



# **ENERGIANKULUTUSTEN VERTAILU PIENTALOISSA**

Samu-Pekka Jokitalo

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014  
Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Sähköinen talotekniikka

JOKITALO, SAMU-PEKKA:  
Energiankulutusten vertailu pientaloissa

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Huhtikuu 2014

---

Tämä opinnäytetyö on osa Vuores-hanketta, jossa tutkittiin Tampereen Vuoreksen pientaloalueen viidentoista matalaenergiatalon energiankulutusta. Hankkeessa ovat mukana Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen kaupunki, Ekokumppanit Oy ja ECO2-hanke. Tässä työssä selvitettiin ja analysoitiin kohteiden kokonais- ja huippukulutuksia sekä vuosikulutuksia kuukausitasolla. Lisäksi vertailtiin eri kohteiden kulutuksia keskenään talvi- ja kesäviikon osalta.

Työn tavoitteena oli vertailla ja analysoida omakotitalojen kulutuksia ja sitä, mistä erot ja suuret kulutukset voisivat johtua. Sähkölaitokselta saaduista tuntikohtaisista kulutuksista tehtiin erilaisia kuvaajia, joista arvioitiin kulutuksen aiheuttajia, sekä vertailtiin eri kohteiden kulutuksia keskenään. Lisäksi työn tavoitteena oli selvittää kohteiden huippukulutusten ajankohta ja suuruus.

Työn analyysien ja tulosten perusteella voidaan todeta, että kulutuserot ja suuret kulutukset aiheutuvat käyttötottumuksista, säästöistä ja lisääntyvistä sähkölaitteista. Käyttötottumukset vaikuttavat enemmän kokonaiskulutukseen kuin yksittäisen laitteen kulutus, kun taas huippukulutuksiin vaikuttavat lähes poikkeuksetta vain yksittäiset suuritehoiset laitteet. Mitä erilaisempia kohteet ovat, sitä suurempi on myös niiden energiankulutusten jakaantuminen. Erilaisten laitteiden, kuten poreammeiden ja sulanapitojen yleistyminen näkyy kulutuksien kasvussa. Yksittäisen kohteen huippukulutus voi ajoittua mihin vuodenaikaan vain, yleensä kuitenkin lämmityskaudelle, kun taas kohteiden yhteinen huippukulutus ajoittuu vuoden kylmimpään hetkeen.

---

Asiasanat: energiankulutus, huippukulutus, passiivienergiatalo, matalaenergiatalo, pientalo

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Building Services

**SAMU-PEKKA JOKITALO:**  
Comparing the Energy Consumption in Single-family Houses

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 1 page  
April 2014

---

This thesis is part of the Vuores project that studied the energy consumption of fifteen low-energy houses in Vuores residential area in Tampere. This study investigated and analysed the total, peak and annual energy consumption of the houses on a monthly basis. In addition, the consumption of different houses was compared with each other between the winter and summer weeks.

The goal of this study was to compare and analyse the energy consumption in single-family houses and to find out reasons for differences and big consumption figures. The figures of hourly consumption received from Tampereen Sähkölaitos (Tampere Electricity Works) were used to make different types of graphs, which helped to consider the causes of consumption, and compare the consumption of different target houses.

Based on the results and the analysis, a conclusion can be drawn that the big differences in consumption as well as high consumption are due to usage patterns, the adjustment of equipment, and the increasing number of electronic devices. The user habits affect the total consumption more than the consumption of a single device, while peak consumption is almost exclusively due to single high-power devices. The peak consumption in a single target may take place at any time of the year, though usually during the heating period, while the collective peak consumption takes place at the coldest time of the year.

---

Keywords: energy consumption, peak consumption, passive-energy houses, low-energy houses, single-family houses

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	HANKKEEN TAUSTATIETOJA .....	6
3	RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	7
3.1	Käyttötiedot ja -tottumukset .....	7
3.2	Lämmitysmuoto .....	11
3.3	Rakennuksen tyyppi.....	14
3.3.1	Matalaenergiatalo .....	14
3.3.2	Passiivitalo .....	15
3.3.3	Nollaenergiatalo .....	15
4	KOhteIDEN PERUSTIETOJA .....	17
5	ENERGIANKULUTUKSET .....	19
5.1	Kokonaiskulutukset .....	19
5.2	Huippukulutukset.....	20
5.2.1	Yksittäisten kohteiden huippukulutukset .....	23
5.3	Vuosikulutukset kuukausitasolla .....	29
5.4	Samantyyppisten kohteiden kulutukset .....	34
5.4.1	Talviwiikon kulutuskäyrät .....	34
5.4.2	Kesäwiikon kulutuskäyrät.....	40
5.5	Kulutuksien analyysia.....	45
5.5.1	Kohde C .....	46
5.5.2	Kohde D .....	46
5.5.3	Kohde E.....	47
5.5.4	Kohde H .....	47
5.5.5	Kohde J .....	48
5.5.6	Kohde L.....	48
5.5.7	Kohde M .....	48
5.5.8	Kohde N .....	49
6	YHTEENVETO .....	50
	LÄHTEET .....	52
	LIITTEET .....	53

## 1 JOHDANTO

Työ liittyy Vuores-hankkeeseen, jossa on mukana Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen kaupunki, Ekokumppanit Oy ja ECO2-hanke. Työn ensisijaisena tavoitteena on vertailla ja analysoida Tampereen Vuoreksen matalaenergia-asuinalueen samantyyppisten omakotitalojen kulutuksia ja sitä, mistä erot voisivat johtua. Vertailussa on mukana viisitoista omakotitaloa, mutta tässä työssä tarkastellaan tarkemmin kahdeksaa omakotitaloa; kahta maalämpökohdetta, kahta sähkölämmityskohdetta, kahta kaukolämpökohdetta, yhtä tulilattiakohdetta ja yhtä ilmanvaihtoon integroitua ilmalämpöpumppukohdetta. Kohteiden nimeäminen on tehty hankkeen kanssa yhteneväiseksi, jonka vuoksi tässä työssä kohteiden nimeäminen ei ole täysin looginen.

Kohteiden käyttötiedot ja -tottumukset selvitettiin käyttäjäkyselyiden ja erilaisten tutkimusten ja lähteiden perusteella. Kohteiden toteutuneet tuntitason energiankulutukset saatiin valtakirjalla energiayhtiöstä. Kohteista oli tarkoitus selvittää käyttötottumuksia myös mittauksilla. Mittaukset oli tarkoitus viedä kohteisiin jo alkusyksystä, mutta hankkeeseen parhaiten soveltuvien mittalaitteiden saatavuudesta johtuen mittaukset päästiin aloittamaan neljässä kohteessa vasta helmikuun aikana, joten tähän työhön ei ole otettu mittausten tuloksien vaikutuksia. Kulutuksissa ja vertailuissa ei ole huomioitu tarkkaa puusta saatavaa energiaa. Sen vaikutusta kulutuksiin on kuitenkin arvioitu takan ja puun käyttömäärien perusteella.

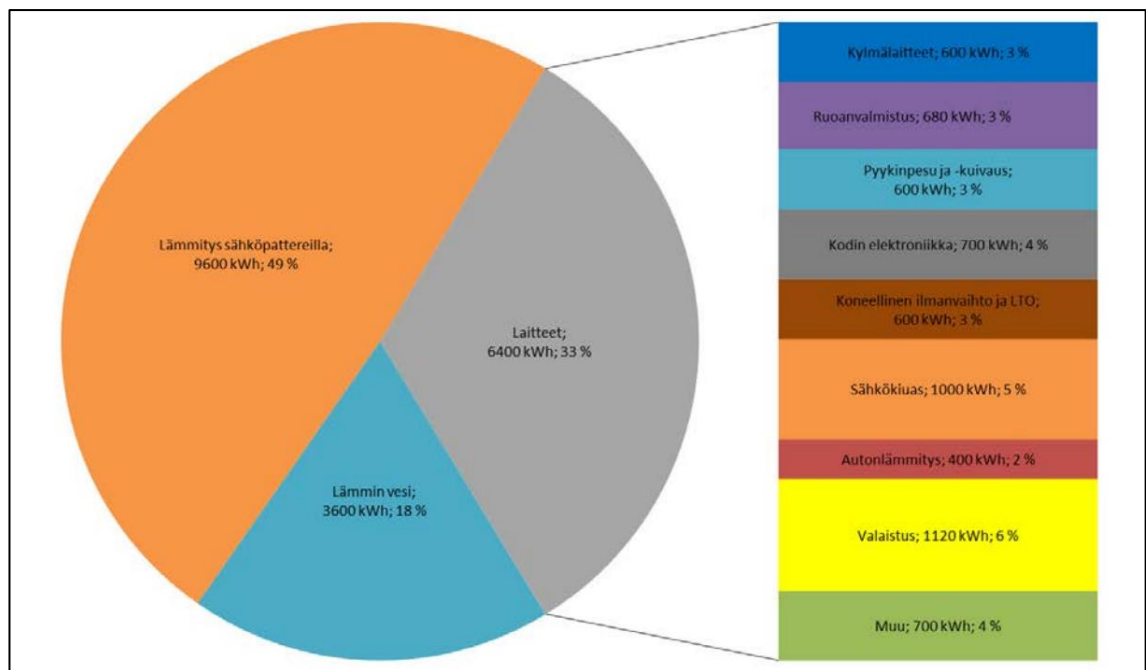
## 2 HANKKEEN TAUSTATIETOJA

Tämä työ on osa Tampereen ammattikorkeakoulun, Tampereen kaupungin, Ekokumppanit Oy:n ja ECO2-hankkeen tutkimusta. Työssä tutkittavat ja analysoidtavat kohteet on vuonna 2012 Tampereen Vuoreksen pientalokaava-alueelle rakennettuja matalaenergiamakotitaloja. Laadukas arkkitehtuuri, ekologisuus, huipputekniikka ja luonnonläheisyys yhdistyvät alueen suunnittelussa ja toteutuksessa, josta rakentuu moderni pikkukaupunki. Asukkailta on syksyllä 2012 kysytty halukkuutta osallistua tähän tutkimukseen. Asukkaiden kiinnostuksen myötä tutkimus lähti käyntiin. Tämän työn osalta hanke alkoi syksyllä 2013, jolloin opiskelijoille jaettiin kummikohteet. Tutkimus jatkuu tämän työn jälkeenkin, jolloin seuraavat opiskelijat jatkavat hanketta ainakin vuoden 2014 loppuun asti. Tutkimukseen on kaiken kaikkiaan ilmoittautunut viisitoista kohdetta.

Koko hankkeen tavoitteena on selvittää omakotitalojen laitteiden ja järjestelmien todelliset energiankulutukset, taloteknisten ratkaisujen toimivuus, käytettävyys, muunneltavuus ja huollontarve, sekä se, onko ratkaisuilla saavutettu ne olosuhteet ja ominaisuudet, joita käyttäjät ovat tavoitelleet. Kulutuksia vertaillaan energiaselvityksien laskelmiin ja tehdään analyysia, ohjaavatko laskentamenetelmät teknis-taloudellisesti toimiiviin ratkaisuihin. Lisäksi hankkeen tavoitteena on saada tietoa siitä, millaisia ratkaisuja pientaloissa on perusteltua tehdä energiatehokkuuden kannalta ja mitkä ovat niiden vaikutukset sisäilmaolosuhteisiin.

### 3 RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Rakennuksen energiankulutukseen vaikuttaa merkittävästi käyttötottumukset, lämmitysmuoto ja rakennuksen koko ja rakenne. Kaaviosta 1 nähdään, kuinka sähkölämmitteisen kotitalouden sähkönkulutus tyypillisesti jakaantuu. Noin puolet energiasta kuluu lämmitykseen, jolloin siinä on myös merkittävä säästöpotentiaali. Kaavio voi olla erilainen eri kohteissa. Valaistus, viihde-elektroniikka, pyykinpesukone, sähköliesi, kiuas yms. ovat kodin jokapäiväiseen käyttöön kuuluvia sähkölaitteita, joista aiheutuu reilu kolmannes koko energiankulutuksesta. Sähkölaitteiden, kuten digiboksien, taulutelevisioiden, kuivauskaappien ja -rumpujen lisääntyminen on kasvattanut energiankulutusta, vaikka laitteiden energiatehokkuus koko ajan paranee. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)



Kaavio 1. Energiankulutuksen jakautuminen, sähkölämmitteisessä neljän asukkaan, 120 m<sup>2</sup>:n kokoisessa omakotitalossa (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 42).

#### 3.1 Käyttötiedot ja -tottumukset

Energiatehokkailla käyttötottumuksilla ja ratkaisulla voidaan vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen, tinkimättä kuitenkaan turvallisuudesta tai mukavuudesta. Arkipäiväiset valinnat ja fiksu käyttö vähentää kulutusta reilusti. Usein energiatehokas käyttö voidaan hoitaa teknisesti, jolloin käyttäjä ei edes huomaa mitään poikkeavaa. Hyvä esi-

merkki on valaistuksen ohjauksessa; kun liikettä ei ole, liiketunnistin sammuttaa valot. (Energiansäästötietoa, 2014.)

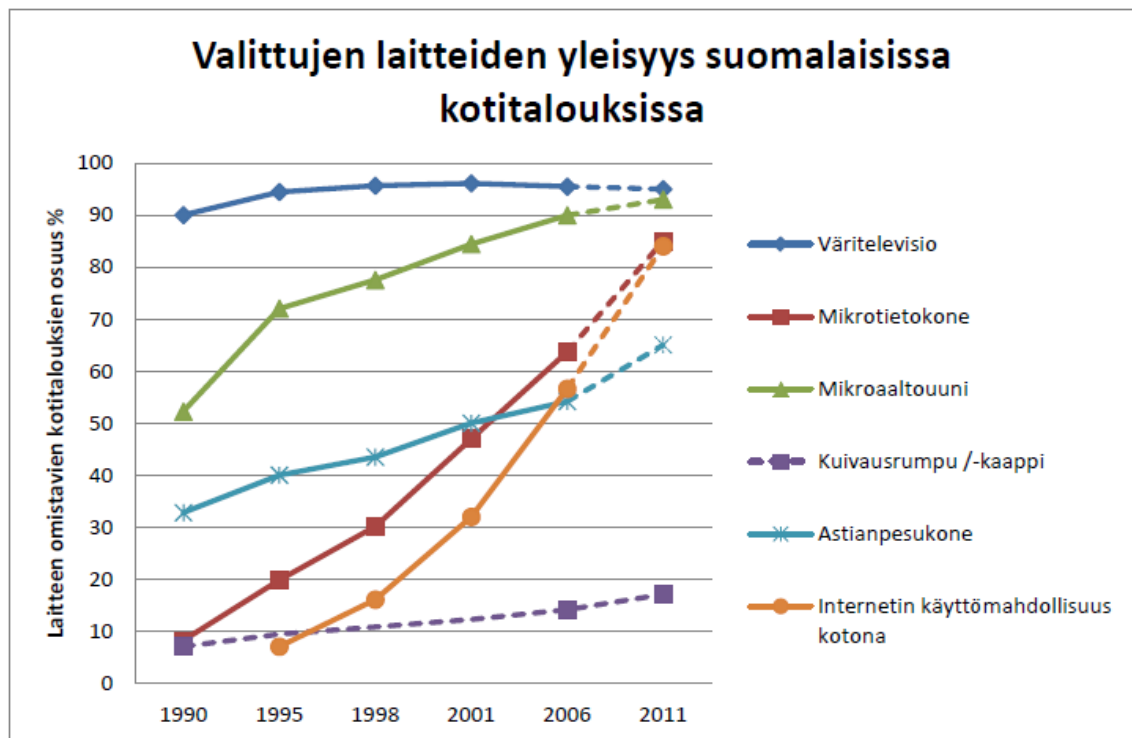
Valaistuksen sähkönkulutukseen vaikuttaa merkittävästi valaistuksen käyttötavat ja käytössä olevat lamput, eli se käytetäänkö hehku- ja halogeenilamppuja vai energiansäästölamppuja ja käytetäänkö valoja turhaan. Sammuttamalla valot tyhjillään olevista tiloista ja hyödyntämällä valaistuksen ohjauksessa esimerkiksi lähestymis-, hämärä- ja kellokytkimiä, voidaan energiankulutuksesta säästää tinkimättä kuitenkin turvallisuudesta ja viihtyisyydestä. (Kodin sähkölaitteet, 2014.). Kuten kaaviosta 1 nähdään, on valaistuksenkulutus laiteryhmistä suurin, jolloin siinä on myös eniten säästöpotentiaalia.

Viihde-elektroniikkalaitteet yleistyvät ja lukumäärä kasvaa koko ajan, jolloin niiden sähkönkulutuskin kasvaa. Kuvaajasta 1 nähdään, miten nopeasti eri laitteet yleistyvät kotitalouksissa. Yksittäisen laitteen sähkönkulutus voi olla pientä, mutta jos laitteita on useita, voi viihde-elektroniikan energiankulutus olla jo merkittävää. Laitteet kuluttavat myös valmiustilassa sähköä, josta kertyykin iso osa laitteen kulutuksesta. Viihde-elektroniikkalaitteet eivät kuulu energiamerkinnän piiriin, jolloin niiden energiatehokkuusvertailu on vaikeaa. Eri merkkisten laitteiden kulutukset voivat erota useita satoja kilowattitunteja, eli yhtä paljon kuin pyykinpesuun kuluu energiaa vuodessa. Nyrkisääntönä laitteita valittaessa energiatehokkuuden mukaan voidaan pitää, että mitä suurempi laite, sitä suurempi kulutus. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Energiatehokkuuden kannalta laitteiden valinnassa ja käytössä huomioitavia asioita:

- Kannettava tietokone kuluttaa merkittävästi vähemmän kuin pöytätietokone
- Mitä pienempi on TV:n ja tietokoneen näyttö, sitä pienempi kulutus
- Sammuta laitteet virtakytkimestä
- Käynnistä laitteet vasta, kun tarvitset niitä
- Käytä tietokoneissa virransäästöominaisuuksia
- Latauksen päätyttyä irrota latauslaite pistorasiasta
- Vertaile laitteiden energiankulutuksia. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)





Kuvaaja 1. Laitteiden yleisyys suomalaisissa kotitalouksissa (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 17).

Merkittävä osa kodin sähkönkulutuksesta voi koostua myös kylmäsäilytyslaitteista, ovathan ne päällä yötä päivää. Kylmälaitteet, kuten kaikki muutkin laitteet, kehittyvät koko ajan energiatehokkaammiksi, mutta energiatehokas laite ei yksin takaa säästöä. Laitteen käyttö ja sijoituspaikka vaikuttaa merkittävästi kylmälaitteen kulutukseen. Ah- taassa paikassa, jossa ilma ei pääse kunnolla kiertämään, voi kulutus lisääntyä jopa 60 prosenttia. Lähes kaikki myynnissä olevat kylmälaitteet kuuluvat vähintään energiate- hokkuusluokkiin A-B. Energiatehokkuusluokan asteikko on A-G. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Kylmälaitteen sijoitus- ja käyttövinkkejä energiatehokkuuden parantamiseen:

- Laitteen ympärille on jätettävä riittävästi ilmankiertotilaa valmistajan ohjeen mukaan.
- Sijoita kylmälaitteet erilleen lämpöä tuottavista laitteista, kuten astianpesuko- neesta ja liedestä.
- Jääkaapin suositeltava lämpötila on  $+5^{\circ}\text{C}$  ja pakastimen  $-18^{\circ}\text{C}$ . Jokainen alhai- sempi aste lisää kulutusta noin 5 %
- Pölykerros laitteen takana ja huurrekerros sisällä lisäävät kulutusta
- Käytä pakastuskytkintä vain, kun pakastat uusia tuotteita. Älä unohda sitä päälle

- Ennen ruuan laittamista jääkaappiin tai pakastimeen, jäädytä ja peitä ne. Se vähentää huurtumista ja sähkönkulutusta. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Ruoanvalmistukseen käytetyistä laitteista suuritehoisimpia ja sähkönkulutukseen eniten vaikuttavia ovat sähköliesi ja -uuni. Induktioliesi kuumentaa saman nestemäärän n. 30 prosenttia vähemmällä sähkönkulutuksella kuin perinteinen valurautalevy ja n. 20 prosenttia vähemmällä kuin keraaminen liesi. Sähkönkulutus on pienempi kiertoilmauunissa verrattuna perinteiseen uuniin, johtuen tehokkaasta ilmankierrosta ja alhaisemmista paistolämpötiloista. Uunin pitäminen 200 asteen lämpötilassa tunnin ajan vie saman verran energiaa, kuin uunin lämmittäminen 200 asteeseen. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Lieden ja uunin energiataloudellinen käyttö:

- Käytä keittolevyn kokoisia astioita
- Käytä kattiloissa/astioissa kansia
- Hyödynnä jälkilämpöä keittämisessä ja paistamisessa
- Säädä teho ajoissa pienemmälle
- Hyödynnä jo esilämmitys laittamalla ruoat jo lämpenevään uuniin
- Keitä ruuat vähässä vedessä
- Älä aukaise turhaan uunin luukkuja. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Pyykinpesun ja astianpesun energiatehokkuutta on vaikea paljon parantaa ja suuremmat säästöt saadaankin useammin pyykinkuivauksesta. Muutamia vinkkejä energiansäästöön astian- ja pyykinpesussa sekä pyykinkuivauksessa:

- Pese ja kuivaa vain täysiä koneellisia
- Valitse kone ja ohjelma, jossa on tehokas linkous, jolloin kuivatukseen kuluu vähemmän energiaa
- Narukuivatus on energiatehokkaampaa kuin koneellinen ja kuivaaminen ulkona energiatehokkaampaa kuin sisällä
- Älä kuivaa kuivausrummulla rutikuivaksi asti
- Kuivausrummun sähkönkulutus nousee, jos sen käyttötilassa on huono ilmanvaihto ja/tai lämpötila tilassa nousee. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Teholtaan ylivoimaisesti suurin kodin sähkölaitte on kiuas. Sauna kannattaa lämmittää koko perheelle samalla kertaa, koska kiukaan kulutuksesta yli puolet kuluu saunan esilämmitykseen ja loput lämmön ylläpitämiseen. Kulutukseen vaikuttaa myös saunojien

määrä, saunomistottumukset, saunan koko, eristys, pintamateriaalit ja erityisesti saunomislämpötila. Saunomiskertaa kohden kulutus on perinteisessä saunassa 6-10 kWh. Aina käyttövalmiissa kiukaassa kulutus voi olla jopa 2000 - 3000 kWh vuodessa. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

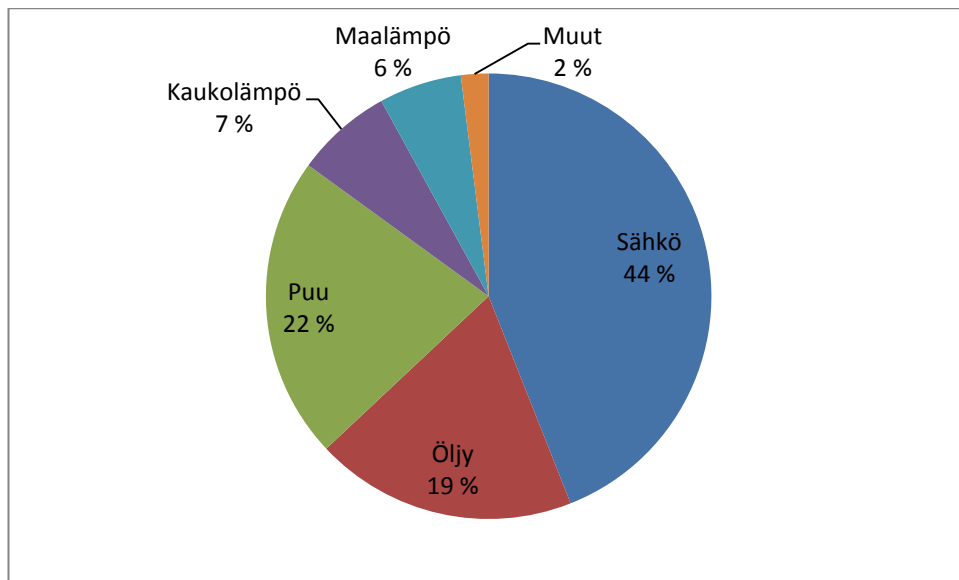
Noin kolmannes rakennuksen lämmittämiseen käytetystä energiasta voi poistua ilmanvaihdon kautta. Ilmanvaihtolaitteen säädöt vaikuttavatkin paljon sähkönkulutukseen. Merkittäviä säästöjä voidaan saada aikaan tarpeenmukaisilla säädöillä, esimerkiksi pienentämällä ilmanvaihtoa asunnosta poissa oltaessa. Lämpöä ei kannata myöskään kotona ollessa puhaltaa turhaan ulos, joten säätöjen kannattaa olla suositusten mukaiset. Tuloilman lämmitysasetukset on hyvä tarkistaa, koska on energiatehokkaampaa lämmittää talo päälämmitysjärjestelmällä ja pitää tuloilman esilämmitys vain käyttöohjeiden mukaisena. Jotta ilmanvaihtojärjestelmä toimisi energiatehokkaasti, on sitä myös huollettava säännöllisesti. Suodattimien yleisin suositusvaihtoväli on yksi vuosi ja kanavien nuohousväli kymmenen vuotta. (Kodin sähkölaitteet, 2014.)

