergia.fi/index.php/periaatteet/aurinkosahko-yksinkertaisesti>.

ARA 2019a. Avustettavat korjaukset. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Viitattu: 19.3.2021. [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat\\_korjaukset\(53755\)](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_korjaukset(53755)).

ARA 2019b. Energia-avustukset 2020. Viitattu: 18.1.2021. [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus).

ARA, 2019c. Energia-avustus taloyhtiöille. Hakuohje 2020. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA).

ARA 2016a. Ilmanvaihdossakin voi säästää energiaa. Viitattu: 16.6.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Pientalot/Energiatehokkuus/Energiatehokas\\_asuminen/Ilmanvaihto](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Pientalot/Energiatehokkuus/Energiatehokas_asuminen/Ilmanvaihto).

ARA 2016b. Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Viitattu: 22.9.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Korjaushankkeet/Julkisivut\\_ja\\_parvekkeet/Energiatehokkuus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Korjaushankkeet/Julkisivut_ja_parvekkeet/Energiatehokkuus).

Energiatehokas koti 2020a. Ilmalämpö- ja maalämpöpumput. Viitattu: 16.2.2021. [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/ilmalampo- ja maalampopumput](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo- ja maalampopumput).

Energiatehokas koti 2020b. Ilmanvaihto. Viitattu: 2.9.2020. [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/ilmanvaihto](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/ilmanvaihto).

Energiateollisuus ry 2020. Energiavuosi 2019 - Kaukolämpö.

Energiavirasto & Kukkonen, P. 2020. Huoneistokohtaiset vesimittarit - Etäluettavuuden lisäämisen kannattavuuden tarkastelu.

Energio n. d.a. Suuttimet. Viitattu: 19.5.2020. <http://www.energo.fi/suuttimet/>.

Energio n. d.b. Vettä säästävät vakiovirtaussuihkut. Viitattu: 19.5.2020. <https://www.energo.fi/suihkut/>.

Ensto n. d. Ensto - Sulanapitojärjestelmät. Porvoo.

eTalkkari n. d. eTalkkari. Viitattu: 6.5.2020. <http://www.etalkkari.fi/>.

Fiksuvesi n. d.a. Etäseuranta | Envera Oy. Viitattu: 20.5.2020. <https://fiksuvesi.fi/eta-seurantapalvelu/>.

Fiksuvesi n. d.b. Vedensäästöpalvelu | Envera Oy. Viitattu: 20.5.2020. <https://fiksuvesi.fi/vedensaastopalvelu/>.



Finlex 2015. FINLEX® - Säädökset alkuperäisinä: Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja... 545/2015. Oikeusministeriö. Viitattu: 13.11.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545#Pidp446523488>.

Finnwind 2020. FAQ aurinkopaneeli. Viitattu: 6.6.2020. <https://finnwind.fi/aurinkopaneeli-usein-kysyttya/>.

Fortum 2021. SmartLiving Lämmityksen optimointi. Viitattu: Mar 4,2021. <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisoille/alykkaat-energiaratkaisut/fortum-smartliving/smartliving-lammityksen-optimointi>.

Fortum SmartLiving 2020. Energiankulutuksen seuranta. Viitattu: 6.5.2020. <https://www.fortumsmartliving.com/fi/kulutuksen-seuranta/>.

Greenled n. d. Valaistuksen ohjaus. Viitattu: 20.5.2020. <https://greenled.fi/alykas-valaistus/valaistuksen-ohjaus/>.

Helen n. d. Osta aurinkopaneelit katollesi | Helen. Viitattu: 15.5.2020. <https://www.helen.fi/aurinkopaneelit/aurinkopaneelipaketit>.

Holopainen, R., Hekkanen, M., Hemmilä, K. & Norvasuo, M., 2007. Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. VTT Tiedotteita 2377. Espoo.

Ilmatieteen Laitos n. d. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. Viitattu: 8.7.2020. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>.

