



Henri Marjakangas

HIRSITALOJEN ENERGIANKULUTUSSELVITYS

HIRSITALOJEN ENERGIANKULUTUSSELVITYS

Henri Marjakangas
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Henri Marjakangas
Opinnäytetyön nimi: Hirsitalojen energiankulutusselvitys
Työn ohjaajat: Pekka Kilpinen ja Seppo Romppainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014
Sivumäärä: 74 + 2 liitettä

Hirsitaloteollisuus ry halusi selvittää hirsisten omakotitalojen toteutuneet energiankulutukset, laskennallisen ja toteutuneen energiankulutuksen mahdolliset poikkeavuudet ja niiden syyt. Tavoitteena oli myös saada tietoa siitä, onko hirsisten omakotitalojen energiankulutus määräysten osoittamalla tasolla, sekä osoittaa, että hirsiseinän vaikutus kokonaisenergiankulutukseen ei ole merkittävä verrattuna käyttäjätottumusten vaikutukseen.

Laskennallisen ja toteutuneen kulutuksen erojen tiedettiin johtuvan pääosin käyttäjätottumuksista, mutta syitä eroavaisuuksiin haluttiin selvittää tarkemmin. Tutkimuksen aineisto kerättiin hirsitalojen asukkailta sähköisellä kyselyllä. Kyselyllä pyrittiin selvittämään vuoden 2012 toteutunutta energiankulutusta sekä asukkaiden käyttötottumuksia. Energiankulutukset muunnettiin vastaamaan Jyväskylän arvoja ja selvitettyä kulutusta verrattiin kohteiden energiatodistuksista saataviin laskennallisiin arvoihin. Tutkittavia kohteita oli yhteensä 80 kappaletta.

Tulosten perusteella hirsitalojen energiankulutus näyttäisi olevan määräysten osoittamalla tasolla. Suurimmassa osassa kohteista selvitetty kulutus on huomattavasti pienempi kuin laskennallinen kulutus. Suurin kulutukseen vaikuttava tekijä vaikuttaisi olevan asukkaiden erilaiset käyttötottumukset. Selvitetystä kulutuksessa oli suuria eroja kohteiden välillä.

Tässä tutkimuksessa selvitetyn energiankulutuksen tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia laskennallisten kanssa mutta hyvin suuntaa antavia. Tulosten luotettavuutta voitaisiin parantaa suuremmalla kohdemäärällä sekä mittausten avulla.

Asiasanat: rakennus, energiatodistus, energiankulutus, hirsitalo, vertailu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Option of House Building

Author: Henri Marjakangas
Title of thesis: The Energy Consumption of Log Houses
Supervisors: Pekka Kilpinen and Seppo Romppainen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014
Pages: 74 + 2 appendices

Hirsitaloteollisuus ry (Finnish log house industry association) wanted to find out the actual consumption of energy in log houses and compare the results to calculated values. Part of the study was to find out the reasons that cause differences between actual and calculated values. Also one goal in this study was to find out if the log houses consumption of energy was in accordance with the regulations and to show that the effects of log wall isn't significant compared to the residents habits.

Differences between actual and calculated values were known to be caused mainly because of the residents habits. Research material was gathered from the residents by survey. The surveys aim was to find out the actual consumption of energy in year 2012 and the habits of the residents. The consumption of energy was standardized to Jyväskylä. Calculated values that were used to comparison were gathered from the energy audits. The amount of subjects in this study was 80.

The results indicate that the energy consumption of log houses is in accordance with the regulations. In most of the subjects the actual consumption is much smaller than the calculated value. It seems that the thing that has the biggest effect on energy consumption is the different resident habits. The actual consumption of energy alternated largely between the subjects of study. The results of the study aren't fully comparable to the calculated values but the figures are approximate. The results reliability could be improved by using bigger amount of subjects and by doing measurements.