Tutkimusten mukaan ihmisistä suurin osa on tyytyväisiä, kun huonelämpötila on 21 astetta oleskelutiloissa. Se on myös terveellinen ja energiataloudellinen lämpötila. Karkeana arviona lämpötilan vaikutuksesta lämmityskuluihin voidaan pitää sääntöä, että yhden asteen lämpötilan pudottaminen säästää lämmityskuluissa viisi prosenttia. (Sisälämpötila, 2014.)

### **3.2 Lämmitysmuoto**

Kuten kaaviosta 2 nähdään, on sähkölämmitys edelleen yleisin lämmitysmuoto pientaloissa. Sähkölämmitysmuodoista yleisin on suora sähkölämmitys, mutta erilaiset lämpöpumpuilla varustetut lämmitysmuodot ovat kasvattamassa suosiotaan sähkölämmityksen edelle. Esimerkiksi maalämmön osuus uudisrakentamisessa on jo lähes 30 %. (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 27.)

Erityisen hyvin sähkölämmitys sopii matalaenergiataloihin sen hyvän hyötysuhteen ja helpon säädettävyyden, sekä reagointinopeuden ansiosta. Esimerkiksi lämpötilan pudotus poissa ollessa on helppo tehdä sähkölämmitystaloihin. (Koti ja lämmitys, 2014.)



Kaavio 2. Lämmitysmuotojen jakaantuminen omakotitaloissa vuonna 2011 (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 27).

Säästöjen vuoksi lämpöpumpuilla varustetut lämmitystavat ovat yleistymässä. Maalämpöpumpulla lämmitykseen sähköä tarvitaan tyypillisesti vain kolmannes, poistoilmalämpöpumpulla puolet ja ilmalämpöpumpulla n. 70 prosenttia suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. (Koti ja lämmitys, 2014.)

Sähköiset mukavuuslattialämmitykset ovat yleistyneet rakennuksissa. Niiden tarkoitus ei ole tilojen lämmittäminen, vaan tilan lattian pitäminen miellyttävän lämpimänä. Muissa kuin sähkölämmityskohteissa näiden säädöissä onkin oltava tarkkana, ettei tällä mukavuuslattialämmityksellä lämmitetä tiloja, jos käytössä on edullisempi lämmitysmuoto. (Koti ja lämmitys, 2014.)

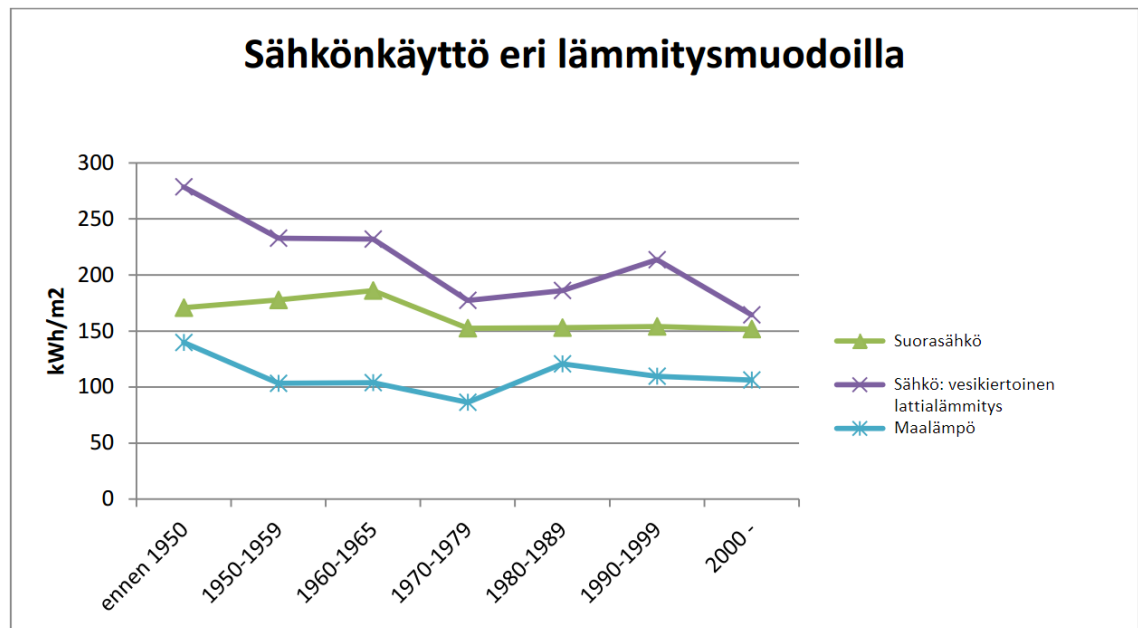
Maalämpöpumput toimivat sähköllä ja ne siirtävät maahan varastoituneen energian talon lämmitykseen. Niiden hyötysuhde ilmoitetaan lämpökertoimella eli COP-luvulla, joka on tuotetun energian suhde kulutettuun energiaan. Tavallisesti se on 2,0–3,0 eli kun lämpöpumppu ottaa sähköä yhden kilowattitunnin, saadaan energiaa 2,0–3,0 kilowattituntia eli 1,0–2,0 kilowattituntia ”ilmaista” energiaa. Hyötysuhde riippuu ulkolämpötilasta, laitteista/valmistajasta ja lämmönjakotavasta. Paras hyötysuhde on silloin, kun lämmönjakojärjestelmässä on alhainen lämpötila, kuten vesikiertoisessa lattialämmityksessä. Patteriverkossa kiertää korkeampi lämpötila, jolloin hyötysuhde on huonompi. (Koti ja lämmitys, 2014.)

Maalämpöratkaisuissa on myös käytännön toteutuksista johtuvia eroja kulutuksissa. Maalämpötaloissa neliökulutuksessa on hajonta suurempaa, kuin esimerkiksi sähkölämmitteisissä taloissa. Saving Trustin (2012) kenttämittauksissa on mitattu maa- ja ilmavesilämpöpumppujen systeemitehokkuutta. Systeemitehokkuudella tarkoitetaan COP-arvoa. Tutkimuksissa kävi ilmi, että suurimmat tehokkuusmenetykset liittyivät suunnitteluun ja mitoitukseen. Lämpöpumpun alimitoitus saattoi aiheuttaa jopa 1,5 yksikön menetyksen systeemitehokkuuteen. Muiden tekijöiden aiheuttamat tehokkuusmenetykset löytyvät taulukosta 3. (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 29.)

Taulukko 3. Lämpöpumppujen tehokkuusmenetykset (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 29).

<b>Aiheuttaja</b>	<b>Tehokkuusmenetys</b>
Lämpöpumpun alimitoitus	Jopa 1,5
Lämpökaivon alimitoitus	Jopa 0,7
Varaajan alimitoitus	0,4
Huono eristys	0,3-0,6
Kiertovesipumppujen määrän ylimitoitus	0,1-0,3
Liian korkea menoveden lämpötila	0,2-0,4
Kiertovesipumppujen jatkuva käyttö	0,1-0,3

Kotitalouksien sähkönkäyttöraportin mukaan kuvaajasta 2 nähdään, että vesikiertoisen sähkölämmitystalon sähkönkulutus on systemaattisesti suurempi kuin suorasähkölämmitystalon. Vesikiertoisissa sähkölämmitystaloissa käytetään puuta arviolta noin 60 % vähemmän kuin suorasähkölämmitteisessä talossa ja lisäksi suora sähkölämmitys säätyy paremmin, jolloin muut lämpökuormat hyödyntyvät tehokkaammin. Nämä yhdessä selittävät suoransähkölämmitteisen ja vesikiertoisen sähkölämmitteisen talon kulutuseroja. (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 29.)



Kuvaaja 2. Sähkönkäyttö eri lämmitysmuodoilla (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 31).

Vesikiertoinen sähkölämmitys kuluttaa suunnilleen kaksi kertaa enemmän sähköä kuin maalämpö. Ero on pienempi kuin yleensä arvioidaan, koska on hyvä ottaa huomioon myös, että maalämpötalot ovat suurempia, kuin sähkölämmitteiset talot, niin pinta-alaltaan kuin asukasmäärältäänkin. (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 28)

### 3.3 Rakennuksen tyyppi

Tässä aluvuossa kerrotaan energiatehokkaista rakennustyypeistä, joita ovat matalaenergiatalo, passiivi- ja nollaenergiatalo. Näistä vain matalaenergiatalo on Suomen rakentamismääräyskokoelman vuoden 2010 D3:ssa määritelty. Passiivitalon on määritellyt VTT (Passiivitalon määritelmä, 2014).

#### 3.3.1 Matalaenergiatalo

Matalaenergiatalo kuluttaa selvästi vähemmän energiaa kuin normaalitalo. Rakentamismääräysten mukaan matalaenergiataloa suunniteltaessa tulee laskennallisten lämpöhäviöiden olla enintään 85 % rakennuksen vertailulämpöhäviöstä. Etelä-Suomessa matalaenergiatalo kuluttaa lämmitysenergiaa alle 60 kWh/brm<sup>2</sup> ja Pohjois-Suomessa alle

90 kWh/brm<sup>2</sup>, eli kilowattituntia per bruttoneliömetri. (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014.)

### 3.3.2 Passiivitalo

Kansainvälisen määritelmän mukaan passiivitalo ei tarvitse kuin 15 kWh/m<sup>2</sup> lämmitysenergiaa vuodessa, mutta Suomen olosuhteissa ei siihen vielä päästä kustannustehokkaasti. Taulukosta 4 löytyy suomalaisen passiivitalon kolme kriteeriä. Kokonaisprimäärienergia tarve tarkoittaa rakennuksen kaikkea tarvitsemaa energiaa energiamuodon mukaisella primäärienergiatarpeella painotettuna. (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014.)

Taulukko 4. Passiivitalon kriteerit (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014).

	Etelä-Suomi	Keski-Suomi	Pohjois-Suomi
Lämmitysenergian tarve (kWh/m <sup>2</sup> a)	≤ 20	≤ 25	≤ 30
Kokonaisprimäärienergiantarve (kWh/m <sup>2</sup> a)	≤ 130	≤ 135	≤ 140
Ilmanvuoto luku n <sub>50</sub>	≤ 0,6 l/h		

### 3.3.3 Nollaenergiatalo

Nollaenergiatalo tuottaa vuositasolla saman verran uusiutuvaa energiaa kuin kuluttaa uusiutumaton energiaa. Suomen olosuhteissa matalaenergia- ja passiivitalot ovat kuitenkin vielä teknisesti ja kustannusten kannalta kannattavampia. (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014.)

Energiatehokaskoti-sivusto antaa normi-, matalaenergia- ja passiivitaloille ohjearvoja muun muassa energiankulutuksista. Taulukosta 5 selviää energiatehokaskoti-sivuston ohjeelliset kulutukset eri talotyypeille. (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014.)

Taulukko 5. Ohjeelliset energiankulutukset eri talotyypeille (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014).

Energiankulutus	Normitalo 2008	Normitalo 2010	Matalaenergiatalo	Passiivitalo
Huoneilojen lämmitys (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	125-150	100-110	26-50	15-25
Lämmin käyttövesi (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	30	30	20-25	20-25
Laitesähkö (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	25-35	25-35	30-35	25-35
Energiatodistuluokka	C-D	B	A	A
Kokonaisenergiankulutus kWh/m <sup>2</sup>	180-215	160-175	78-115	60-86



## 4 KOHTEIDEN PERUSTIETOJA

Suurin osa tässä työssä analysoitavista kohteista on passiivikivitaloja. Taulukoista 1 ja 2 selviää kohteiden perustiedot ja tiedot, jotka oleellisesti vaikuttavat energiankulutukseen. Liitteestä 1 löytyy sama taulukko kokonaisuena. Esitetyt tiedot on koottu kuvista, kohdekäynneiltä ja asukkailta itseltään. U-arvoja ei ole otettu tässä työssä huomioon. Ne ovat näissä kohteissa niin samaa luokkaa, että niistä johtuvat erot ovat hyvin pieniä. Suurin ero löytyy alapohjan U-arvoista ja niissäkin suurin arvo on 0,16 ja pienin 0,08.

Taulukon rivi ”Energiatavoite” tarkoittaa energialuokan tavoitetta. Riviltä ”LTO  $\eta$ ” selviää lämmöntalteenoton hyötysuhde. Riviltä ”Kiuas/käyttö” selviää onko kiuas puu- vai sähkölämmitteinen, mikä on saunomiskertojen määrä ja yhden saunomiskerran pituus. Jos kiuas on hybridikiuas, mutta lämmitetään suurimmaksi osaksi puulla, niin kiukaan kohdalla on merkintä ”puu”. Rivi ”Takka/käyttö” kertoo, onko talossa takka ja paljonko sitä käytetään. Takan ja autolämmityksen käyttömäärät ovat lämmityskaudelta, eli ne eivät ole koko vuoden aikainen keskiarvo.

Taulukko 1. Kohteiden A-H perustiedot.

Kohde	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Lämmitystapa</b>	Poistoilmalämpö	Maalämpö	Sähkö	Kaukolämpö	Sähkö	Takka	Takka	Maalämpö
<b>Koko (m<sup>2</sup>)</b>	150,0	215,1	136,0	147,0	119,0	173,4	242,0	390,2
<b>Runkomat.</b>	Puu	Puu	Puu	Kivi	Puu	Puu	Kivi	Kivi
<b>Tiiveys</b>	0,60	0,36	1,10	Ei tietoa	0,60	0,21	0,60	0,80
<b>Energiatavoite</b>	Nollaenergia	Energialuokka A	Matalaenergia	Energialuokka A	Passiivenergia	Passiivenergia	Passiivenergia	Energialuokka A
<b>LTO <math>\eta</math></b>	90	70	83	min.45	78	90	90	70
<b>Henkilöt</b>	4	3	4	2	2	Ei tietoa	3+1	4
<b>Kiuas/ käyttö</b>	Puu/Ei tietoa	Sähkö/3-4 krt/vk, 1,1h/krt	Sähkö/1-2 krt/vk	Sähkö/Ei tietoa	Sähkö/Ei tietoa	Puu/Ei tietoa	Puu/1-2 krt/vk, 2h/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 2h/krt
<b>Takka/ käyttö</b>	Ei tietoa käytöstä	Ei juurikaan	1-2 krt/vk	Ei juurikaan	3-4 krt/vk	Ei tietoa käytöstä	3-4 krt/vk	alle 1 krt/vk
<b>Muu lämmitys</b>	Paneelit ja keräimet, Härmä- air: kiuas ja takka		Ilmanvaihtoon integroitu ILP		ILP	Savumax:kiuas, takka, keräimet,	Tulilattia Oy: Takka ja Aurinkokeräimet	
<b>Suuritehoiset laitteet</b>		6 kW vastus tuloilman esiläm.		Rännilämmitykset			Sisäporeamme; kerran kuussa, autonläm.; sisätilanläm. lähes joka päivä	Aina lämmin ulkoporeamme: 1krt/2vk, autonläm.; sisätilanläm. 4-5 krt/vk
<b>Huomiot</b>	Alussa ainakin ollut säätö ongelmia	Jäähdytys maapiiristä		Autotalli ollut tarpeettoman lämmin.	Päivällä 17-18 astetta, IVK:een vuorokausiohj. Pienentää ilmanvaihtoa arkipäiviksi	Tuloilman esilämmitys maapiirillä		Jäähdytys maapiiristä. Lämmityksen säädössä ollut ongelmia.

Taulukko 2. Kohteiden I-O perustiedot.

Kohde	I	J	K	L	M	N	O
<b>Lämmitystapa</b>	Kaukolämpö	Ilmalämpö	Ilmavesilämpö	Takka	Kaukolämpö	Maalämpö	Sähkö
<b>Koko (m<sup>2</sup>)</b>	147,0	164,0	163,6	183,0	147,0	136,0	232,0
<b>Runkomat.</b>	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Puu
<b>Tiiveys</b>	Ei tietoa	0,50	0,29	0,40	Ei tietoa	0,60	0,60
<b>Energiatavoite</b>	Energialuokka A	Passiivenergia	Passiivenergia	Passiivenergia	Energialuokka A	Energialuokka A	Passiivenergia
<b>LTO <math>\eta</math></b>	min.45	75	84	88	min.45	81	Ei tietoa
<b>Henkilöt</b>	3	8	2	4	4	2	2
<b>Kiuas/ käyttö</b>	Sähkö/1-2 krt/vk, 2h/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 1h/krt	Sähkö/1-2 krt/vk, 0,4h/krt	Sähkö/2-3 krt/vk	Sähkö/alle 1 krt/vk, 1,5h/krt	Sähkö/3-4 krt/vk, 2,5h/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 2h/krt
<b>Takka/ käyttö</b>	1-2 krt/vk	1-2 krt/vk	Kerran kuussa	3m <sup>3</sup> puuta/vuosi	Kerran kuussa	Ei ole	alle 1 krt/vk
<b>Muu lämmitys</b>		Aurinkokeräimet+ 3kW vastus LVV:ssa	PILP	Tulilattia Oy: Takka ja Aurinkokeräimet	PILP		Aurinkokeräimet
<b>Suuritehoiset laitteet</b>	Rännilämmitykset, autonläm.; alle 1krt/vk	Autonläm.; alle 1krt/vk	Rännilämmitys 1,25kW	Ulkoporeamme, terassilämmit- timet 3x1kW	Ränni- lämmitykset, autonläm.; sisätilanläm. alle 1krt/vk	Sulanapitoja n.3,4kW, Autonläm.; sitätilan läm. alle 1krt/vk	Sisäporeamme; kerran kuussa, autonläm.; sisätilanläm. 4-5 krt/vk
<b>Huomiot</b>	Autotalli ollut tarpeettoman lämmin. Rännilämmitysten säädoissä ollut ongelmia	Säädoissä ollut ongelmia	Jäähdytys PILP, lämmityksen säädoissä ollut ongelmia	Tuloilman esilämmitys maapiirillä. Lämmityksen säädoissä ollut ongelmia	Jäähdytys PILP, lämmityksen ja rännilämmitysten säädoissä ollut ongelmia, talli tarpeettoman lämmin, ikkunoihin kertyy jäätä	Jäähdytys maapiiristä, lämmönjako epätasainen	säädojä tekemättä

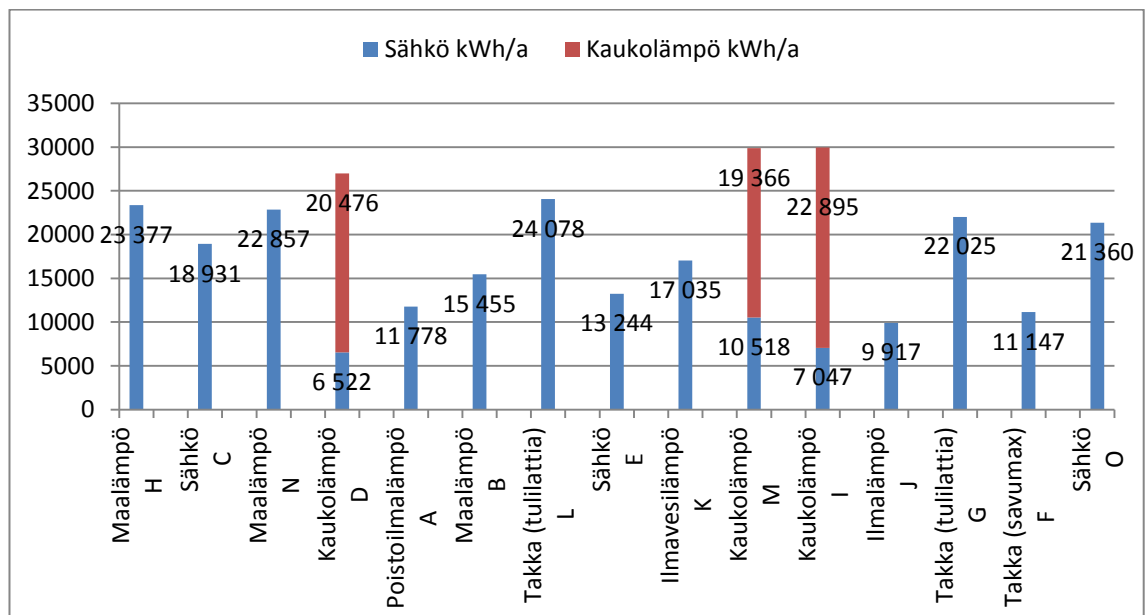
Kuten taulukosta nähdään, on esimerkiksi poreammeiden määrä kasvanut pientaloissa, mikä varmasti näkyy myös energiankulutuksissa. Tummennetut kohteet ovat niitä, joita tässä työssä tarkastellaan tarkemmin. Kaikista kohteista on esitettyä ainakin vuoden 2013 kokonaiskulutukset ja neliöihin perustuvat kulutukset sekä huippukulutuksen ajankohta ja suuruus. Tummennetuista on esitettyä lisäksi huippu- ja kuukausikohtaiset kulutukset, sekä vertailtu kulutuksia samantyyppisten kohteiden välillä.