Jokinen, J. 2016. Nykyaikaisten rakenteiden lämmöneristyskyky.

Juvonen, J. & Lapinlampi, T., 2013. Energiakaivo - Maalämmön hyödyntäminen pientalossa. Ympäristöministeriö. Viitattu: 23.2.2021. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO\\_2013.pdf?sequence=4](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=4).

Kilpailutuspalvelu 2020. Sähkönsiirto ja sähkönsiirtomaksut. Viitattu: 20.7.2020. <https://kilpailutuspalvelu.fi/sahkon-siirto>.

K-Rauta n. d. LED-putket. Viitattu: 18.1.2021. <https://www.k-rauta.fi/kategoria/sahko-ja-valaisimet/valaisimet-ja-lamput/lamput/led-putket>.

Kuluttajaliitto n. d. Kuluttajaliitto - Vedenkulutus. Viitattu: 13.5.2020. <https://www.kuluttajaliitto.fi/tietopankki/vastuullinenkuluttaminen/sahko-vesi-lampo-ja-vastuullinen-kuluttaminen/vedenkulutus/>.

Lampputieto n. d.a. Halogeenilamppu — Lampputieto. Viitattu: 22.9.2020. <https://lampputieto.fi/lampun-valinta/alasivu/halogeenilamppu/>.

Lampputieto n. d.b. Lampun valinta — Lampputieto. Viitattu: 22.9.2020. <https://lampputieto.fi/lampun-valinta/>.

Lampputieto n. d.c. Ledilamput — Lampputieto. Viitattu: 20.5.2020. <https://lampputieto.fi/lampun-valinta/alasivu/led-lamput/>.

Lampputieto 2020. Valonlähteiden ekosuunnitteluasetukset ovat päivittyneet — Lamputieto. Motiva Oy. Viitattu: 31.7.2020. <https://lampputieto.fi/media/ajankohtaista/valonlahteiden-ekosuunnitteluasetukset-ovat-paivittyneet/>.

Leaklook n. d.a. FAQ | LeakLook. Viitattu: 20.5.2020. <https://leaklook.io/faq/>.

Leaklook n. d.b. LeakLook | Kodin vesiturvapalvelu. Viitattu: 20.5.2020. <https://leaklook.io/>.

Leaklook n. d.c. LeakLook-palvelu taloyhtiölle | LeakLook. Viitattu: 20.5.2020. <https://leaklook.io/tuote/leaklook-palvelu-taloyhtiolle/>.

LeaseGreen, 2018. Maalämpö – näin se toimii kerrostaloissa ja kantakaupungissa.

Lehtonen, P. 2020. Aurinkopaneelien markkinointi ihmetyttää: mikä ihmeen kWp?

LVI 10-10398 2006. Kaukolämmitys. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

LVI 19-10400 2006. Kaukolämpölaitteiden hoito ja huolto. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Mäkiö, E. 1994. Kerrostalot 1960-1975. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Mäkiö, E. 1990. Kerrostalot 1940-1960. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Motiva 2020. Maalämpöpumppu, MLP. Viitattu: 19.2.2021. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu\\_mlp](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp).

Motiva Oy 2020a. Aurinkosähkö taloyhtiössä. Viitattu: 15.5.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/aurinkosahko\\_taloyhtiossa](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/aurinkosahko_taloyhtiossa).

Motiva Oy 2020b. Vedenkulutus. Viitattu: 6.8.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/hyva\\_arki\\_kotona/vedenkulutus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/vedenkulutus).

Motiva Oy 2020c. Vedenkulutusmittaus lakiuudistus. Viitattu: 4.9.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/vedenkulutusmittaus\\_lakiuudistus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/vedenkulutusmittaus_lakiuudistus).

Motiva Oy 2020d. Vesimaksut. Viitattu: 20.7.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/lahtotilanteeseen\\_tutustuminen/vesimaksut](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/lahtotilanteeseen_tutustuminen/vesimaksut).