Keywords: building, energy audit, consumption of energy, log house, comparison

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 ENERGIATODISTUS	9
2.1 Yleistä energiatodistuksista	9
2.2 Energiatodistus pientaloissa	10
3 TUTKIMUSMENETELMÄT	14
3.1 Kohteista	14
3.2 Tutkimuksen toteutus	14
3.3 Lämmitysenergian korjaaminen astepäiväluvulla	15
3.4 Lämpimän käyttöveden energiankulutus	16
4 TULOKSET	17
4.1 Aineisto	17
4.2 Sähkönkulutus	21
4.3 Vedenkulutus	25
4.4 Ostoenergiankulutus	27
5 TULOSTEN KÄSITTELY	35
5.1 Sähkönkulutus	36
5.2 Vedenkulutus	41
5.3 Ostoenergiankulutus	45
5.4 Kulutukseen vaikuttavat tekijät	57
5.4.1 Huoneistoala	57
5.4.2 Asukasmäärä	59
5.4.3 Kerrosluku	62
5.4.4 Sisälämpötila	64
5.4.5 Talon rakentaja	66
5.4.6 Sauna	69
6 YHTEENVETO	71
LÄHTEET	74

LIITTEET

Liite 1 Kohdetietoja

Liite 2 Kysely

SANASTO

Kokonaisvedenkulutuksella tarkoitetaan käyttäjän ilmoittamaa vuoden 2012 vedenkulutusta, joka sisältää kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutuksen.

Laitesähkö on valaistuksen, ilmanvaihtojärjestelmän ja muun laitesähkön yhteenlaskettu kulutus. Se ei sisällä lämmitykseen ja jäähdytykseen kuluva sähköä.

Laskennallisella arvolla tarkoitetaan energiatodistuksesta saatavaa arvoa.

Ostoenergialla tarkoitetaan vuotuisia rakennukseen tuotavia energiamääriä, jotka on tuotava sähköinä, kaukolämpönä, kaukokylmänä tai polttoaineina.

Selvitetty sanalla tarkoitetaan tutkimuksessa selvitettyä sähkön- ja ostoenergiankulutusta, jotka on saatu käyttäjien ilmoittamien kulutusten perusteella. Ostoenergiankulutus on normitettu vastaamaan Jyväskylän vertailuarvoja.

Selvitetty (Takka huomioitu) ostoenergiankulutus pitää sisällään selvitetyn ostoenergiankulutuksen lisäksi tulisijassa poltetusta puusta saatavan energiamäärän.

1 JOHDANTO

Tutkimuksen lähtökohtana on Hirsitaloteollisuus ry:n (HTT) halu selvittää hirsisten omakotitalojen todellista energiankulutusta. Tutkimuksessa selvitetään HTT:n jäsenyritysten toimittamien hirsitalojen energiankulutusta niiden talojen osalta, joille oli tehty säädösten mukainen energiaselvitys.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää hirsisten omakotitalojen toteutuneet energiankulutukset ja miten laskennallinen ja toteutunut energiankulutus poikkeavat toisistaan. Lisäksi halutaan selvittää, mistä nämä erot johtuvat. Tavoitteena on myös saada tietoa siitä, onko hirsisten omakotitalojen energiankulutus määräysten osoittamalla tasolla, sekä osoittaa, että hirsiseinän vaikutus kokonaisenergian kulutukseen ei ole merkittävä verrattuna käyttäjätottumusten vaikutukseen. Laskennallisen ja toteutuneen kulutuksen erot tiedetään johtuvan pääosin käyttäjätottumuksista, mutta syitä eroavaisuuksiin halutaan selvittää tarkemmin.

Tutkimus rajattiin koskemaan vuosina 2009–2010 toimitettuja hirsitaloja, joille oli tehty vuoden 2008 energiamääräysten mukaiset energiaselvitykset. Talojen täytyi myös olla ympärivuotisessa käytössä, ja niissä täytyi olla asuttu vähintään vuosi. Toteutunut energiankulutus selvitetään sähköisellä asukaskyselyllä, josta saatuja tietoja verrataan energiatodistuksen laskennallisiin arvoihin. Tutkimuksen perusteella saadut keskimääräiset selvitetty ja laskennalliset arvot esitetään luvussa 4.1.