## 5 ENERGIANKULUTUKSET

Tässä luvussa on kohteiden energiankulutuksista tehtyjä erilaisia kuvaajia ja taulukoita. Kokonaiskulutukset ja neliöihin perustuvat kulutukset ovat kaikista kohteista kootusti kuvaajissa 3 ja 4. Kohteiden yhteinen huippukulutus on esitettyä kuvaajissa 5 ja 6. Yksittäisten kohteiden huippukulutukset ovat esitettyinä kohteista C, D, E, H, J, K, L, M ja N. Kohde K ei kuulu tämän työn tarkemmin tarkasteltuihin kohteisiin, mutta kohteen huippukulutusta tarkastellaan, koska se on ainut kohde, missä huippukulutuksessa näkyy selkeästi ulkolämpötilan vaikutus. Tässä luvussa on lisäksi esitettyä kohteiden kuukausittaiset kuvaajat, sekä vertailtu samantyyppisten kohteiden kulutuksia keskenään.

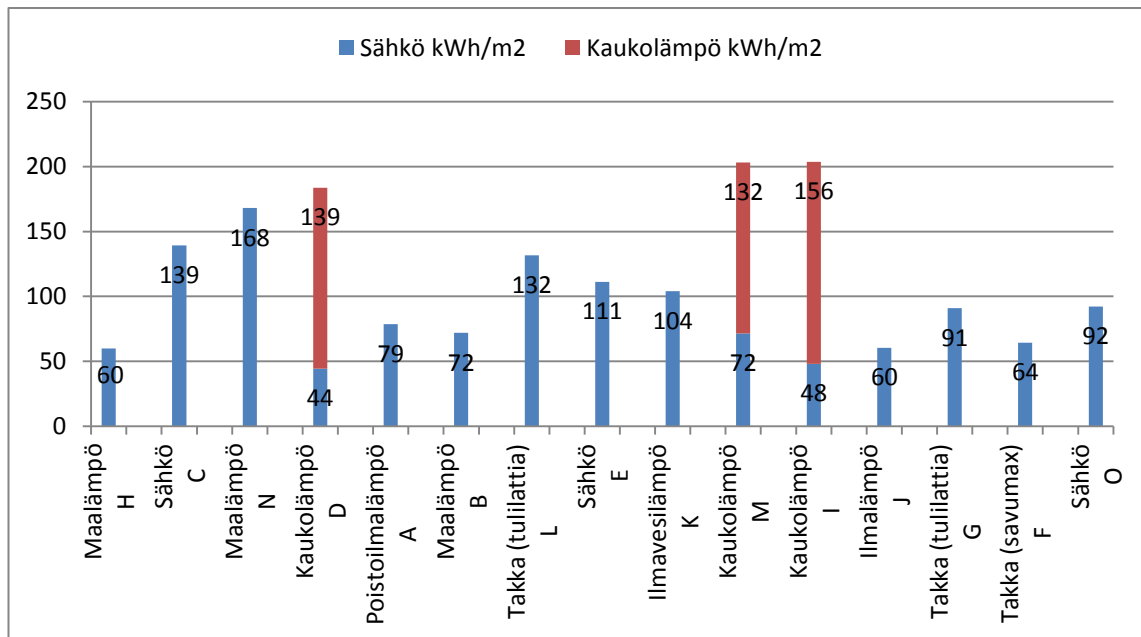
### 5.1 Kokonaiskulutukset

Kohteiden kaikki kulutukset ovat vuoden 2013 tuntitason energiankulutuksia. Kuvaajassa 3 on kootusti kaikkien kohteiden sähkön ja kaukolämmön kokonaiskulutukset. Tästä nähdään, että kohteiden kulutukset jakaantuvat 10 000-30 000 kWh:n väliin, mikä on aika iso haarukka, kun vertailee kohteiden perustietoja.



Kuvaaja 3. Kohteiden kokonaiskulutukset kWh/a.

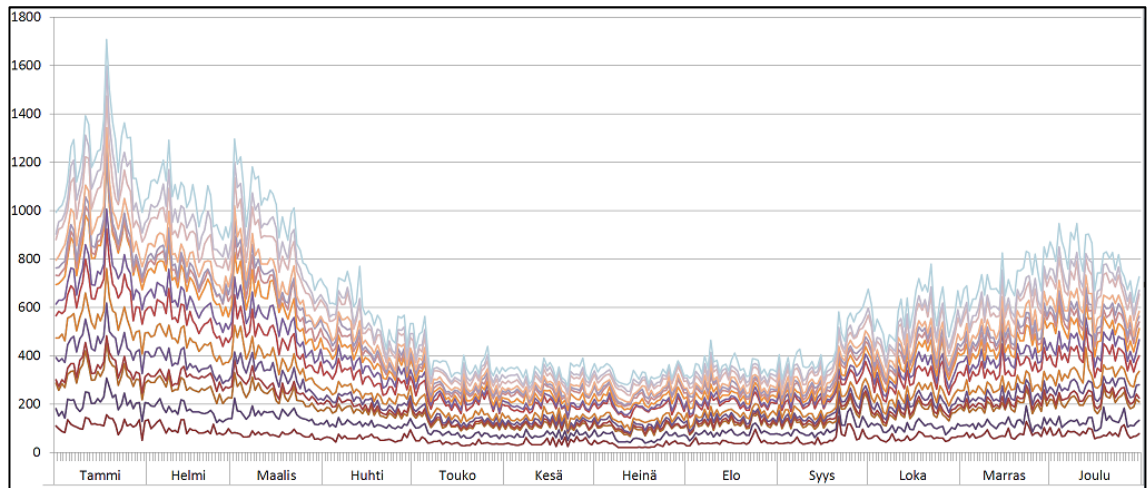
Kuvaajassa 4 on taas kaikkien kohteiden kulutukset suhteutettuna pinta-alaan. Kuvaajasta näkyy helpommin, mikä kohde kuluttaa merkittävästi enemmän energiaa. Kaukolämpöaloissa neliökulutus on noin  $200 \text{ kWh/m}^2$ , joka on noin kolminkertainen esimerkiksi passiivitalon ohjeelliseen kulutukseen verrattuna (Matalaenergiatalojen määritelmät, 2014). Kulutus ei kasva samassa suhteessa pinta-alan kanssa, koska laitekulutus ei muutu kovinkaan paljon pinta-alan suhteen, paitsi valaistuksen osalta. Sen takia esimerkiksi kohteen H neliökulutus on pieni, koska sen koko on lähes 400 neliötä.



Kuvaaja 4. Kohteiden vuosikulutukset kWh/m<sup>2</sup>.

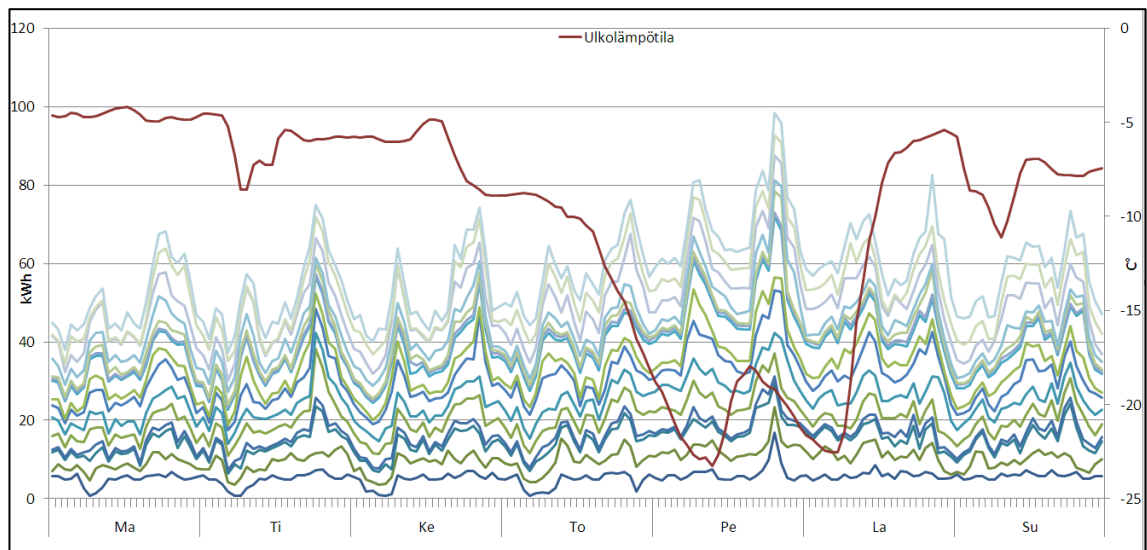
## 5.2 Huippukulutukset

Kuvaajassa 5 on esitettyä päivätasolla, miten kaikkien kohteiden kulutukset jakaantuvat vuodenajan mukaan. Kuten kuvaajasta nähdään, kohteiden yhteinen suurin kulutus ajoittuu vuoden kylmimpään hetkeen, vaikka yksittäisiä kohteita tarkastellessa niiden huippukulutukset jakaantuvat pitkin vuotta, pääosin toki talvikaudelle.



Kuvaaja 5. Kohteiden kulutukset summattuna vuositasolla.

Kuvaajassa 6 on esitettyä kaikkien kohteiden yhteinen huippukulutus viikon ajalta (14–20.1.2013). Suurimman huipun kohdalla ulkolämpötila on noin  $-20\text{ C}^{\circ}$ . Tästä kuvaajasta nähdään myös, että huippukulutukset ajoittuvat lähes samaan aikaan, eikä vuorottelua juurikaan esiinny. Huippukulutus on ollut perjantai-iltana, jolloin myös saunat ovat varmasti monessa kohteessa olleet päällä, mikä osaltaan selittää huippua ja vuorottelemattomuutta.



Kuvaaja 6. Kohteiden summattu huippukulutus. 14–20.1.2013

Taulukosta 6 selviää kaikkien kohteiden huippukulutukset ja niiden ajankohdat sekä ST-kortin 13.31 ”rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen” mukainen laskennallinen liittymäkoko. Taulukosta selviää lisäksi kohteiden nykyiset pääsulakekoot. Liittymä 3x25A kestää noin 17 kW ja 3x35A noin 24 kW. ST-kortin laskentakaavan

”A” tarkoittaa laskettavan kohteen lämmitettyä pinta-alaa. Kaikki huippukulutukset ajoittuvat loppuviikkoon ja iltoihin, suurin osa perjantai- tai lauantai-iltaan.

Taulukko 6. Kohteiden huippukulutukset, niiden ajankohta ja ST-kortin 13.31 laskenta kaavan mukainen liittymäkoon mitoitus, sekä pääsulakkeet.

				Sähkölämmitys, vesi lämmitetään jatkuvana, $P=7,5+64*A/1000$	Sähkölämmitys, vesi lämmitetään yöllä, $P=7,5+49*A/1000$	Lämmitysmuoto joku muu kuin sähkö $P=7,5+26*A/1000$	
Kohde	Lämmitys	Ajankohta	Huippu, kWh	ST 13.31, kW	ST 13.31, kW	ST 13.31, kW	Pääsulak- keet, A
A	Poistoilmalämpö	Ke 20.11	14,6	17,1	14,9	11,4	25
B	Maalämpö	La 5.1	14,3	21,3	18,0	13,1	25
C	Sähkö	To 19.12	13,7	16,2	14,2	11,0	25
D	Kaukolämpö	Pe 15.11	7,5	16,9	14,7	11,3	25
E	Sähkö	Su 17.11	11,3	15,1	13,3	10,6	25
F	Takka	Ke 6.3	12,8	18,6	16,0	12,0	25
G	Takka	Ke 2.1	13,6	23,0	19,4	13,8	25
H	Maalämpö	La 24.8	18,3	32,5	26,6	17,6	35
I	Kaukolämpö	Pe 1.3	9,8	16,9	14,7	11,3	25
J	Ilmalämpö	La 2.3	11,9	18,0	15,5	11,8	25
K	Ilmavesilämpö	Pe 18.1	15,6	18,0	15,5	11,8	25
L	Takka	Pe 8.2	18,0	19,2	16,5	12,3	25
M	Kaukolämpö	To 21.3	9,0	16,9	14,7	11,3	25
N	Maalämpö	Pe 11.10	15,5	16,2	14,2	11,0	25
O	Sähkö	La 19.1	15,7	22,3	18,9	13,5	25

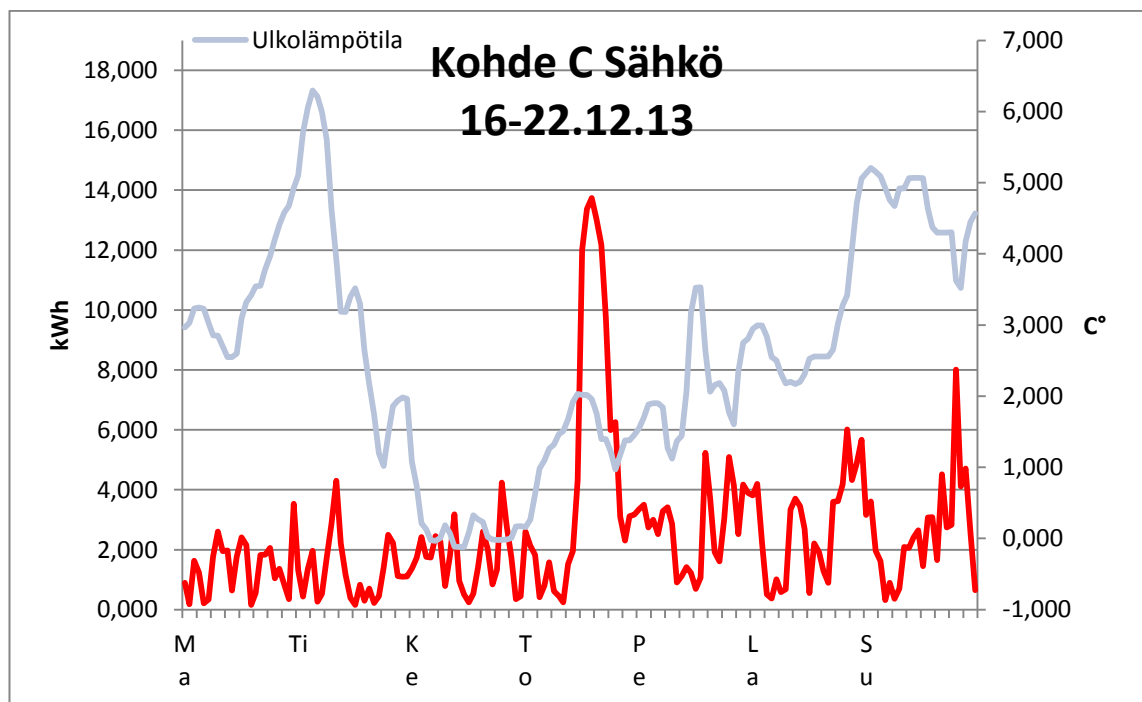
Huippukulutuksista nähdään, että ST-kortin mukainen liittymän mitoitus ei vastaa joka tilanteessa todellisia huipputehoja. Esimerkiksi sähkölämmitteisen 232 neliöisen talon (kohde O) huipputehoksi tulisi ST-kortin mukaan 22,3 kW, kun käyttövetä lämmitetään jatkuvasti. Vaikka käyttövesi lämmitettäisiin yöllä, tulee laskennalliseksi huipputehoksi silti 18,9 kW. Laskelmien mukaan liittymäkooksi tulisi siis 3x35 A, mutta esimerkiksi kyseisessä kohteessa todellinen huippu tunnin ajalta on ollut vain 15,7 kW. (Finni E, Hietaniemi J, Karppinen R, 2001, 12.) Toki hetkellinen piikki on voinut olla suurempi, mutta pääsulakkeet kestävät noin tunnin ajan 1,6-kertaisen virran nimellisvirtaan nähden (Tiainen E, 2012, 133).

Kun lämmitysmuoto on jokin muu kuin sähkö, antaa ST-kortin kaava esimerkiksi tulli-  
lattia Oy:n takkalämmitteisen 183 neliöisen talon huipputehoksi 12,3 kW, kun todellinen tunnin huipputeho on ollut 18 kW. Toki kohteen huipputeho voitaisiin laskea myös sähkölämmitteisen omakotitalon kaavalla, koska siellä on varalla sähkövastukset, jolloin huipputehoksi tulisi 19,2 kW. (Finni E, Hietaniemi J, Karppinen R, 2001, 12.)

### 5.2.1 Yksittäisten kohteiden huippukulutukset

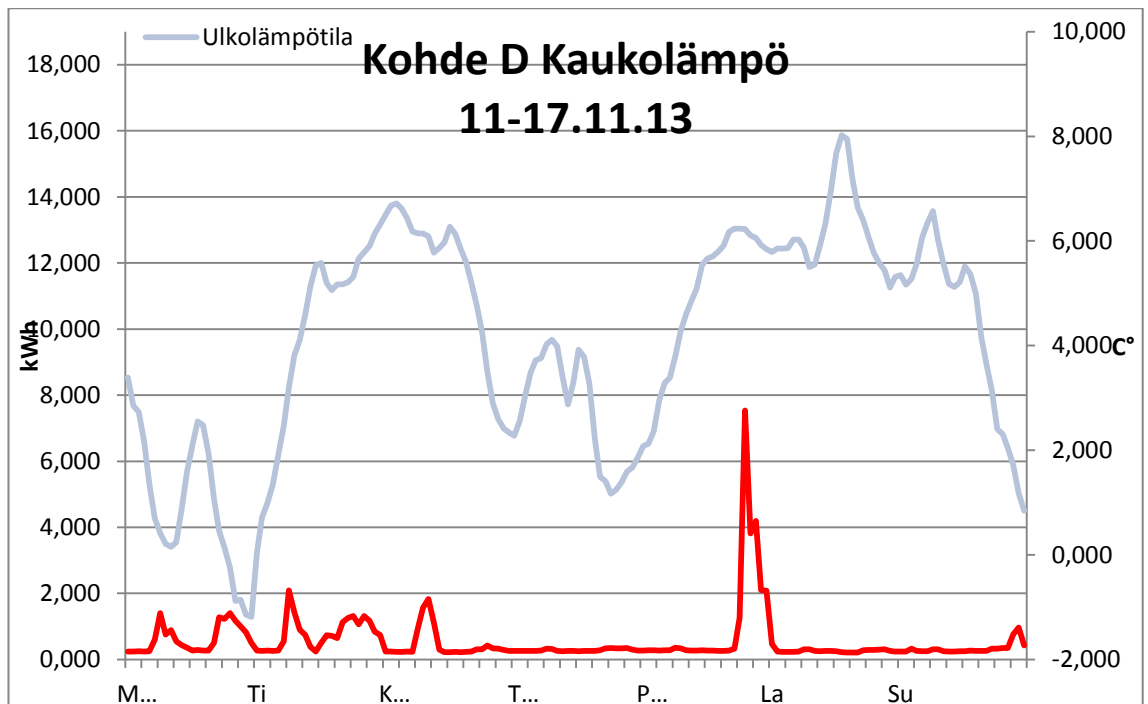
Kohteiden huippukulutukset ajoittuvat hyvin laajalle ajalle pitkin vuotta, mutta pääosin talvelle. Vain muutamassa kohteessa huippu ajoittuu kylmimpään aikaan. Kuvaajista 7-15 selviää tässä työssä tarkemmin tarkasteltujen kohteiden huippukulutusten ajankohta, suuruus ja kyseisen viikon kulutus, sekä Tampereen keskilämpötila.

Sähkölämmitteisen kohteen C huippukulutus ajoittuu joulukuun loppupuolelle, torstai-iltapäivään. Kuten kuvaajasta 7 nähdään, on silloin ulkolämpötila ollut pari astetta plussan puolella, jolloin huippu ei ole ollut pelkästään lämmityksestä johtuvaa, vaan todennäköisesti huipun aiheuttaja on ollut kiuas.