Motiva Oy 2019a. Aurinkosähköt teknologiat. Viitattu: 6.6.2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat).

Motiva Oy 2019b. Energia- ja vesikustannusten vaikutus taloyhtiön hoitokuluihin. Viitattu: 9.1.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa\\_energian\\_ja\\_vedenkulutuksesta/energia\\_ja\\_vesikustannusten\\_vaikutus\\_taloyhtion\\_hoitokuluihin](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian_ja_vedenkulutuksesta/energia_ja_vesikustannusten_vaikutus_taloyhtion_hoitokuluihin).

Motiva Oy 2019c. Tuotannon optimaalinen hyödyntäminen. Viitattu: 15.5.2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman\\_kaytto/tuotannon\\_optimaalinen\\_hyodyntaminen](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/tuotannon_optimaalinen_hyodyntaminen).

Motiva Oy 2018. Lämpöpumppujen hankintaopas - Kunnat ja taloyhtiöt. Helsinki.

Motiva Oy 2017a. Auringosta sähköä. Viitattu: 14.5.2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon\\_perusteet/auringosta\\_sahkoa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa).

Motiva Oy 2017b. Huoneistosähkönkulutus. Viitattu: 10.4.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa\\_energian\\_ja\\_vedenkulutuksesta/huoneistosahkonkulutus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian_ja_vedenkulutuksesta/huoneistosahkonkulutus).

Motiva Oy 2017c. Kiinteistösähkönkulutus. Viitattu: 10.4.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa\\_energian\\_ja\\_vedenkulutuksesta/kiinteistosahkonkulutus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian_ja_vedenkulutuksesta/kiinteistosahkonkulutus).

Motiva Oy 2016a. Kulutuksen normitus. Laskentakaavat ja -ohjeet. Viitattu: 26.6.2020. [https://www.motiva.fi/files/16105/Motiva\\_Kulutuksenormitus\\_laskentakaavat-ja-ohjeet\\_12-2016.pdf](https://www.motiva.fi/files/16105/Motiva_Kulutuksenormitus_laskentakaavat-ja-ohjeet_12-2016.pdf).

Motiva Oy 2016b. Lämmitysenergiankulutus. Viitattu: 25.1.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa\\_energian\\_ja\\_vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian_ja_vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus).

Motiva Oy 2016c. Vesikalusteet. Viitattu: 19.5.2020. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/energiatehokkuuden\\_parantaminen\\_taloyhtiössä/vesikalusteet](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/energiatehokkuuden_parantaminen_taloyhtiössä/vesikalusteet).

Motiva Oy 2013. Energiaekspertti - kalvoaineiston taustatekstit.

Motiva Oy 2012. Kiinteistön energiatehokkaat sähkötekniset ratkaisut - Opas palvelukiinteistön rakennuttajalle, suunnittelijalle ja käyttäjälle.

Motiva & Sulpu, n. d. Lämpöä omasta maasta. Viitattu: 19.2.2021. [https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampo\\_omasta\\_maasta-1.pdf](https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampo_omasta_maasta-1.pdf).

Neuvonen, P. & Hieta-Wilkman, S. 2015. Kerrostalot 1975-2000. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Neuvonen, P., Mäkiö, E. & Malinen, M. 2002. Kerrostalot 1880-1940. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Nikula, J. 2012. WWF Suomen vesijalanjälki - Globaali kuva suomalaisten vedenkulutuksesta.

Oras n. d. Tuotevariantit - vakiopaineventtiili. Viitattu: 19.1.2021. <https://www.oras.com/fi/tuotteet/tuotevariantit/433016,433020,433025,433032,433040,433050>.

Oulun rakennusvalvonta, 2013a. Alapohjan lisälämmöneristys. Energiakorjaus. Tekninen kortti 8.

Oulun rakennusvalvonta, 2013b. Yläpohjan lisälämmöneristys. Energiakorjaus. Tekninen kortti 7.

Pellinen, H., 2019. Haastattelu. HP Agency Oy:n toimitusjohtajaa Harry Pellistä haastatteli 8.11.–21.11.2019 Aino Rastas puhelimitse ja sähköpostilla.

Pistesarjat 2019. Pistesarjat - sulanapito.

Realia Isännöinti 2014. Realia Isännöinti yrityksenä. Viitattu: 31.1.2021. <https://www.realiaisannointi.fi/realia-isannointi-yrityksena>.

RIL 265-2014 2014. Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakennuksissa. Tammerprint Oy: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 18-10922, 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 52-11172 2014. Lämmitystarveluku. Rakennuksen energiankulutuksen seuranta. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 75-11285, 2018. Valonlähteet. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Simap n. d.a. Kiinteistön asukkaalle ja omistajalle. Viitattu: 6.5.2020. <https://simap.fi/kiinteiston-omistajalle-asukkaalle/>.

Simap n. d.b. SiMAP Easy Control. Viitattu: 6.5.2020. <https://simap.fi/easy/>.

Simap n. d.c. SiMAP-Kiinteistö. Viitattu: 6.5.2020. <https://simap.fi/simap-kiinteisto/>.

Simap, n. d.d. SiMAP-Ratkaisut. Viitattu: 6.5.2020. <https://simap.fi/simap-ratkaisut/>.

SmartLiving n. d. Käyttöliittymät. Viitattu: 20.5.2020. <https://www.fortumsmartliving.com/fi/kayttoliittymat/>.

ST-käsikirja, 4. 0. 2017. ST-käsikirja 40 - Aurinksähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus. Viitattu: 15.5.2020. <http://severi.sahkoinfo.fi.ezproxy.turkuamk.fi/item/6682?search=aurinkopaneelit>.

Sulpu 2020. Suomeen myydyt lämpöpumput, kumulatiivinen.

SVT 2020a. Tilastokeskus - Liitetaulukko 2. Asumisen energiankulutus energialähteittäin vuonna 2019. Tilastokeskus. Viitattu: 25.11.2020. [https://www.stat.fi/til/asen/2019/asen\\_2019\\_2020-11-19\\_tau\\_002\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/asen/2019/asen_2019_2020-11-19_tau_002_fi.html).

SVT 2020b. Tilastokeskus - Liitetaulukko 2. Tuloslaskelma, kerrostaloyhtiöt 2019. Tilastokeskus. Viitattu: 16.7.2020. [http://www.stat.fi/til/asyta/2019/asyta\\_2019\\_2020-06-11\\_tau\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asyta/2019/asyta_2019_2020-06-11_tau_002_fi.html).

SVT 2020c. Tilastokeskus - Sähkön ja lämmön tuotanto 2019. Tilastokeskus. Viitattu: 13.11.2020. [http://tilastokeskus.fi/til/salatuo/2019/salatuo\\_2019\\_2020-11-03\\_tie\\_001\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/salatuo/2019/salatuo_2019_2020-11-03_tie_001_fi.html).

Takala, S. 2019. Paljonko taloyhtiö voi säästää maalämpöpumpulla? – Helsingissä vähemmän kuin Espoossa. Viitattu: 14.5.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/paljonko-taloyhtio-voi-saastaa-maalampopumpulla-helsingissa-vahemman-kuin-espoossa/>.

Talotekniikkainfo 2019. 7 Vesilaitteiston mitoitus. Viitattu: 7.4.2020. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/7-vvl-vesilaitteiston-mitoitus>.

Tampereen Sähköverkko n. d. Sähköenergian mittausohje. Viitattu: 23.2.2021. <https://www.sahkolaitos.fi/globalassets/tiedostot/ohjeet-ja-opasteet/sahkoverkko/tsv-ohjepankki/2.sahkonuunnittelijalle-ja-urakoitsijalle/3.-sahkoenergian-mittaus/1.-sahkoenergian-mittausohje.pdf>.