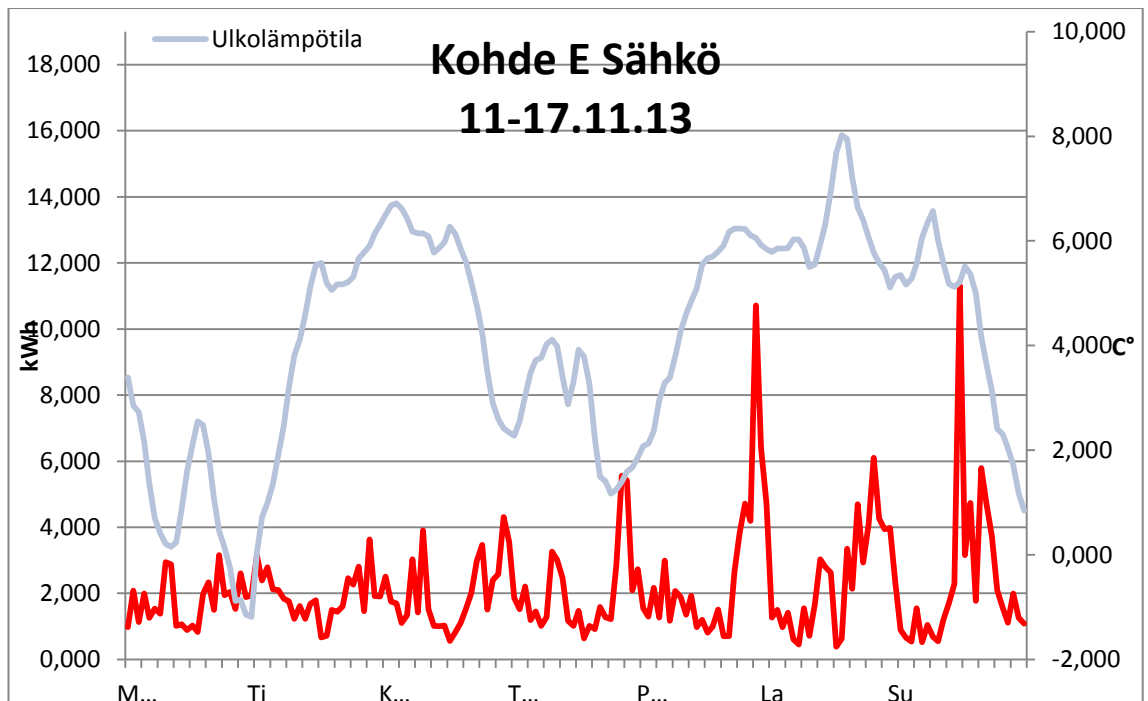
Kuvaaja 7. Kohteen C huippukulutus, 19.12.2013.

Kaukolämpökohteen D ja sähkölämmitteisen kohteen E huippukulutukset ajoittuvat marraskuun samalle viikolle. Kohteen D huippukulutus perjantai-iltaan ja kohteen E sunnuntai-päivään. Kuten kuvaajista 8 ja 9 nähdään, on silloin ulkolämpötila ollut pari astetta plussan puolella, jolloin kylmä sää ei ole ollut piikin aiheuttaja. Kuvaajasta 8 nähdään myös, että asukkaat ovat todennäköisesti muuten olleet poissa kotoa, paitsi tuon huipun aikana, joka on todennäköisesti saunan aiheuttamaa.



Kuvaaja 8. Kohteen D sähkön huippukulutus, 15.11.2013.

Kohteen E toiseksi suurin huippukulutus ajoittuu saman viikon perjantai-iltaan. Todennäköisesti ainakin perjantai-illan piikki on pääosin kiukaan aiheuttamaa.

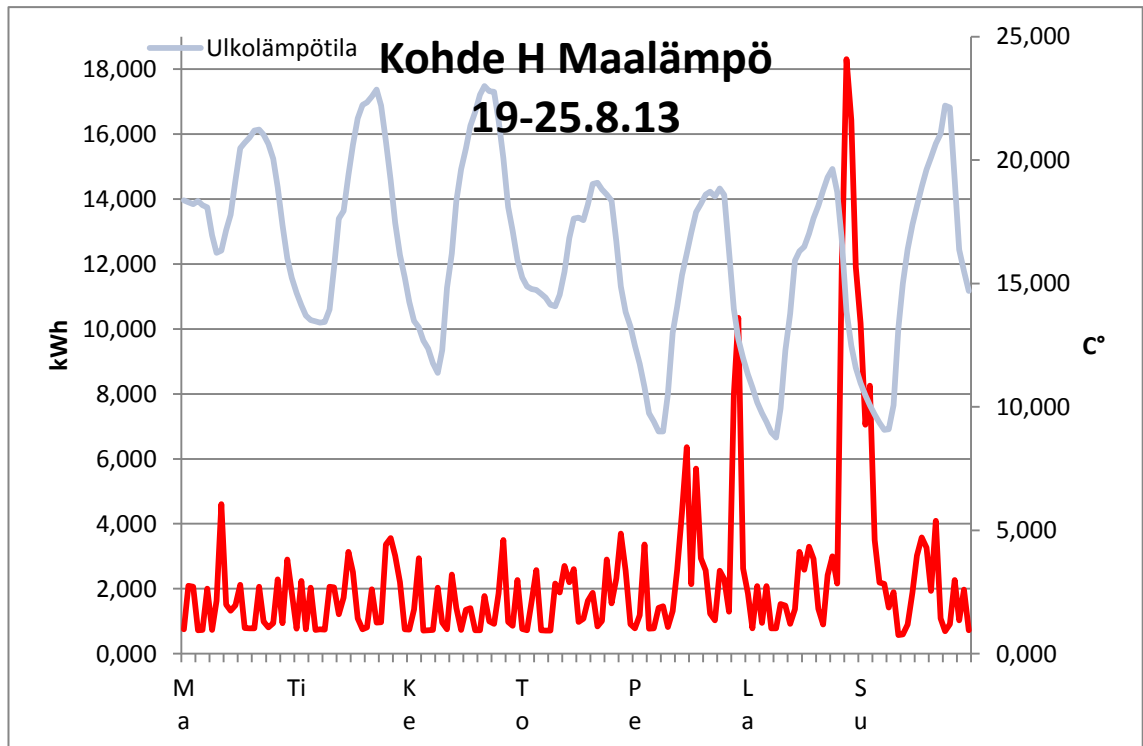


Kuvaaja 9. Kohteen E huippukulutus, 17.11.2013.

Maalämpökohteen H huippukulutus ajoittuu elokuulle, lauantai-iltaan. Kuten kuvaajasta 10 nähdään, tässä ei piikin aiheuttaja ole ollut ainakaan kylmä sää. Todennäköisesti

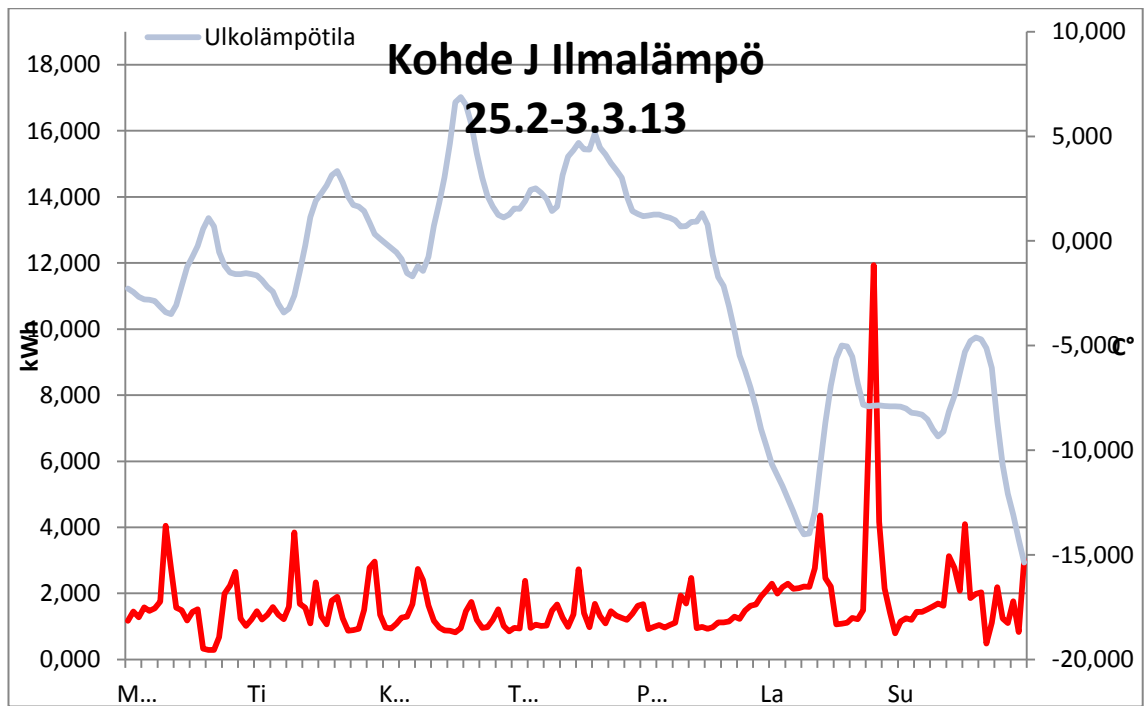


kohteessa on ollut saunailta ja lisäksi poreamme käytössä, jolloin maalämpöpumppu on joutunut lämmittämään käyttövettä ja kiuas ja poreamme ovat olleet päällä samanaikaisesti.



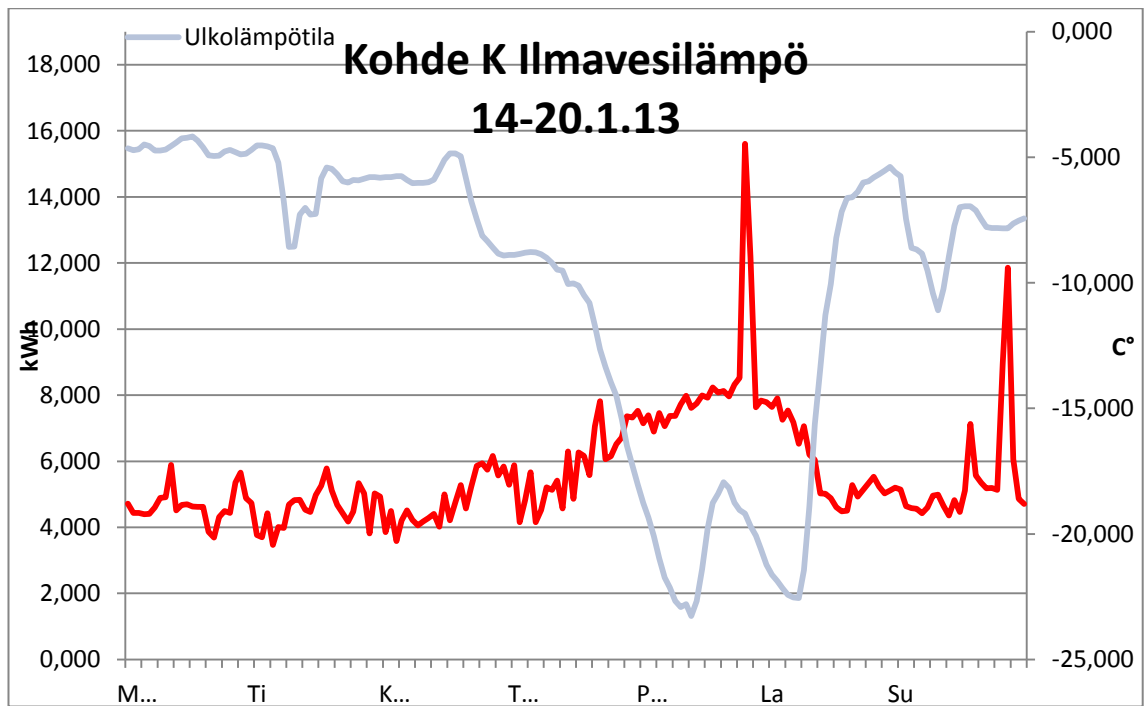
Kuvaaja 10. Kohteen H huippukulutus, 24.8.2013.

Ilmalämmitteisen kohteen J huippukulutus ajoittuu maaliskuulle, lauantai-iltaan. Kuten kuvaajasta 11 nähdään, on silloin ulkolämpötila ollut noin kymmenen astetta pakkasen puolella, jolloin kylmä sää voi selittää huippua. Kohteen lisälämmityksessä on kuitenkin vain 3 kW:n vastus, jolloin todennäköisesti myös sauna on ollut huipun aikaan päällä.

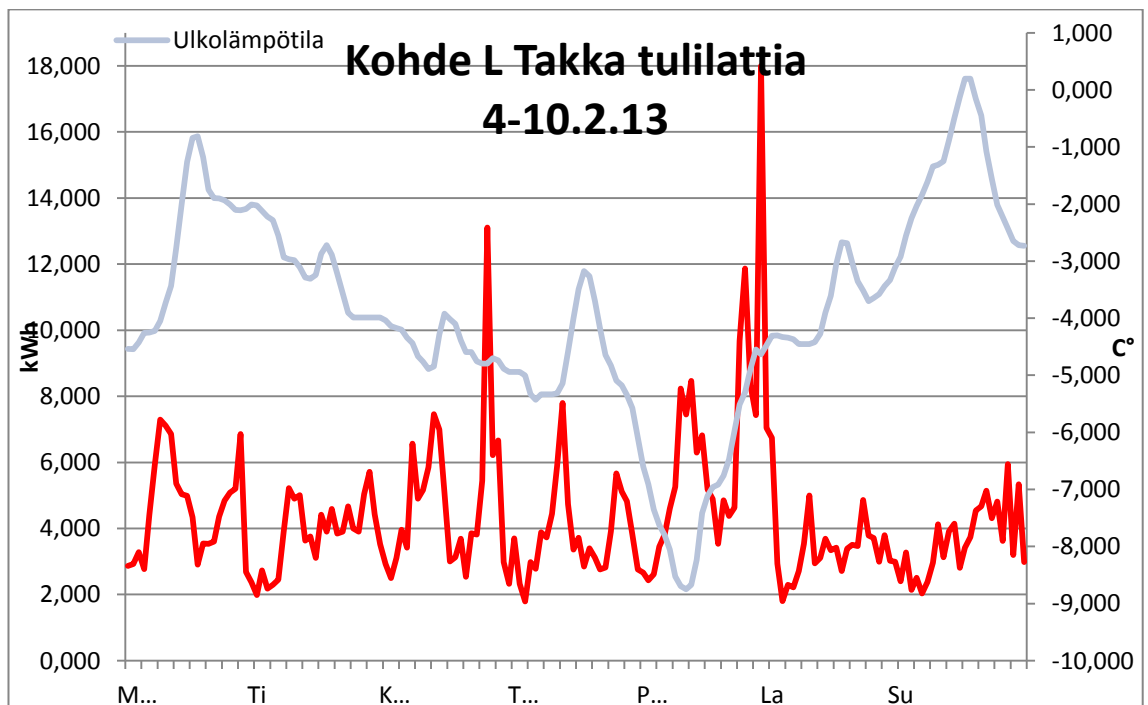


Kuvaaja 11. Kohteen J huippukulutus, 2.3.2013.

Kuten kuvaajista 12 ja 13 nähdään, ajoittuvat ilma-vesilämmitteisen kohteen K ja takalämpölämmityksen kohteen L huippukulutukset kylmään aikaan, perjantai-iltaan. Kohteen K huippu ajoittuu tammikuulle ja kohteen L helmikuulle. Kuten kuvaajasta 12 nähdään, kohde K on oikeastaan ainut kohde, missä selkeästi näkyy ulkolämpötilan vaikutus huippukulutuksessa. Huippukulutukset voivat olla lisävastuksien aiheuttamaa, mutta yhtälailla ne voivat olla myös kiukaan aiheuttamaa.

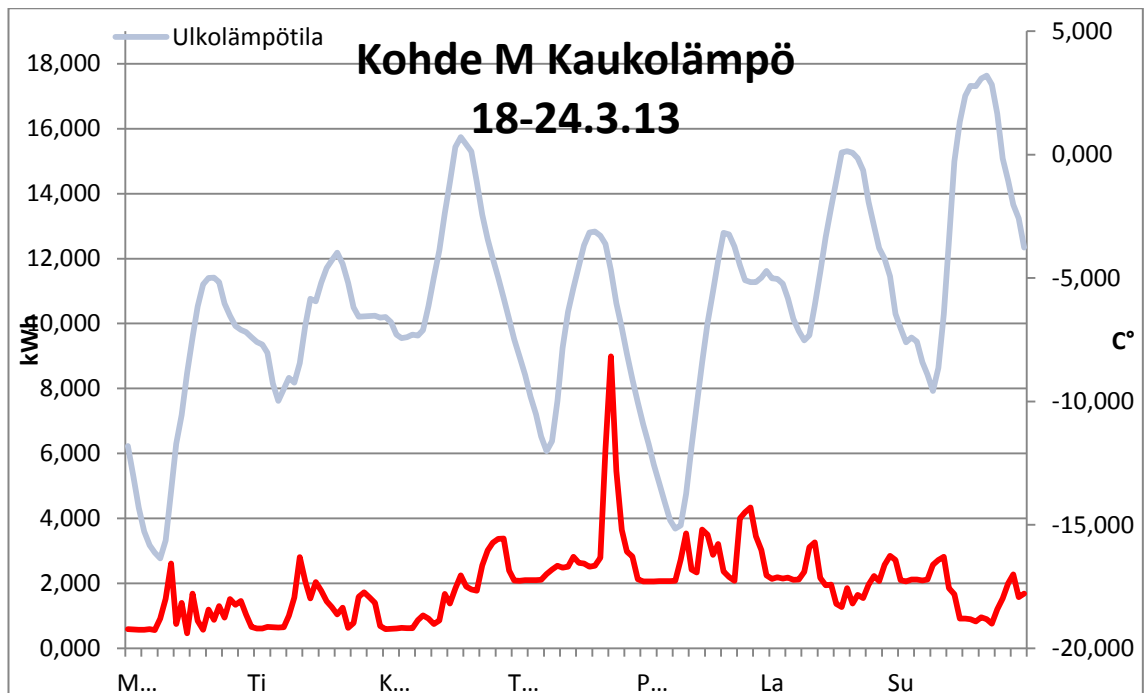


Kuvaaja 12. Kohteen K huippukulutus, 18.1.2013.



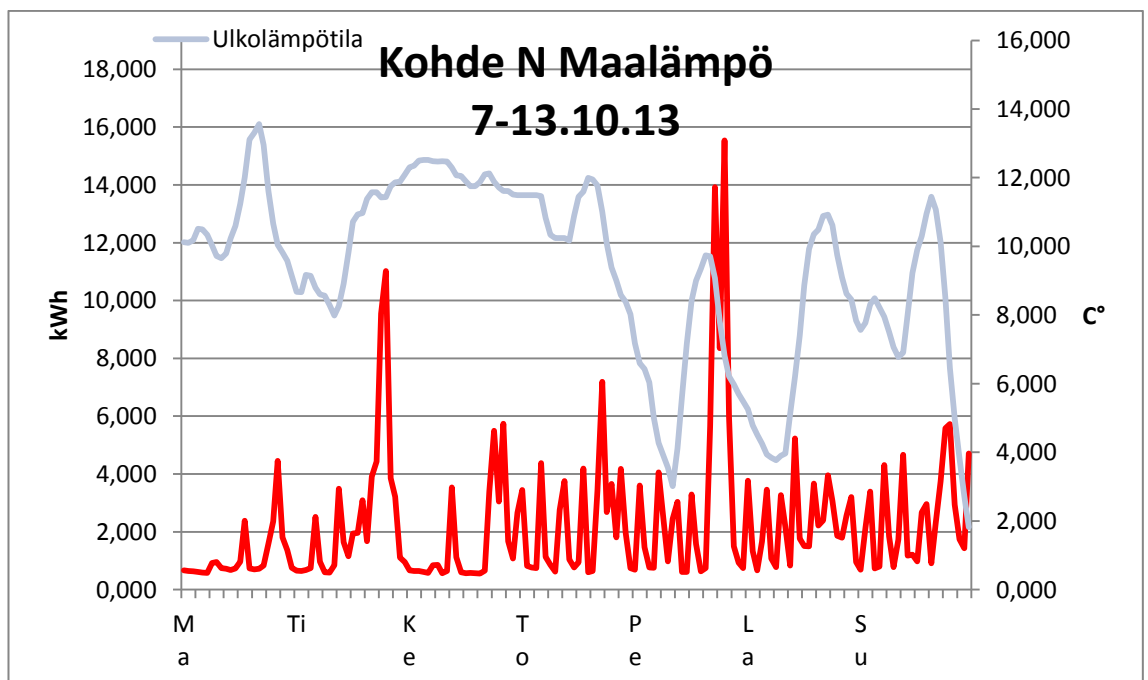
Kuvaaja 13. Kohteen L huippukulutus, 8.2.2013.

Kaukolämpökohteen M huippukulutus ajoittuu maaliskuulle, torstai-iltaan. Kuten kuvaajasta 14 nähdään, on silloin ulkolämpötila ollut noin kymmenen astetta pakkasen puolella, mutta kohde on kaukolämmitteinen, jolloin piikin aiheuttaja on ollut kiuas.



Kuvaaja 14. Kohteen M huippukulutus, 17.3.2013.