Tanskanen, J. 2020. Taloyhtiö vaihtoi kaukolämmön maalämpöön, säästää 24 000 euroa vuodessa ja yllättyi – asuntojen hinnat lähtivät merkittävään nousuun. Viitattu: 19.3.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11191581>.

Techeat 2019. Lämmön talteenotto. Viitattu: 2.7.2020. <https://www.techeat.fi/lampo-pumput/lammon-talteenotto/>.

Tilastokeskus 2021. Tilastokeskus. Tilasto: Energian hinnat 4. Vuosineljännes 2020, Liitetaulukko 3. Lämmitysenergian kuluttajahintoja joulukuussa 2020. Helsinki. Tilastokeskus. Viitattu: 19.3.2021. [http://www.stat.fi/til/ehi/2020/04/ehi\\_2020\\_04\\_2021-03-11\\_tau\\_003\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2020/04/ehi_2020_04_2021-03-11_tau_003_fi.html).

Tilastokeskus 2020. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Helsinki: Tilastokeskus.

Tilastokeskus 2017. Rakennukset muuttujina Valmistumisvuosi. KOKO MAA, Asuinkerrostalot, Rakennuksia (lkm). Viitattu: 5.8.2020. [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin\\_Passiivi/StatFin\\_Passiivi\\_asu\\_rakke/statfinpas\\_rakke\\_pxt\\_001\\_201700.px/chart/chartViewColumn/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin_Passiivi/StatFin_Passiivi_asu_rakke/statfinpas_rakke_pxt_001_201700.px/chart/chartViewColumn/).

Tom Allen Senera Oy n. d.a. Lämmön talteenotto (LTO): toimintaperiaate ja säästöt | Tom Allen Senera. Viitattu: 3.5.2020. <https://www.tomallensenera.fi/lammon-talteenotto>.

Tom Allen Senera Oy n. d.b. Maalämpö: Miten maalämpö toimii lämmityksessä? | Tom Allen Senera. Viitattu: 3.5.2020. <https://www.tomallensenera.fi/maalampo>.

Urakkamaailma 2020. Maalämpö taloyhtiöön: Mitä tulee tietää. Viitattu: 2.7.2020. <https://www.urakkamaailma.fi/maalampo-taloyhtioissa>.

Väänänen, P., 2019. Haastattelu. Ekovirtaus Oy:n toimitusjohtajaa Pasi Väänästä haastatteli 8.11.–12.11.2019 Aino Rastas puhelimitse ja sähköpostilla.

Valaistustieto n. d. Taloyhtiön valaistusopas — Valaistustieto. Viitattu: 11.8.2020. <https://valaistustieto.fi/valaistuksen-hankinta/taloyhtion-valaistusopas/>.

Vattenfall n. d. Sähkölaitteiden energiankulutus. Viitattu: 4.2.2021. <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/sahkolaitteiden-energiankulutus/>.

Vekara, A., 2021. Haastattelu. Ilmastointi Vekara Oy:n LVI-insinööriä Antti Vekaraa haastatteli 12.3.2021 Aino Rastas.

Virta, J. & Pylsy, P. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.

Virtanen, I., 2019. Palaveri/Esitys. Fortum SmartLiving-palvelusta esityksen pitivät Ismo Virtanen ym. 21.11.2019 etäyhteydellä Aino Rastalle.

Ympäristöministeriö, 2002. D2 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003.

## KULUTUSSEURANTARAPORTTI

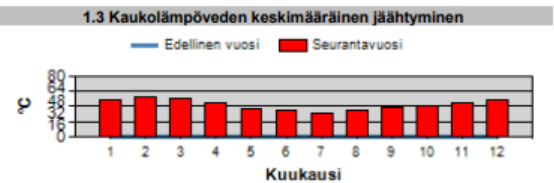
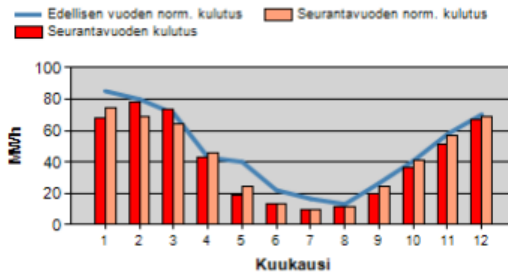
Aikaväli 1-12/2018  
Raportin päivämäärä 03.07.2019