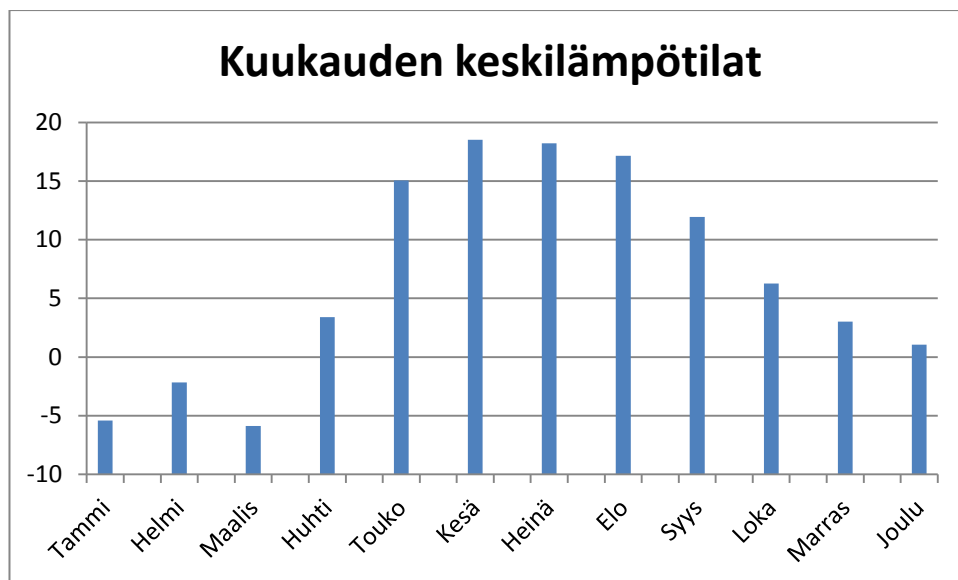
Maalämpökohteen N huippukulutus ajoittuu lokakuulle, perjantai-iltaan. Kuten kuvaajasta 15 nähdään, on silloin ulkolämpötila ollut noin viisi astetta plussan puolella, jolloin kylmä sää ei ole piikin aiheuttaja. Ilta on todennäköisesti ollut saunailta, jolloin myös poreamme on ollut käytössä. Kohteen poreamme täytetään kuumalla vedellä, jolloin todennäköisesti maalämpöpumppu ja sen sähkövastukset ovat olleet kiukaan lisäksi päällä.



Kuvaaja 15. Kohteen N huippukulutus, 11.10.2013.

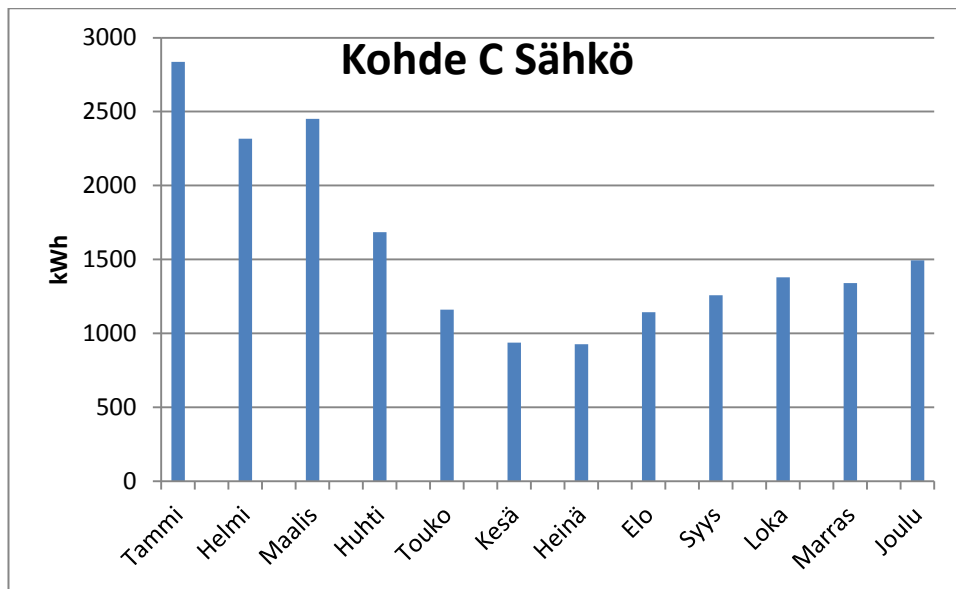
### 5.3 Vuosikulutukset kuukausitasolla

Kuvaajista 17–24 selviää tässä työssä tarkemmin tarkasteltujen kohteiden vuosikulutukset kuukausitasolla. Kuukaudet on jaettu tasaisesti, jolloin joka kuukausi on noin 30,4 päivää, joten kuukaudet eivät ole täysin normaalin mittaisia, mutta samanpituisia, jolloin vertailu kuukausien välillä on helpompaa. Kuvaajasta voidaan nähdä ovatko asukkaat olleet paljon poissa. Myös ulkolämpötilan vaikutus nähdään kuvaajassa selkeästi. Esimerkiksi helmikuussa on ollut keskimäärin noin kolme astetta lämpimämpää kuin tammi- ja maaliskuussa. Toisaalta tammikuussa oli vuoden kylmin viikko, mikä voi vaikuttaa enemmän kulutukseen kuin keskilämpötila. Kuvaajasta 16 selviää vuoden 2013 Tampereen kuukausi-keskilämpötilat. Kuukaudet on jaettu samalla tapaa kuvaajassa 16, kuin kohteiden kuukausittaisissa kulutuskuvaajissa.



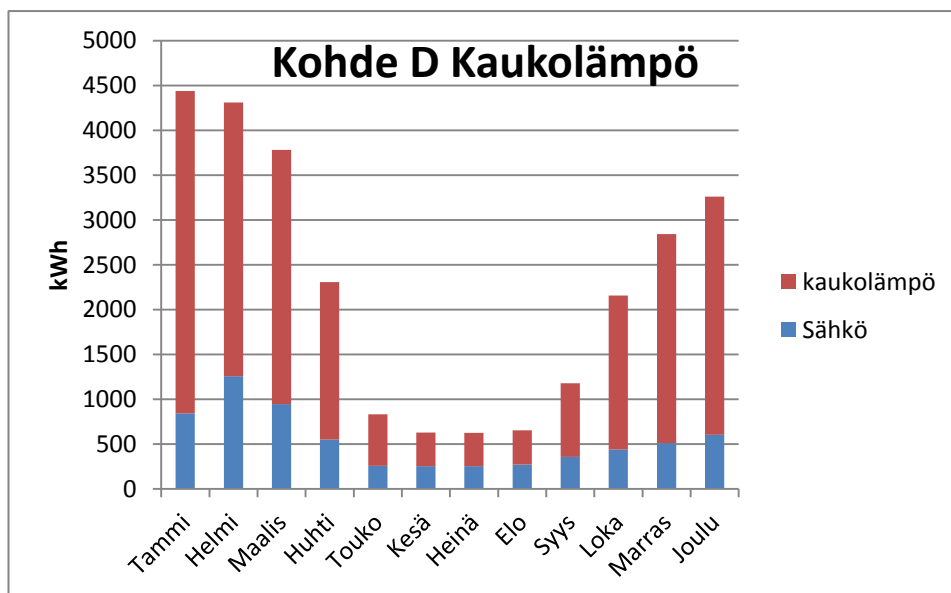
Kuvaaja 16. Tampereen kuukausittaiset keskilämpötilat

Kuvaajasta 17 selviää sähkölämmitteisen kohteen C vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet maaliskuussa enemmän poissa kuin tammikuussa ja vastaavasti helmikuussa enemmän poissa kuin tammi- ja maaliskuussa. Kohteessa on todennäköisesti kesällä käytetty ilmanlämpöpumpun jäähdytystä, koska kesäaikainen kulutus on lähes samaa luokkaa kuin syksyn ja alkutalven kulutus.



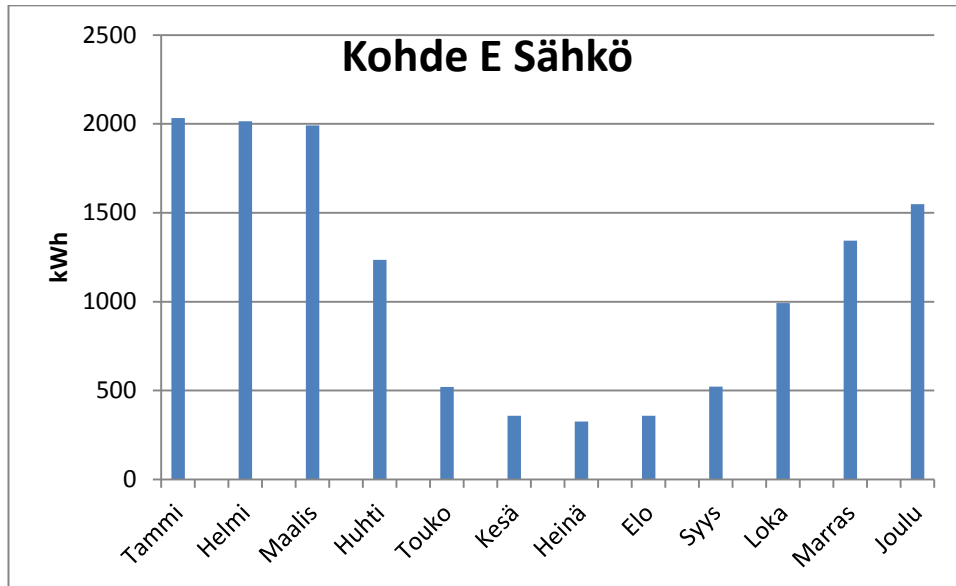
Kuvaaja 17. Kohteen C kuukausittainen kulutus

Kuvaajasta 18 selviää kaukolämpökohteen D vuosikulutus sähkön ja kaukolämmön osalta kuukausitasolla. Kuvaajasta nähdään, että kesällä lämmitykseen menee kaukolämpöä noin viidesosa talvikulutuksesta, joka on siis lähes pelkästään käyttöveden lämmitykseen kuluva energiaa. Kuvaajasta nähdään, että sähköä kuluu talvella enemmän kuin kesällä, mikä kertoo siitä, että talvella käytetään enemmän laitesähköä; saunotaan enemmän, käytetään valoja enemmän, jne. Kesällä myös ollaan ulkona enemmän, jolloin viihdelaitteetkaan eivät kuluta sähköä niin paljon.



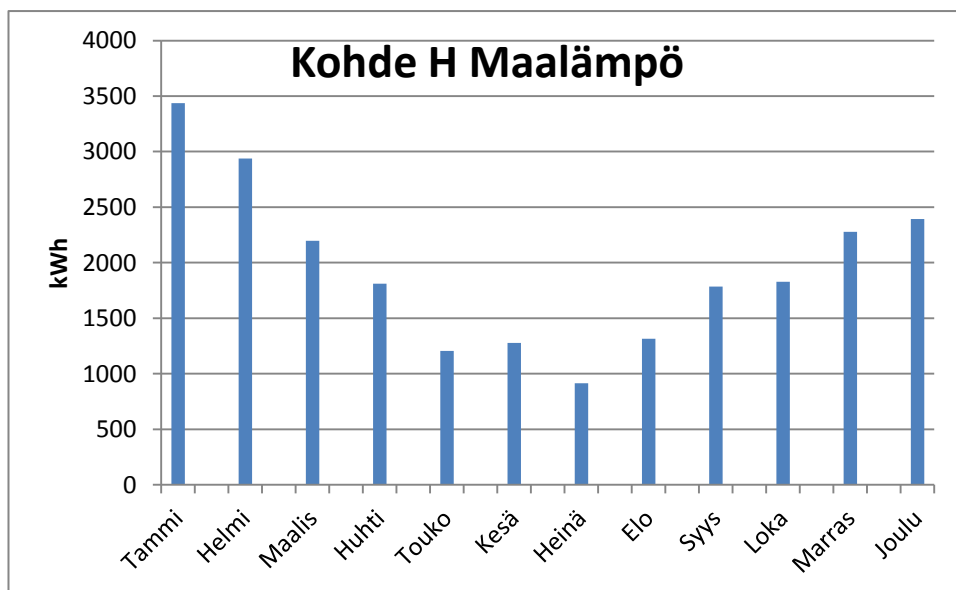
Kuvaaja 18. Kohteen D kuukausittainen kulutus

Kuvaajasta 19 selviää sähkölämmitteisen kohteen E vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet tammikuussa ja maaliskuussa enemmän poissa kuin helmikuussa. Muuten kohteen kulutus myötäilee aika tarkalleen kuukausittaisia keskilämpötiloja.



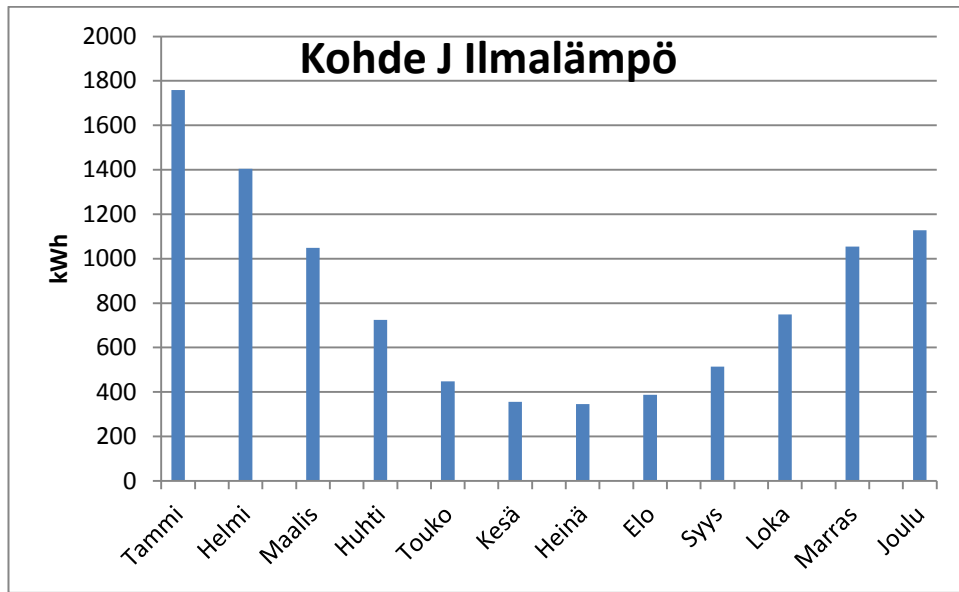
Kuvaaja 19. Kohteen E kuukausittainen kulutus

Kuvaajasta 20 selviää maalämpökohteen H vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet heinäkuussa enemmän poissa kuin muulloin kesällä.



Kuvaaja 20. Kohteen H kuukausittainen kulutus

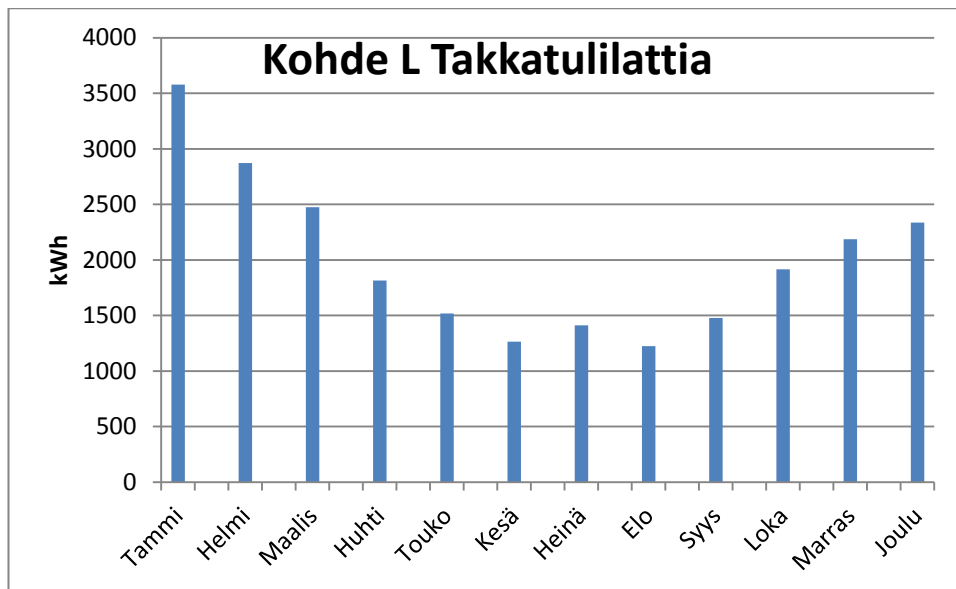
Kuvaajasta 21 selviää ilmalämmitteisen kohteen J vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet maaliskuussa normaalia enemmän poissa, koska esimerkiksi tammi- ja maaliskuun keskilämpötilat ovat lähes samat, maaliskuussa jopa vähän kylmempi. Toisaalta valoa on maaliskuussa jo aika paljon enemmän, jolloin kohteen aurinkokeräimet ovat alkaneet tuottaa lämpöä, sekä valaistukseen kuluu vähemmän energiaa, mitkä osaltaan selittävät maaliskuun alhaista kulutusta.



Kuvaaja 21. Kohteen J kuukausittainen kulutus

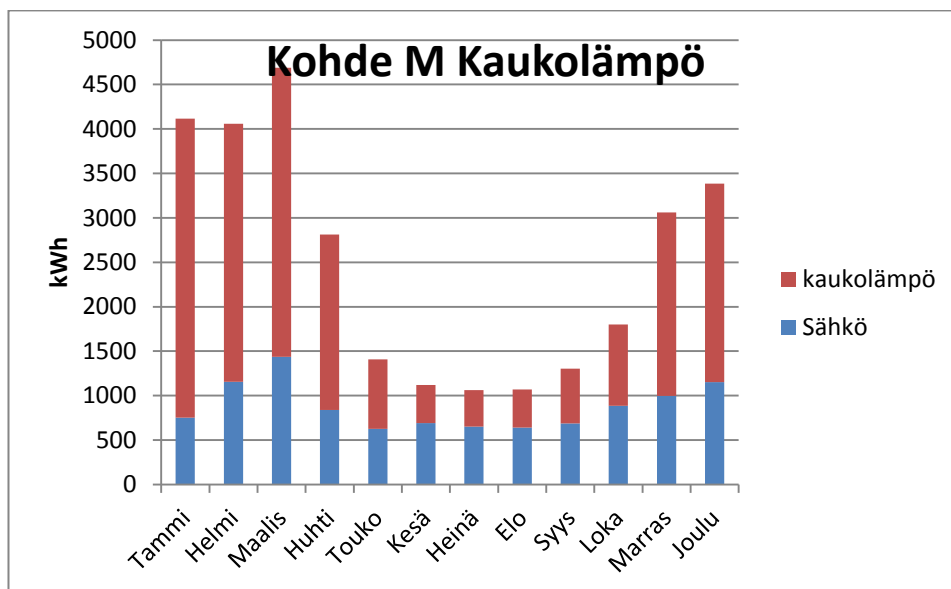
Kuvaajasta 22 selviää takalla lämpiävän kohteen L vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet maaliskuussa normaalia enemmän poissa, koska esimerkiksi tammi- ja maaliskuun keskilämpötilat ovat lähes samat, maaliskuussa jopa vähän kylmempi. Toisaalta kohteen aurinkokeräimet ovat alkaneet jo maaliskuussa tuottaa lämpöä, mikä osaltaan selittää maaliskuun alhaista kulutusta.





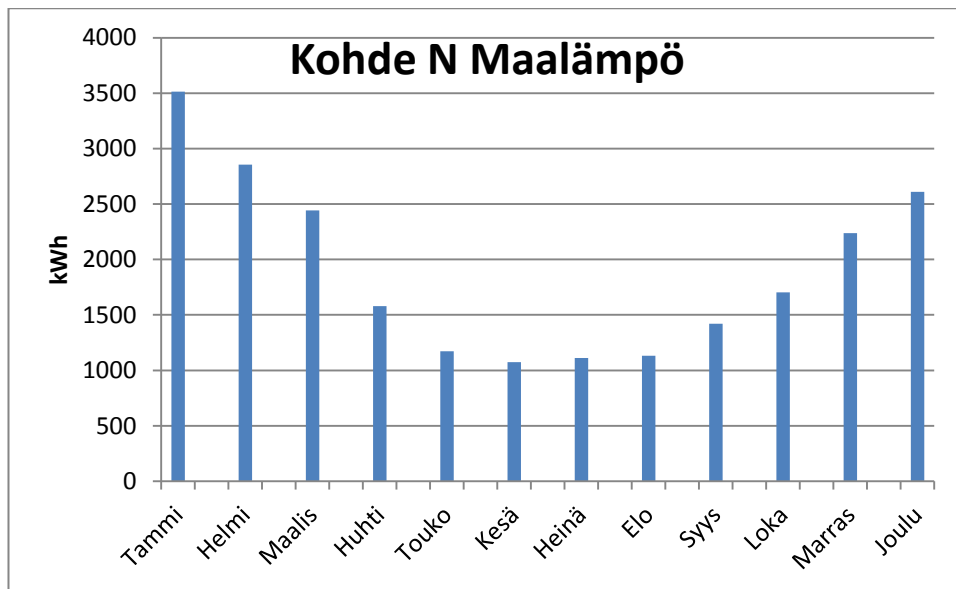
Kuvaaja 22. Kohteen L kuukausittainen kulutus

Kuvaajasta 23 selviää kaukolämpökohteen M vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet tammikuussa enemmän poissa kuin esimerkiksi maaliskuussa, koska keskilämpötilat ovat lähes samat ja kaukolämpöä on kulunut lähes yhtä paljon, mutta sähköä tammikuussa on kulunut lähes yhtä vähän kuin kesäkuukausina.



Kuvaaja 23. Kohteen M kuukausittainen kulutus

Kuvaajasta 24 selviää maalämpökohteen N vuosikulutus kuukausitasolla. Asukkaat ovat luultavasti olleet maaliskuussa enemmän poissa kuin esimerkiksi tammikuussa, koska keskilämpötilat ovat kuitenkin lähes samat.