## ASUNTO OY ESIMERKKI

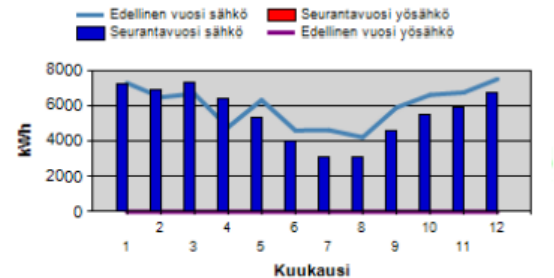
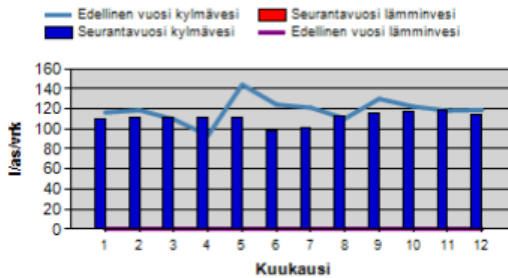
Esimerkkitie 1, 12345 HELSINKI

KIINTEISTÖNUMERO: 12345  
LÄMMITYSMUOTO: Kaukolämpö  
ILMANVAIHTOJÄRJ.: -  
KIINTEISTÖTYPPI: ASUINKERROSTALO  
RAKENNUSILAVUUS: 10500 m<sup>3</sup>  
RAKENNUSVUOSI: 1960  
ASUKKAITA: 68 (12/2018)

1.1 Lämpöenergian kuukausikulutukset MWh					1.2 Lämpöenergian vuosikulutus		
Ajanjakso	Toteutunut	Muutos	Normeerattu	Muutos	MWh	kWh/Rm <sup>3</sup>	
1-12/2018	490,6	-9,10 %	504,5	-11,10 %	490,6	46,73	
1-12/2017	539,9		567,6		539,9	51,42	
					Seurantavuoden arv. norm. kulutus ja lämpöind.	504,5 48,04	
					Edellisen vuoden norm. kulutus ja lämpöindeksi	567,6 54,06	
					Paikkakunnan vastaavien kiint. keskim. norm. kulutus	587,1 55,91	
					Vastaavien kiinteistöjen lämpöindeksien vaihtelurajat	47.74-64.08 kWh/Rm <sup>3</sup>	



2.1 Veden kuukausikulutukset			3.1 Sähkön kuukausikulutukset		
Ajanjakso	m <sup>3</sup>	Muutos	Ajanjakso	MWh	Muutos
1-12/2018	2752,5	-4 %	1-12/2018	66,2	-7,80 %
1-12/2017	2865,8		1-12/2017	71,7	



2.2 Veden vuosikulutus				3.2 Sähkön vuosikulutus			
	m <sup>3</sup>	l/as/vrk	l/Rm <sup>3</sup>	MWh	kWh/Rm <sup>3</sup>		
Seurantavuoden arvioitu kulutus	2752,5	110,9	262,14	66,2	6,3		
Edellisen vuoden kulutus	2865,8	118,9	272,94	71,7	6,83		
Vast.kiint. keskim. kulutus	4515	165,06		Vast. kiint. keskim. kulutus	36,3 3,46		
Vast.kiint.kulutuksien vaihtelurajat	136.37 - 193.75	l/as/vrk		Vast. kiint. kulutuksien keskirajat	2.05 - 4.88 kWh/Rm <sup>3</sup>		

HUOMAUTUKSET			
MUISTILAPPU			
Alkupvm	Loppupvm	Käyttäjä	Huomio