Kuvaaja 24. Kohteen N kuukausittainen kulutus

#### 5.4 Samantyyppisten kohteiden kulutukset

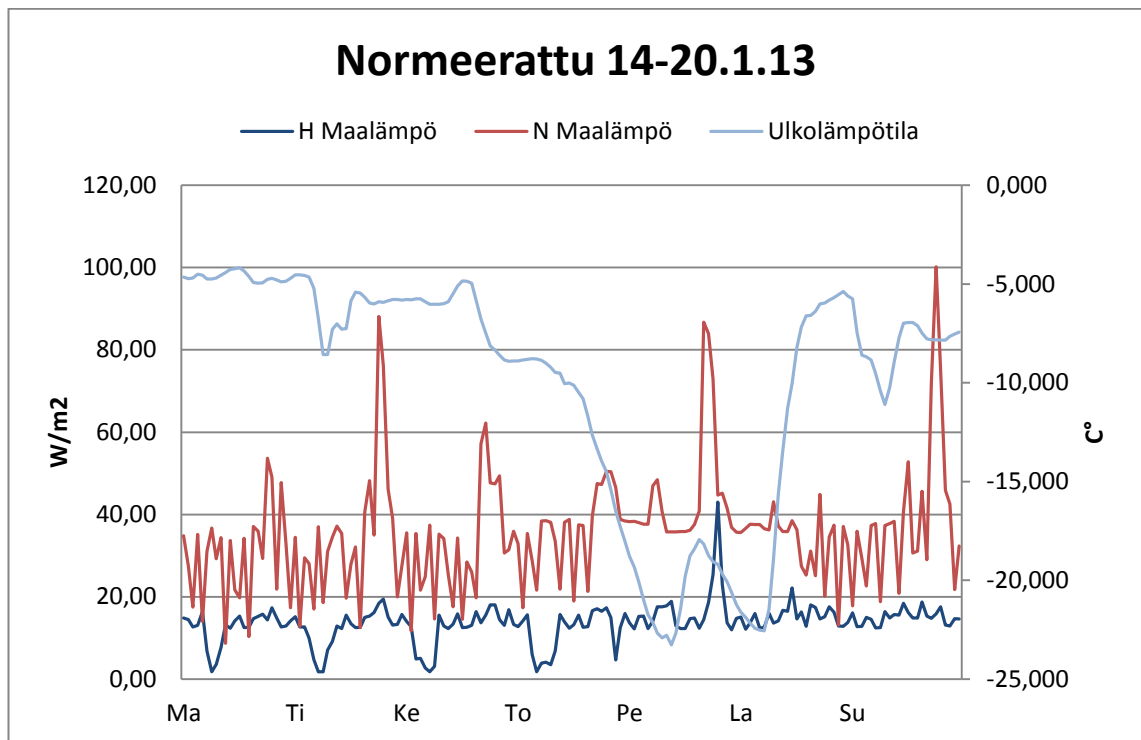
Tässä luvussa on vertailtu samantyyppisten kohteiden kulutuksia keskenään. Kulutuksia on vertailtu kahden eri viikon ajalta, toinen vuoden kylmimmän viikon ja toinen lämpimimmän viikon ajalta.

##### 5.4.1 Talviviikon kulutuskäyrät

Kuvaajissa 25–31 on verrattuna kahden-kolmen samantyyppisen kohteen kulutuksia vuoden kylmimmän viikon ajalta, joka oli 14–20. tammikuuta. Kulutukset on normeerattu kohteen lämmitettyihin pinta-aloihin, jolloin kulutuksia on helpompi ja totuudenmukaisempi vertailla. Normeeraus on tehty jakamalla kulutus pinta-alalla. Kuvaajista selviää kohteiden kulutukset ja Tampereen keskilämpötila viikon ajalta.

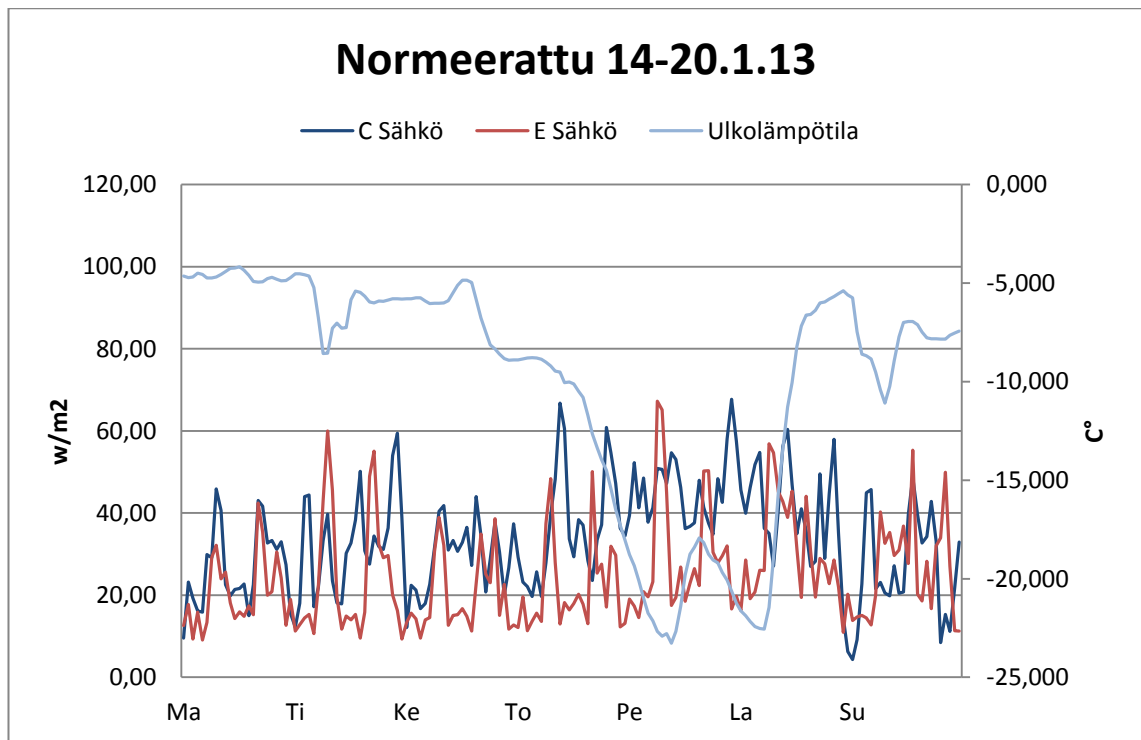
Kuvaajasta 25 selviää kahden maalämpötilon normeeratut kulutukset. Kohde H on lähes 400 m<sup>2</sup>:nen kivitalo ja kohde N vain 136 m<sup>2</sup>:nen kivitalo. Vaikka kulutuksia ei olisi normeerattu, olisi kohteen H kulutus silti lähes samaa luokkaa kuin kohteen N kulutus. Kohteiden vuosikulutukset ovat myös lähes samaa luokkaa. Kohteiden neliökulutusten suuri eroavaisuus on varmasti monen tekijän summa: kohteessa N on mm. sulanapitoja noin 3,4 kW ja saunaa lämmitetään noin kolme kertaa enemmän. Lisäksi lämmönjako

on ollut kohteessa N epätasaista, eikä kohteessa ole ollenkaan takkaa. Tosin H kohteessaakin takkaa käytetään harvemmin kuin kerran viikossa. Kohteen N kulutukset eivät käy oikeastaan missään vaiheessa H:n kulutusten alapuolella. Jos kohde H olisi esimerkiksi puolet pienempi, ei kulutus silti puolittuisi. Lämmityksen osalta kulutus voisi puolittua, mutta käyttösähkön osalta kulutus ei todennäköisesti paljoa pienentyisi, koska laitteiden määrään ja sitä kautta kulutukseen ei juurikaan vaikuta talon koko.



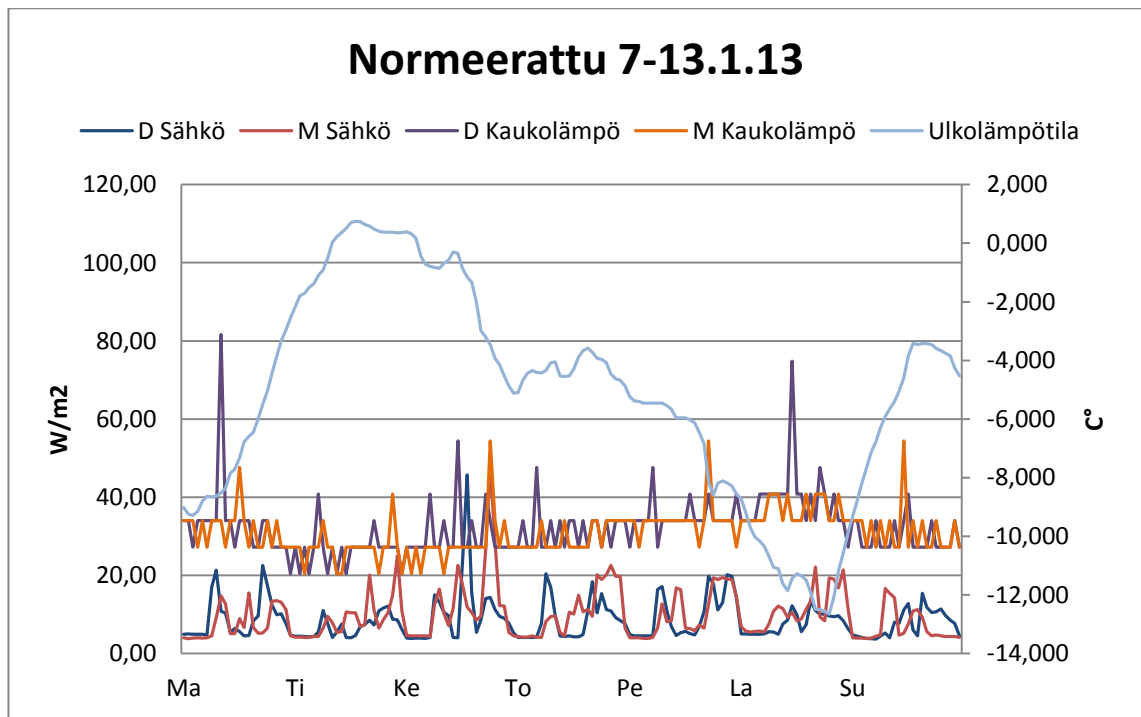
Kuvaaja 25. Maalämpökohteiden H ja N normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

Kuvaajasta 26 selviää kahden sähkölämmitteisen talon normeeratut kulutukset. Kohde C on  $136\text{ m}^2$ :nen puurunkoinen ja E on  $119\text{ m}^2$ :nen puurunkoinen talo. Kohteen C kulutus on lähes kokoajan korkeampi kuin E:n kulutus. C:n kulutuksessa näkyy selkeämmin myös ulkolämpötilan vaikutus, mikä voi johtua huonommasta tiiveydestä ja huonommista U-arvoista.



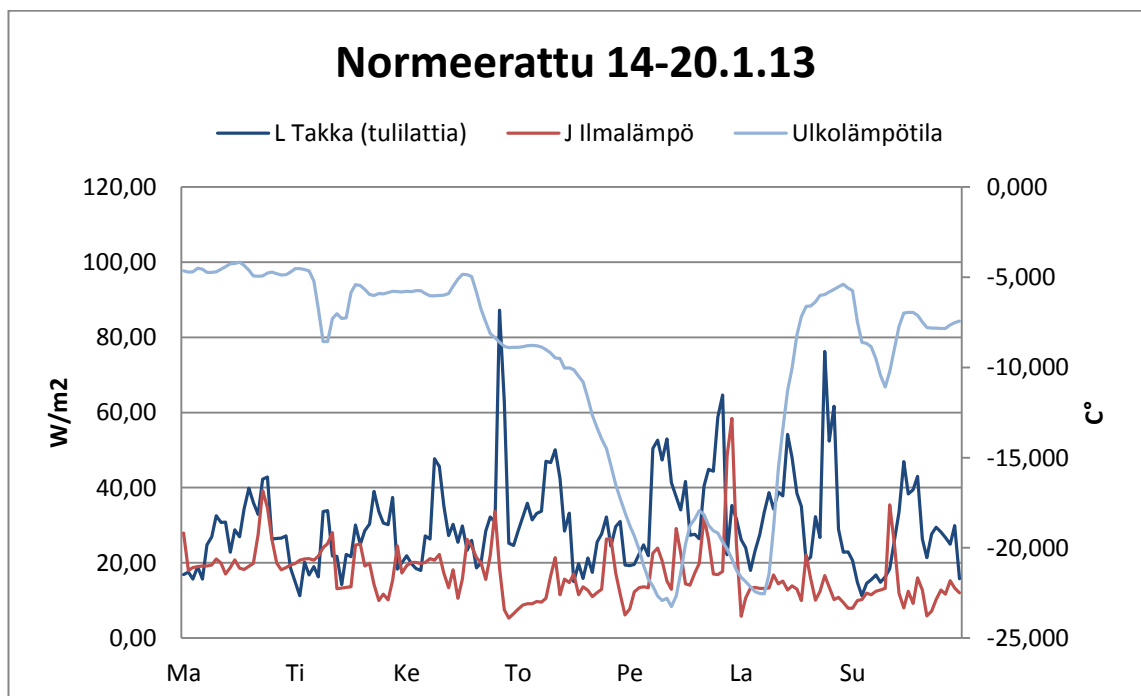
Kuvaaja 26. Sähkölämmitteisten kohteiden C ja E normeeratut kulutukset  $\text{W/m}^2$ .

Kuvaajasta 27 selviää kahden kaukolämpötilon normeeratut sähkön ja kaukolämmönkulutukset. Näiden kohteiden osalta viikoksi on valittu muista kohteista poiketen edeltävä viikko, koska kohteessa M ovat asukkaat olleet 14–20.1 melkein koko viikon pois. Molemmat kohteet ovat samankokoisia ja lähes täysin samanlaisia kivitaloja. Kohteessa M on kaukolämmön lisäksi poistoilmalämpöpumppu. Siellä asuu neljä henkilöä, kun kohteessa D asuu vain kaksi. Kohteen M kokonaissähkönkulutus on 11 500 kWh kun D:n kulutus on vain 6 500 kWh. Kaukolämpöä kohteissa on kulunut lähes yhtä paljon. Kuvaajasta katsottuna, kohteen M kulutus on muuten samaa luokkaa kuin D:n kulutus, mutta välillä huomattavasti suurempi.



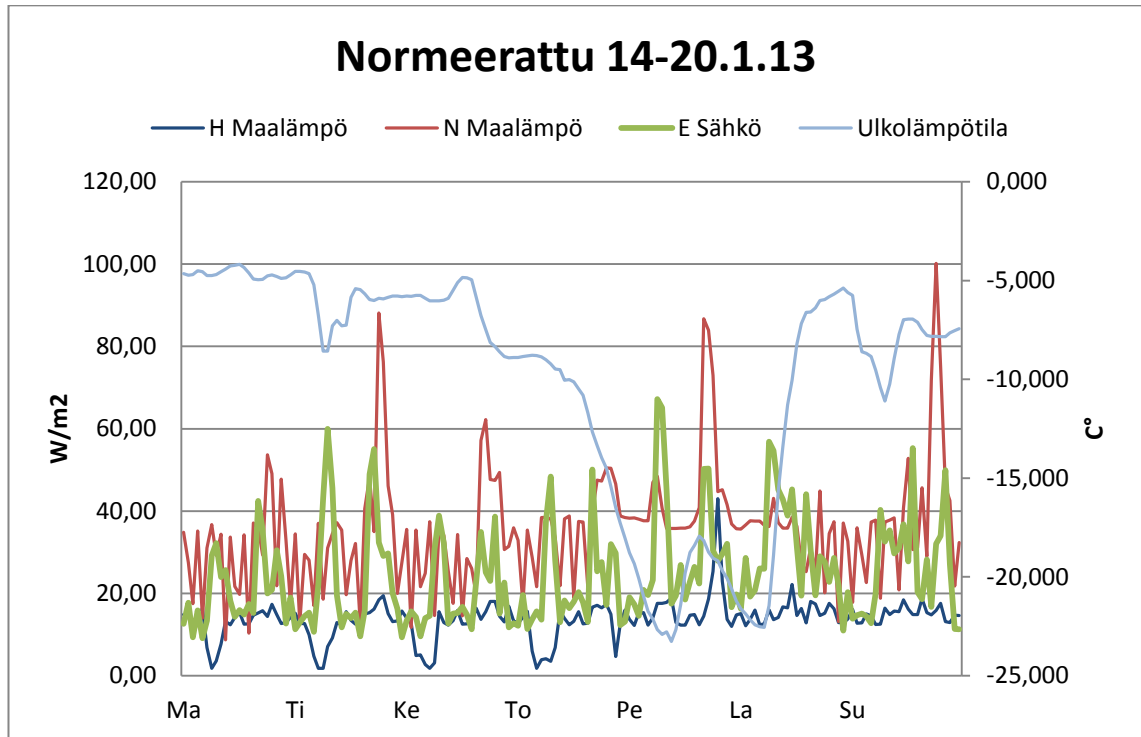
Kuvaaja 27. Kaukolämpökohteiden D ja M normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

Kuvaajasta 28 selviää tulilattiakohteen ja ilmalämpö kohteen normeeratut kulutukset. Kohde L on 183  $m^2$ :nen kivitalo ja kohde J 164  $m^2$ :nen kivitalo. Kohteessa L asuu neljä henkilöä ja kohteessa J kahdeksan henkilöä. Kohteen J kulutus on huomattavasti tasaisempaa ja pienempää kuin L:n kulutus, mikä voi selittyä sillä, että kohteessa L on mm. 3 kW:n terassilämmittimet ja ulkoporeamme.



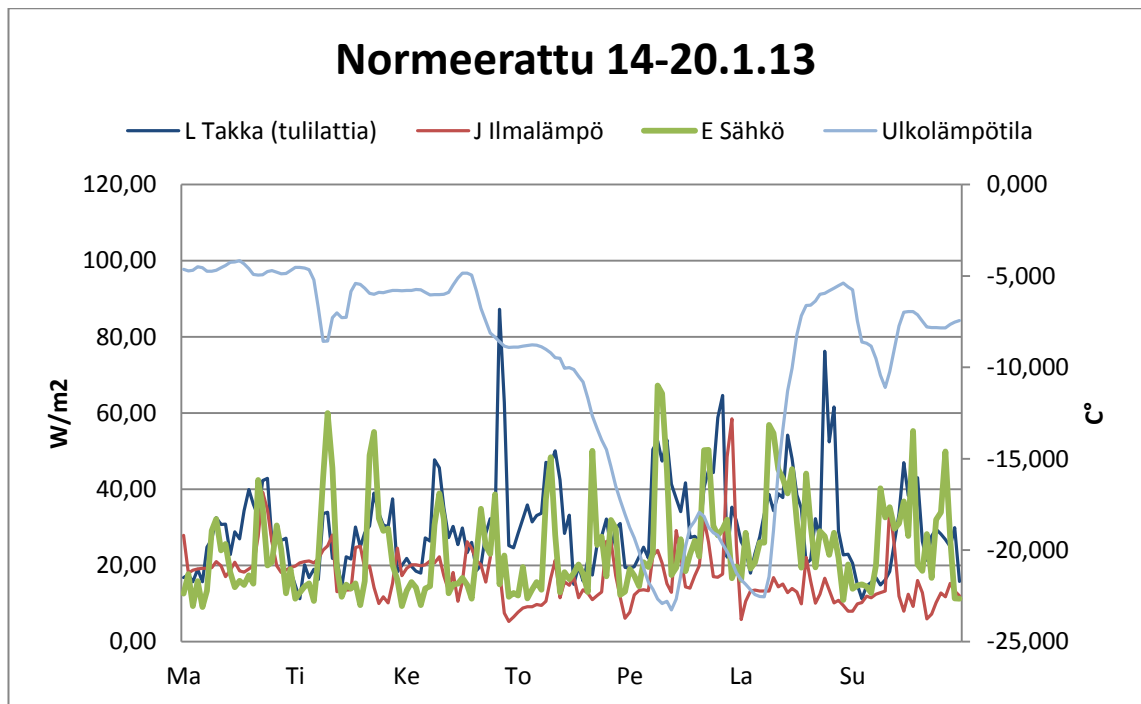
Kuvaaja 28. Kohteen L (tulilattia) ja J (ilmalämpö) normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

Kuvaajasta 29 selviää kahden maalämpötalon (H ja N) ja yhden sähkölämmitteisen talon (E) normeeratut kulutukset. Kuten kuvaajasta nähdään, on sähkölämmitteisen talon neliökulutus pienempi, kuin paljon kuluttavan maalämpötalon kulutus, eikä neliökulutus ole paljon suurempi myöskään suureen, vähän kuluttavaan maalämpötaloon verrattuna.



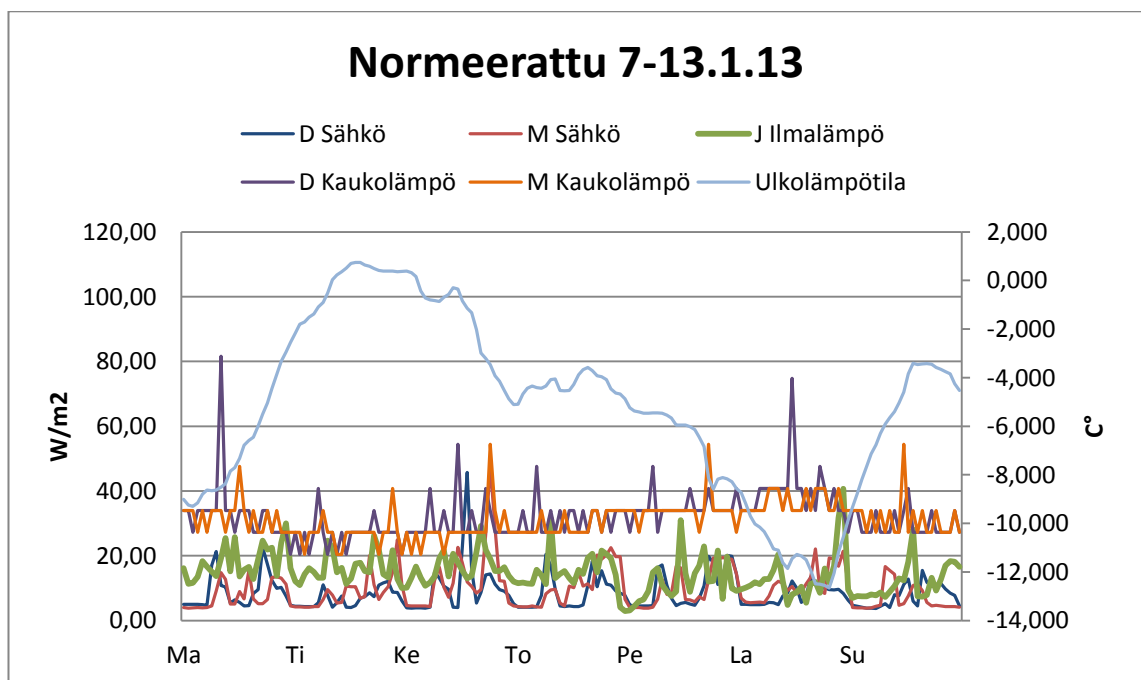
Kuvaaja 29. Maalämpökohteiden H ja N, sekä sähkölämmitteisen kohteen E normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

Kuvaajasta 30 selviää tulilattia-, ilmalämpö- ja sähkölämmitteisen talon normeeratut kulutukset. Kuten kuvaajasta nähdään, on sähkölämmitteisen kohteen kulutus keskimäärin pienempi, kuin tulilattiatalon kulutus, mutta suurempi, kuin pienikulutuksisen ilmalämpötalon kulutus.



Kuvaaja 30. Kohteen L (tulilattia) ja J (ilmalämpö), sekä sähkölämmitteisen kohteen E normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

Kuvaajasta 31 selviää kahden kaukolämpötalon ja yhden ilmalämpötalon normeeratut sähkön ja kaukolämmön kulutukset. Kuten kuvaajasta nähdään, ei ilmalämpötalon sähkönkulutus ole juurikaan suurempi verrattuna kaukolämpötalojen sähkönkulutukseen. Tämä selittyy kaukolämpötalojen suurella ja ilmalämpötalon pienellä kulutuksella.

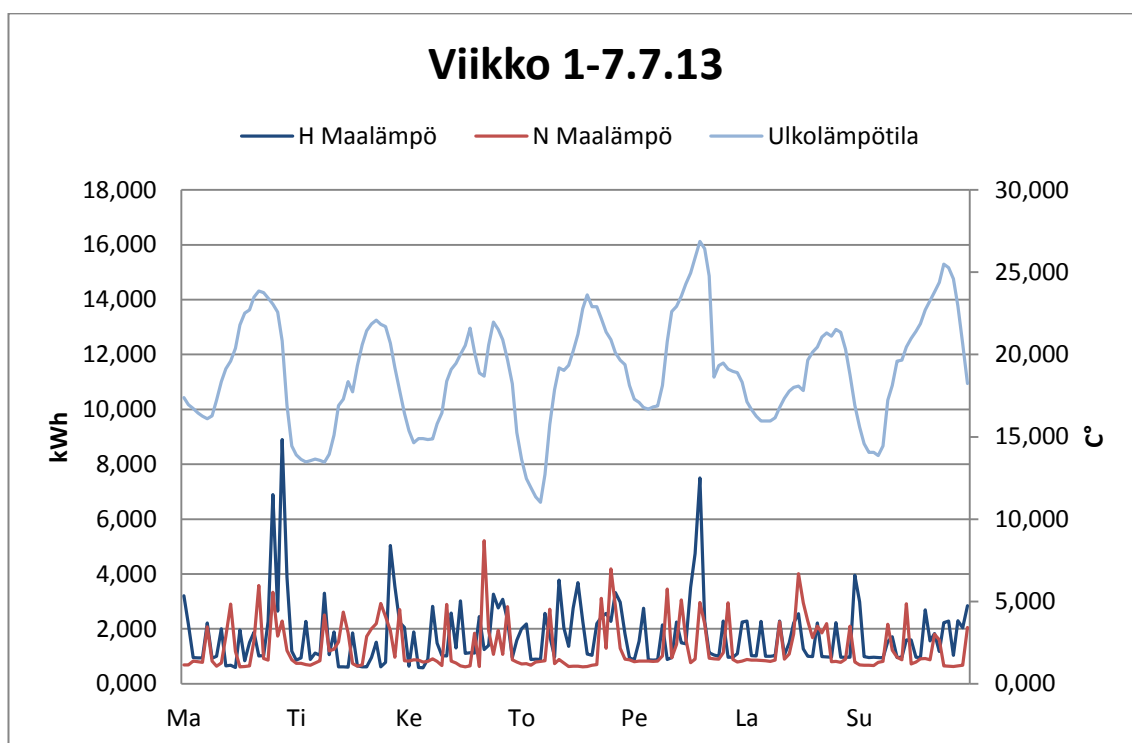


Kuvaaja 31. Kaukolämpökohteiden D ja M, sekä kohteen J (ilmalämpö) normeeratut kulutukset  $W/m^2$ .

## 5.4.2 Kesäviikon kulutuskäyrät

Kuvaajissa 32–38 on verrattu heinäkuun ensimmäisen viikon ajalta samojen kohteiden kulutuksia, kuin talviviikon osalta on kuvaajissa 25–31. Viikko ei ole aivan vuoden lämpimin viikko, mutta ei montaa astetta siitä eroakaan. Heinäkuun ensimmäinen viikko oli kulutuskäyristä katsottuna lähes ainut kesäviikko, jolloin kaikissa kohteissa oltiin paikalla, minkä vuoksi ko. viikko on valittu tarkasteluajankohdaksi. Kesäviikon kulutuksia ei ole normeerattu neliöihin, koska kesällä lähes kaikki sähkö on laitesähköä ja lämmityksen osalta vain käyttöveden lämmitystä, mihin ei suoranaisesti asunnon koko vaikuta. Asukkaiden lukumäärän vaikutusta on arvioitu, jos vertailtavissa kohteissa on ollut erimäärä asukkaita. Kuvaajista selviää kohteiden kulutukset ja Tampereen keskilämpötila viikon ajalta.

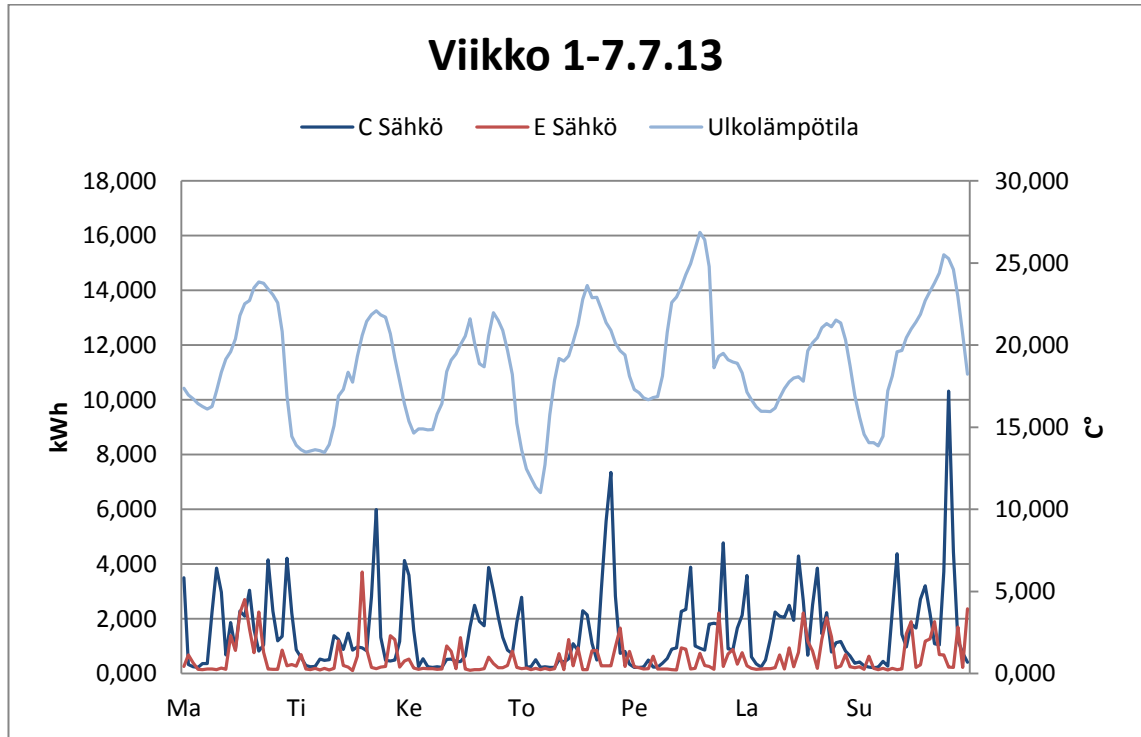
Kuvaajasta 32 selviää kahden maalämpötalon kulutukset. Kohteessa H ollaan todennäköisesti oltu myös päivisin kotona, koska kulutusta on ollut myös päivisin, kun taas kohteesta N ollaan päivät oltu poissa. Kuvaajasta nähdään, ettei talon koko juurikaan vaikuta laitesähköjen kulutukseen. Kohteen H hieman suurempi kulutus voi selittyä sillä, että siellä asuu neljä henkilöä, kun kohteessa N asuu vain kaksi.



Kuvaaja 32. Maalämpökohteiden H ja N kulutukset.

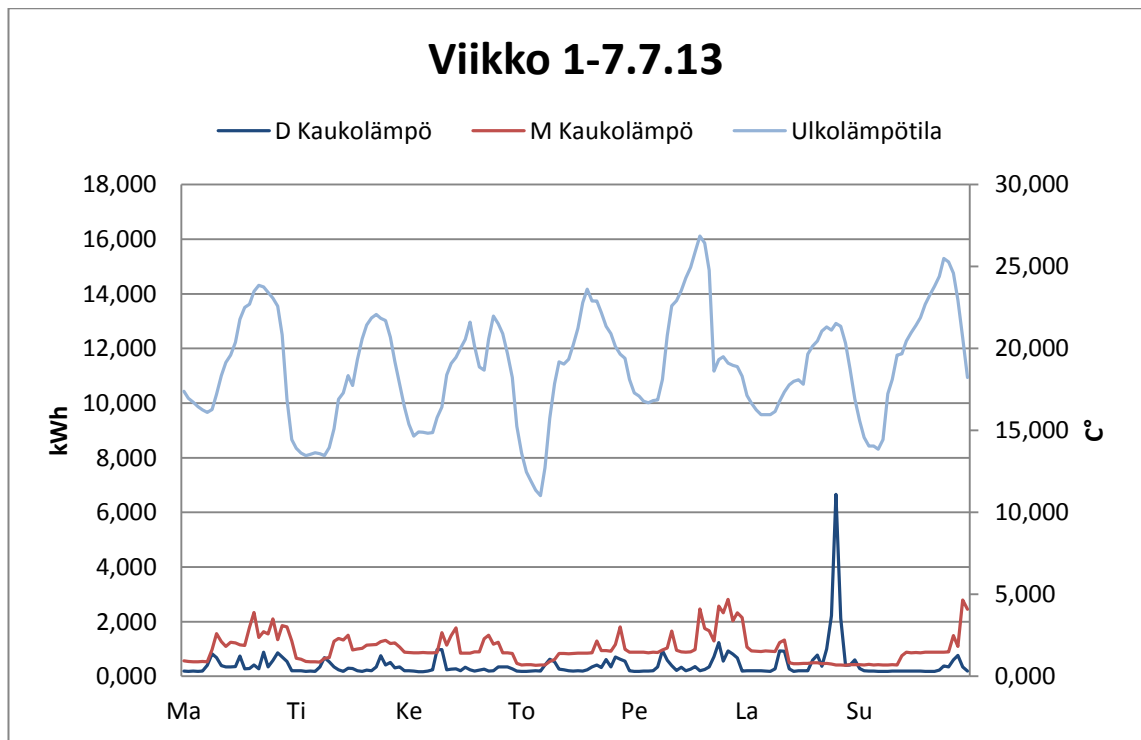


Kuvaajasta 33 selviää kahden sähkölämmitteisen talon kulutukset. Kohteessa C käytetään huomattavasti enemmän laitesähköä kuin kohteessa E. Kohteessa C ollaan lisäksi oltu päivisin kotona ja kohteessa E on todennäköisesti oltu vain vähän paikalla. Kohteen C laitesähkön suurempi kulutus voi selittyä sillä, että siellä asuu neljä henkilöä, kun kohteessa E vain kaksi.



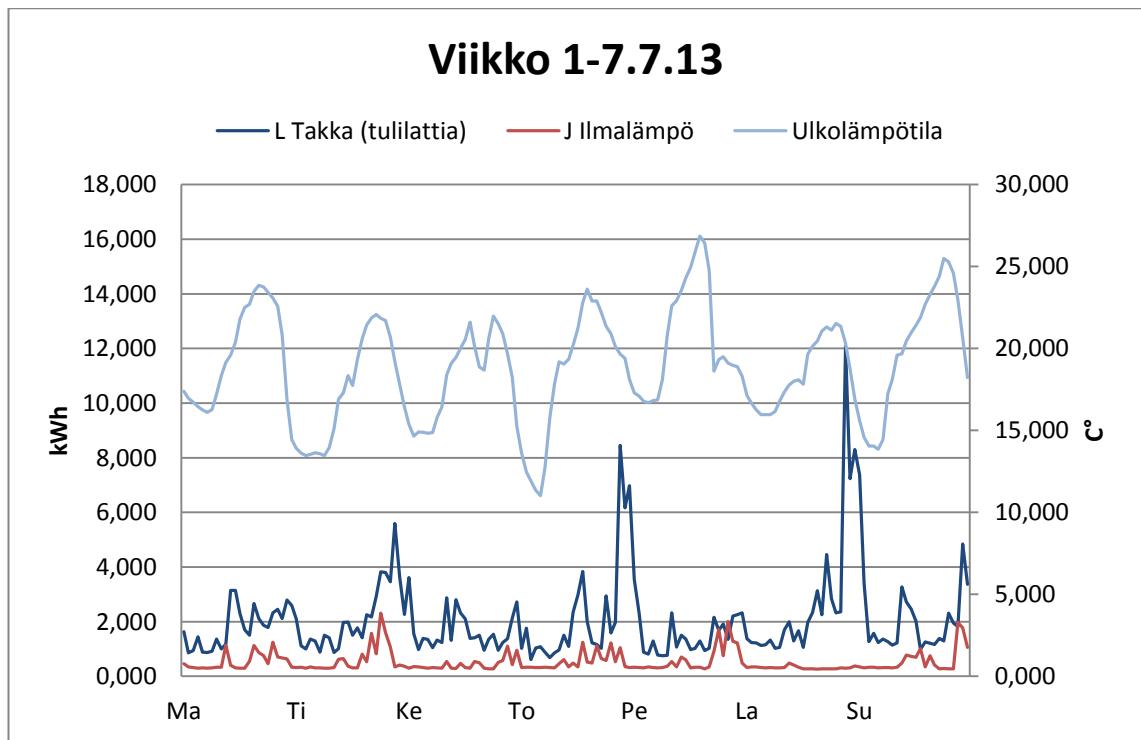
Kuvaaja 33. Sähkölämmitteisten kohteiden C ja E kulutukset.

Kuvaajasta 34 selviää kahden kaukolämmitteisen talon sähkönkulutukset. Kuten kuvaajasta nähdään, kohteessa M käytetään huomattavasti enemmän laitesähköä kuin D:ssä. Kohteen M laitesähkön suurempi kulutus voi selittyä sillä, että siellä asuu neljä henkilöä, kun kohteessa D vain kaksi.



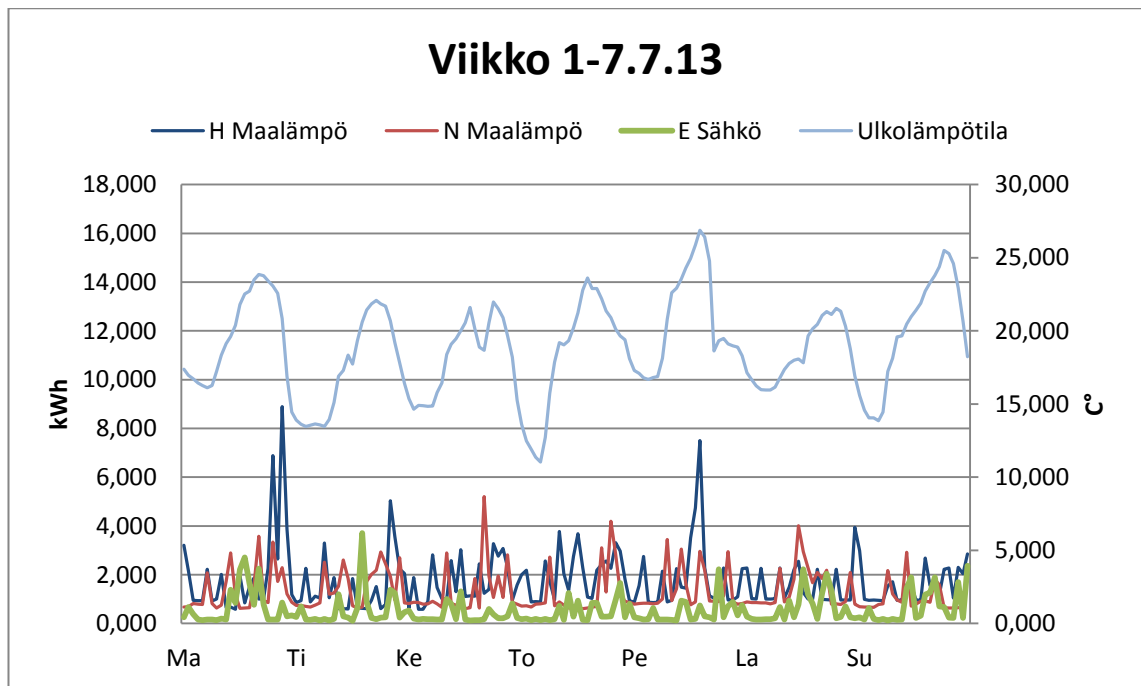
Kuvaaja 34. Kaukolämpökohteiden D ja M kulutukset.

Kuvaajasta 35 selviää tulilattiatalon ja ilmalämpötilon kulutukset. Kohteessa J on todennäköisesti asukkaat olleet poissa ainakin lauantain. Laitesähköä kuluu kohteessa J merkittävästi vähemmän kuin kohteessa L. Kohteessa J on aurinkokeräimet, mikä osaltaan pienentää sähkönkulutusta kesäaikana. Kohteessa J asuu kahdeksan henkilöä ja kohteessa L neljä henkilöä. Todennäköisesti lasten määrä ei enää kahden lapsen jälkeen vaikuta kulutukseen merkittävästi, varsinkaan silloin kun lapset ovat vielä pieniä. Kesäaikaan lapset ovat myös paljon ulkona, mikä selittää sitä, ettei pienten lasten lukumäärä ainakaan kesällä juurikaan vaikuta kulutukseen.



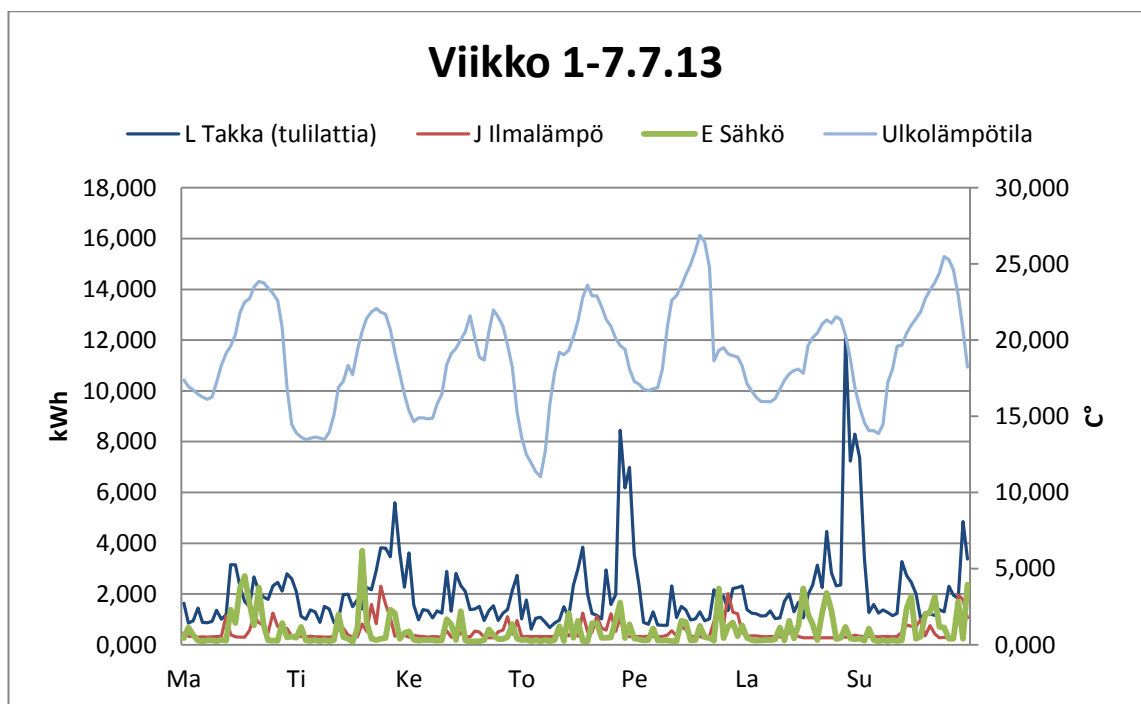
Kuvaaja 35. Kohteen L (tulilattia) ja J (ilmalämpö) kulutukset.

Kuvaajasta 36 selviää kahden maalämpötilon ja yhden sähkölämmitteisen talon kulutukset. Kuvaajasta nähdään, että sähkölämmitteisen talon laitesähkönkulutus on huomattavasti pienempi verrattuna maalämpötiloihin. Sähkölämmitteisen talon pieni kulutus voi selittyä sillä, että siellä asuu vain kaksi henkilöä, tosin myös kohteessa N asuu vain kaksi henkilöä. Sähkölämmitteisessä talossa ilmanvaihtokoneen vuorokausiohjelma pienentää ilmanvaihtoa arkipäiviksi, mikä osaltaan myös selittää pientä kulutusta.



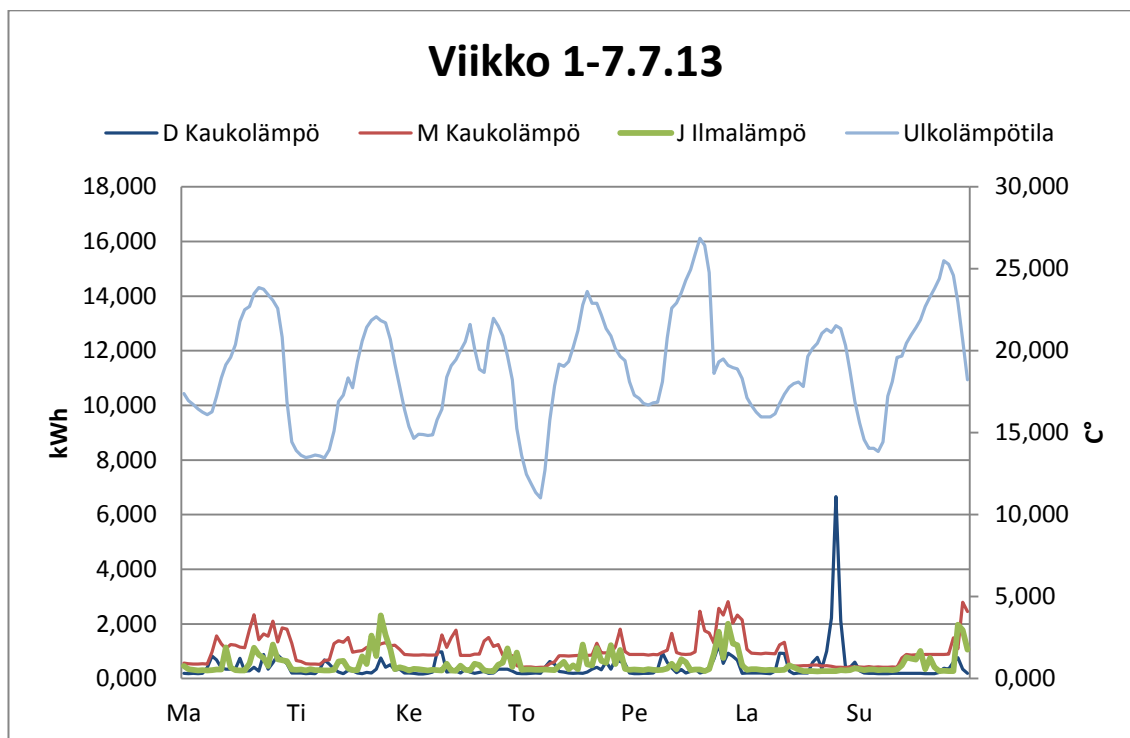
Kuvaaja 36. Maalämpökohteiden H ja N, sekä sähkölämmitteisen kohteen E kulutukset.

Kuvaajasta 37 selviää tulilattia-, ilmalämpö- ja sähkölämmitystalon kulutukset. Sähkölämmitteisen ja ilmalämpötalon laitesähkön kulutukset ovat samaa luokkaa, mutta tulilattiatalon kulutus on huomattavasti suurempi. Vaikka ilmalämmitteisessä kohteessa asuu kahdeksan henkilöä ja sähkölämmitteisessä vain kaksi, on niiden kulutus lähes samaa luokkaa.



Kuvaaja 37. Kohteen L (tulilattia) ja J (ilmalämpö), sekä sähkölämmitteisen kohteen E kulutukset.

Kuvaajasta 38 selviää kahden kaukolämpötalon ja yhden ilmalämmitteisen talon sähkönkulutukset. Laitesähköjen osalta ilmalämmitteisessä kohteessa on kulutus samaa luokkaa D:n kanssa. Vaikka ilmalämmitteisessä kohteessa asuu kahdeksan henkilöä ja D:ssä vain kaksi, on niiden kulutus lähes samaa luokkaa.



Kuvaaja 38. Kaukolämpökohteiden D ja M, sekä kohteen J (ilmalämpö) kulutukset.

## 5.5 Kulutuksien analyysia

Tässä työssä vertailtavien kohteiden keskimääräinen takan lämmitys lämmityskaudella on noin 1-2 kertaa viikossa. Saunaa lämmitetään keskimäärin kerran viikossa. Jos esimerkiksi kiuasta käytetään 1-2 kertaa viikossa, sen käyttö ei silloin vaikuta muihin kohteisiin verrattavaan kulutukseen. Seuraavissa kappaleissa on analysoitu kohteiden kulutuksia ja sitä, mistä poikkeavuudet kulutuksessa voisivat johtua. Taulukossa 7 on vielä kootusti kaikkien kohteiden kokonais- ja neliökulutukset, sähkön ja kaukolämmön osalta.

Taulukko 7. Kohteiden kokonais- ja neliökulutukset vuodelta 2013.

Kohde	Lämmitysmuoto	Sähkö		Kaukolämpö	
		Kokonaiskulutus kWh/a	Neliökulutus kWh/m <sup>2</sup>	Kokonaiskulutus kWh/a	Neliökulutus kWh/m <sup>2</sup>
A	Poistoilmalämpö	11778	79		
B	Maalämpö	15455	72		
C	Sähkö	18931	139		
D	Kaukolämpö	6522	44	20476	139
E	Sähkö	13244	111		
F	Takka	11147	64		
G	Takka	22025	91		
H	Maalämpö	23377	60		
I	Kaukolämpö	7047	48	22895	156
J	Ilmalämpö	9917	60		
K	Ilmavesilämpö	17035	104		
L	Takka	24078	132		
M	Kaukolämpö	10518	72	19366	132
N	Maalämpö	22857	168		
O	Sähkö	21360	92		

### 5.5.1 Kohde C

Kohde on sähkölämmitteinen, 136 neliöinen puurunkoinen matalaenergiatalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 18 900 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 139 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan matalaenergiatalon kulutus voisi olla 78–115 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde ei saavuta tuota tasoa. Lisälämmitysmuotona kohteessa on takka ja ilmanvaihtoon integroitu ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppua käytetään lisäksi jäähdytykseen, mikä näkyy kohteen kulutuksissa. Kohteen tiiveysluku on kohteista huonoin, mikä osaltaan vaikuttaa kulutukseen.

### 5.5.2 Kohde D

Kohde on kaukolämmitteinen, 147 neliöinen kivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 6 500 kWh sähköä ja 20 500 kWh kaukolämpöä, jolloin neliökulutukseksi tulee n. 183 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan normitalon kulutus voisi olla 160–175 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde ei saavuta tuota tasoa. Lisälämmityksenä on takka, mutta sitä ei juurikaan käytetä. Kohteessa on rännilämmityksiä 66 metriä eli noin 1200 wattia ja autotallin oven edustalla on sulanapitokaapelia 160 wattia. Autotalli on ollut tarpeetoman lämmin, mikä osaltaan vaikuttaa kohteen kaukolämmön kulutukseen. Kesäkuu-

kausina kaukolämpöä menee vain noin viidesosa talvikuukausiin nähden, mikä kertoo kohteen suuresta lämmitysenergian kulutuksesta.

### 5.5.3 Kohde E

Kohde on sähkölämmitteinen, 119 neliöinen puurunkoinen passiivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 13 200 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 111 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan passiivienergiatalon kulutus voisi olla 60–86 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä ei saavuta tuota tasoa. Lisälämmitysmuotona on ilmalämpöpumppu ja takka. Takkaa käytetään suhteellisen paljon, noin 3-4 kertaa viikossa lämmityskaudella. Lisäksi kohteessa lämpötila pudotetaan päivisin 17–18 asteeseen, kun ei olla paikalla. Ilmanvaihtokoneen vuorokausiohjelma pienentää ilmanvaihtoa arkipäiviksi.

### 5.5.4 Kohde H

Kohde on maalämmöllä lämpiävä, 390 neliöinen kivitalo. Lisälämmitysmuotona on takka, jota käytetään aika vähän, alle kerran viikossa. Samoin kiuasta käytetään alle kerran viikossa. Kohteessa on aina lämmin ulkoporeamme, jossa kylvetään noin joka toinen viikko. Autoa lämmitetään 4-5 kertaa viikossa lämmityskaudella. Autossa on sisätilanlämmitin. Lämmityksen säädössä on ollut ongelmia, mikä voi vaikuttaa kulutukseen. Ilmanvaihdon tuloilman esilämmitys on maapiirillä, mikä on energiatehokasta, mutta lämmöntalteenoton hyötysuhde on vertailtavien kohteiden huonoimmasta päästä, mikä taas huonontaa energiatehokkuutta.

Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 23 400 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 60 kWh. Tämän kohteen osalta sähkölaitokselta saadusta kulutustiedoista puuttui tammi-kuun lopusta neljä, helmikuun alusta yksitoista ja kesäkuulta seitsemän päivää. Nämä puuttuvat tiedot on korvattu seuraavasti: puolet kyseessä olevan ajankohdan aikaisemmasta hetkestä ja puolet myöhemmästä hetkestä, jolloin kokonaiskulutus on aika totuudenmukainen. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan normitalon kulutus voisi olla 160–175 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde saavuttaa helposti tuon tason, mikä selittyy kohteen suurella koolla.

### 5.5.5 Kohde J

Kohde on ilmalämmitteinen, 164 neliöinen kivirunkoinen passiivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 9 900 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 60 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan passiivienergiatalon kulutus voisi olla 60–86 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde saavuttaa tuon tason. Kohteessa on siis ilmanvaihtoon integroitu ilmalämpöpumppu sisäilman kierrätysjärjestelmällä. Myös ilmanvaihtokoneen tuloilma lämmitetään ilmalämpöpumpulla. Käyttövesi lämmitetään aurinkokeräimillä ja sähkövastuksilla. Säädoissä on ollut vähän ongelmia. Kiuasta käytetään alle kerran viikossa.

### 5.5.6 Kohde L

Kohde on takkalämmitteinen, 183 neliöinen kivirunkoinen passiivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 24 100 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 132 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan passiivienergiatalon kulutus voisi olla 60–86 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde ei saavuta tuota tasoa. Kohteessa on tulilattia Oy:n ilmakiertoinen lattialämmitys. Takkaa siis käytetään hyvin paljon. Vuodessa puita kuluu noin kolme kuutiota. Ilmanvaihdon tuloilman esilämmitys on maapiirillä. Käyttövesi lämmitetään takan lisäksi aurinkokeräimillä. Kohteessa on ulkoporeamme, sekä terassilla kolme yhden kilowatin lämmitintä. Lämmityksen säädössä on ollut ongelmia. Kohde on tiiveysluvultaan ja lämmöntalteenoton hyötysuhteeltaan parhaimmasta päästä.

### 5.5.7 Kohde M

Kohde on kaukolämmitteinen, 147 neliöinen kivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 10 500 kWh sähköä ja 19 400 kWh kaukolämpöä, jolloin kokonaisneliökulutukseksi tulee 204 kWh. Energiatehokaskoti-sivuston mukaan normitalon kulutus voisi olla 160–175 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde ei saavuta tuota tasoa. Lisälämmityksenä on poistoilmalämpöpumppu ja takka, mutta takkaa ei juurikaan käytetä. Kohteessa on rännilämmityksiä 66 metriä eli noin 1200 wattia ja autotallin oven edustalla on sulanapitokaapelia 160 wattia. Lämmityksen säädössä on ollut ongelmia, josta johtuen esimerkiksi autotalli on ollut tarpeettoman lämmin. Myös rännilämmityksen ohjauksessa on ollut ongelmia, jolloin ne ovat olleet lähes koko ajan päällä. Poistoilmalämpöpumppu hoitaa myös talon



jäähdytyksen. Asukkaiden mukaan talvella joidenkin ikkunoiden alareunaan kertyy jäätä/huurretta, mikä kertoo huonosta eristyksestä tai tiiveydestä.

### **5.5.8 Kohde N**

Kohde on maalämmöllä lämpiävä, 136 neliöinen kivitalo. Vuoden 2013 kokonaiskulutus oli n. 22 900 kWh, jolloin neliökulutukseksi tulee 168 kWh. Energiatehokaskotisivuston mukaan normitalon kulutus voisi olla 160–175 kWh/m<sup>2</sup>, jolloin tämä kohde saavuttaa tuon tason, vaikka maalämpökohteeksi kuluttaakin suhteellisen paljon. Tämän on ainut kohde, missä ei ole takkaa. Kiuasta käytetään tässä kohteessa eniten eli 3-4 kertaa viikossa ja saunomiskerran pituuskin on 2,5 tuntia. Sulanapitokaapelia kohteessa on 3,4 kilowattia.

## 6 YHTEENVETO

Tämä työ on osa Vuores-hanketta, jossa tutkitaan Tampereen Vuoreksen pientaloalueen viidentoista matalaenergiatalon energiankulutusta. Hankkeessa on mukana Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen kaupunki, Ekokumppanit Oy ja ECO2-hanke. Tässä työssä selvitettiin ja analysoitiin kohteiden kokonais- ja huippukulutuksia sekä vuosikulutuksia kuukausitasolla. Lisäksi vertailtiin eri kohteiden kulutuksia keskenään talvi- ja kesäviikon osalta. Työn ensisijaisena tavoitteena oli vertailla ja analysoida omakotitalojen kulutuksia ja sitä, mistä erot ja normaalista poikkeavat kulutukset voisivat johtua.

Keskenään vertailtavien kohteiden valinta oli vaikeaa. Kulutuksien analyysi on aika hankalaa kohteissa, joissa on joitain erikoisia järjestelmiä, rakenteita tai muuta normaalia rakentamisesta poikkeavaa. Jos kohteet olisivat olleet samanlaisia niin asukasmäärältään kuin kooltaan sekä jos kaikissa kohteissa oltaisiin oltu saman verran paikalla, olisi vertailu ollut huomattavasti helpompaa.

Kokoaajan lisääntyneet erilaiset viihdelaitteet, poreammeet ja muut sähkölaitteet lisäävät entisestään kulutustottumusten jakaantumista ja samalla vaikeuttavat kulutusten vertailua. Myös huollon vaikutusta energiankulutukseen on vaikeaa nähdä, koska se ei vaikuta suoraan kulutukseen, vaan välillisesti. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen suodattimen tukkoisuus näkyy ilmanvaihtokoneen lisääntyneenä kulutuksena ja huonontuneena hyötysuhteena.

Työn tuloksien ja analyysien perusteella voidaan todeta, että kulutuserot sekä suuret kulutukset johtuvat käyttötottumuksista, säädöistä ja lisääntyvistä sähkölaitteista. Käyttötottumukset vaikuttavat enemmän kokonaiskulutukseen kuin yksittäisen laitteen kulutukset, kun taas huippukulutuksiin vaikuttaa lähes poikkeuksetta vain yksittäiset suuritehoiset laitteet. Erilaisten laitteiden, kuten poreammeiden ja sulanapitojen yleistyminen näkyy kulutuksien kasvussa. Yksittäisen kohteen huippukulutus voi ajoittua mihin vuoden aikaan tahansa, yleensä kylmälle ajanjaksolle, kun taas useiden kohteiden yhteinen huippu ajoittuu vuoden kylmimpään aikaan.

Parannusehdotukseni kohteiden energiatehokkuutta ajatellessa on, että säädöt ja ohjaukset tarkastettaisiin varsinkin suuritehoisista laitteista ja järjestelmistä, kuten lämmityk-

sestä, ilmanvaihdosta, sulanapidoista ja terassilämmittimistä. Myös käyttötottumuksiin kannattaisi kiinnittää huomiota; huonelämpötila pidettäisiin 21-asteessa ja huolehdittaisiin, etteivät sähkölaitteet olisi turhaan päällä. Energiaa voitaisiin säästää esimerkiksi sammuttamalla valot tyhjillään olevista huoneista ja käyttämällä lämpötilan ja ilmanvaihdon pudotustoimintoja, jos niitä kohteeseen on asennettu.

Säätöjen ja ohjausten vaikutuksia energiankulutukseen kannattaisi selvittää vielä tarkemmin. Kuinka paljon esimerkiksi ilmanvaihdon pienentäminen vaikuttaa energiankulutukseen ja vastaavasti sisäilmaolosuhteisiin, tai kuinka paljon lämpötilan pudottaminen vaikuttaa energiankulutukseen eri lämmitysmuodoilla. Myös huollon vaikutusta energiankulutukseen olisi syytä tutkia tarkemmin. Kuinka paljon esimerkiksi ilmanvaihdon suodattimen tukkoisuus lisää energiankulutusta.

## LÄHTEET

Kodin sähkölaitteet. 2014. Energiateollisuus ry. Luettu 18.3.2014  
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kodin-sahkolaitteet>

Energiansäästötietoa. 2014. Energiateollisuus ry. Luettu 26.4.2014  
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/energiansaastotietoa>

Kotitalouksien sähkönkäyttö. 2011. Adato energia Oy.

Koti ja lämmitys. 2014. Energiateollisuus ry. Luettu 20.3.2014  
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys>

Sisälämpötila. 2014. Motiva Oy. Luettu 14.4.2014  
[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/nain\\_saastat\\_energiaa/lampo/sisalampotila](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lampo/sisalampotila)

Rakennusten energiatehokkuus D3. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö.

Passiivitalon määritelmä. 2014. Lylykangas K, Nieminen J. Luettu 26.4.2014  
<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=maarittely>

Matalaenergiatalojen määritelmät. 2014. Motiva Oy. Luettu 25.3.2014  
[http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva\\_tietaa](http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa)

Finni E, Hietaniemi J, Karppinen R. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. 2001. Sähköinfo Oy.

Tiainen E. D1 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2012. Sähköinfo Oy.

## LIITTEET

## Liite 1. Kohteiden perustiedot.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
<b>Kohde</b>																
<b>Lämmitystapa</b>	Poistoilmalämpö	Maalämpö	Sähkö	Kaukolämpö	Sähkö	Takka	Takka	Maalämpö	Kaukolämpö	Ilmalämpö	Ilmaesilämpö	Takka	Kaukolämpö	Maalämpö	Sähkö	
<b>Koko (m<sup>2</sup>)</b>	150,0	215,1	136,0	147,0	119,0	173,4	242,0	390,2	147,0	164,0	163,6	183,0	147,0	136,0	232,0	
<b>Runkomat.</b>	Puu	Puu	Puu	Kivi	Puu	Puu	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Kivi	Puu	
<b>Tilveys</b>	0,60	0,36	1,10	Ei tietoa	0,60	0,21	0,60	0,80	Ei tietoa	0,50	0,29	0,40	Ei tietoa	0,60	0,60	
<b>Energiatavoite</b>	Nollaenergia	Energialuokka A	Maalaenergia	Energialuokka A	Passiivenergia	Passiivenergia	Passiivenergia	Energialuokka A	Energialuokka A	Passiivenergia	Passiivenergia	Passiivenergia	Energialuokka A	Energialuokka A	Passiivenergia	
<b>LTO n.</b>	90	70	83	min.45	78	90	90	70	min.45	75	84	88	min.45	81	Ei tietoa	
<b>Henkilöt</b>	4	3	4	2	2	Ei tietoa	3-1	4	3	8	2	4	4	2	2	
<b>Kluusi/käyttö</b>	Puu/Ei tietoa	Sähkö/3-4 krt/vk, 1,1v/krt	Sähkö/1-2 krt/vk	Sähkö/Ei tietoa	Sähkö/Ei tietoa	Puu/Ei tietoa	Puu/1-2 krt/vk, 2h/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 2h/krt	Sähkö/1-2 krt/vk, 2h/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 1h/krt	Sähkö/1-2 krt/vk, 0,4h/krt	Sähkö/2-3 krt/vk	Sähkö/alle 1 krt/vk, 1,5h/krt	Sähkö/3-4 krt/vk, 2,5v/krt	Sähkö/alle 1 krt/vk, 2h/krt	
<b>Takka/käyttö</b>	Ei tietoa käytöstä	Ei juurikaan	1-2 krt/vk	Ei juurikaan	3-4 krt/vk	Ei tietoa käytöstä	3-4 krt/vk	alle 1 krt/vk	1-2 krt/vk	1-2 krt/vk	Kerran kuussa	3m <sup>3</sup> puuta/vuosi	Kerran kuussa	Ei ole	alle 1 krt/vk	
<b>Muu lämmitys</b>	Paneelit ja keräimet, lämmälähteen lämpö ja takka		Ilmanvaihtoon integroitu ILP		ILP	Savunaxkiuas, takka, keräimet,	Tullattua Oy; Takka ja Aurinkokeräimet	Alina lämmin ulkoporeamme; 1krt/2vk, autonläm.; sisätäänläm. 4-5 krt/vk	Rännilämmitykset, autonläm.; alle 1krt/vk	Aurinkokeräimet + 3kW vastus LVI:ssä	PILP	Tullattua Oy; Takka ja Aurinkokeräimet	PILP		Aurinkokeräimet	
<b>Suuritehoiset laitteet</b>		6 kW vastus tulolman esilämmityksessä		Rännilämmitykset			Sisäporeamme; kerran kuussa, autonläm.; sisätäänläm. lähes joka päivä	Jäähdytys maapinnasta, ulkoporeamme; 1krt/2vk, autonläm.; sisätäänläm. 4-5 krt/vk	Rännilämmitykset, autonläm.; alle 1krt/vk	Autonläm.; alle 1krt/vk	Rännilämmitys 1,25kW	Ulkoporeamme, terassilämmittimet 3x1kW	Rännilämmitykset, autonläm.; sisätäänläm. alle 1krt/vk	Sulanapitoja n.3.4kW, Autonläm.; sisätäänläm. alle 1krt/vk	Sisäporeamme; kerran kuussa, autonläm.; sisätäänläm. 4-5 krt/vk	
<b>Huomiot</b>	Aussa ainakin ollut saato ongelmia	Jäähdytys maapinnasta		Autotallit olleet tarpeettoman lämmin.	Päivällä 17-18 astetta, IVK:een vuorokauskohti. Pienentää ilmanvaihtoa arkipäiviksi	Tulolman esilämmitys maapinnalla		Jäähdytys maapinnasta. Lämmityksen säädössä ollut ongelmia.	Autotallit olleet tarpeettoman lämmin. Rännilämmitysten säädössä ollut ongelmia	Säädössä ollut ongelmia	Jäähdytys PILP, lämmityksen säädössä ollut ongelmia	Tulolman esilämmitys maapinnalla. Lämmityksen säädössä ollut ongelmia	Jäähdytys PILP, lämmityksen säädössä ollut ongelmia	Jäähdytys maapinnasta, lämmönjakon epätasainen		säätiöjä tekemättä