2 ENERGIATODISTUS

2.1 Yleistä energiatodistuksista

Energiatodistus kertoo rakennuksen energiatehokkuuden, ja sen avulla voidaan vertailla eri rakennusten energiankulutusta. Todistus perustuu rakennuksen energiakulutukseen ja sen teknisiin ominaisuuksiin. Rakennuksen energialuokka ilmoitetaan luokitteluasteikolla A-G samaan tapaan kuin esimerkiksi kodinkoneissa. A-luokan rakennus kuluttaa vähiten energiaa ja G-luokan rakennus eniten. Rakennuksen käyttötarkoitus määrää luokitteluasteikon. Energiatodistus edellytetään rakennuslupamenettelyn yhteydessä, ja pääsuunnittelijan on varmennettava se ennen rakennuksen käyttöönottoa. Uudistetut todistukset ovat väriltään sinisiä, kun taas vanhan lain mukaiset todistukset ovat väriltään vihreitä (kuva 1). Uudistetuissa energiatodistuksissa on myös ilmoitettava rakennuksen toteutunut ostoenergiankulutus, mikäli se on tiedossa. Lisäksi todistuksessa on esitetty keinoja, joilla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa.

ENERGIATODISTUS																											
Rakennus Rakennustyyppi: Erillinen pientalo Osoite: Kotikatu 1 00100 Helsinki Valmistusvuosi: 427-403-2-17 D 001 Rakennustunnus: Asuntojen lukumäärä: 1																											
Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu ☒ rakennuslupamenettelyn yhteydessä ☐ erillisen tarkastuksen yhteydessä																											
<table border="1"><thead><tr><th>ET-luku</th><th>Vähän kuluttava</th><th>Rakennuksen ET-luokka</th></tr></thead><tbody><tr><td>- 150</td><td>A</td><td></td></tr><tr><td>151 - 170</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td>171 - 190</td><td>C</td><td></td></tr><tr><td>191 - 230</td><td>D</td><td>D</td></tr><tr><td>231 - 270</td><td>E</td><td></td></tr><tr><td>271 - 320</td><td>F</td><td></td></tr><tr><td>321 -</td><td>G</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Paljon kuluttava</td></tr></tbody></table> Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm²/vuosi): 222 Energiatodistuksen luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset Energiatodistuksen luokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen. Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.		ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka	- 150	A		151 - 170	B		171 - 190	C		191 - 230	D	D	231 - 270	E		271 - 320	F		321 -	G		Paljon kuluttava	
ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka																									
- 150	A																										
151 - 170	B																										
171 - 190	C																										
191 - 230	D	D																									
231 - 270	E																										
271 - 320	F																										
321 -	G																										
Paljon kuluttava																											
Todistuksen antaja: Pekka Pääsuunnittelija	Todistuksen tilaaja: Matti Meikäläinen																										
Allekirjoitus: <i>Pekka Pääsuunnittelija</i>																											
Todistuksen antamispäivä: 23.1.2008	Viimeinen voimassaolopäivä: 22.1.2018																										

ENERGIATODISTUS																	
Rakennuksen nimi ja osoite: Mallirakennus Kotikatu 1 00100 Helsinki																	
Rakennustunnus: 427-403-2-17 D 001 Rakennuksen valmistusvuosi: 2013																	
Rakennuksen käyttötarkoituksella: Yhden asunnon talot																	
Todistustunnus:																	
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Energiatodistuksen luokitteluasteikko</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td></td></tr><tr><td>E</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td></tr><tr><td>G</td><td></td></tr></tbody></table> Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) 154 kWh_{sp} / (m²/vuosi)		Energiatodistuksen luokitteluasteikko		A		B		C	C	D		E		F		G	
Energiatodistuksen luokitteluasteikko																	
A																	
B																	
C	C																
D																	
E																	
F																	
G																	
Todistuksen laatija: Eero Energiatodistuksen laatija	Yritys: Oy Yritys AB Kotikatu 1 00100 Helsinki																
Allekirjoitus:																	
Todistuksen laatimispäivä: 27.2.2013	Viimeinen voimassaolopäivä: 27.2.2023																

KUVA 1. Vanhan ja uuden energiatodistuksen etusivu

Energiatodistus on osa rakennuksen energiaselvitystä. Energiatodistuksen voi laatia todistusten laadintaan pätevästi henkilö, joka on merkitty asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARAn) ylläpitämään rekisteriin. Pätevyyksiä on kahdenlaisia: perustason ja ylemmän tason laatijapätevyys. Energiatodistuksen laatijalla tulee olla tehtävään soveltuva tekniikan alan tutkinto tai korvaava työkokemus. Lisäksi hänen pitää olla perehtynyt energiatodistusten laadintaan ja lainsäädäntöön ja tulee suorittaa hyväksytysti energiatodistusten laatijakoe. Päteväksi energiatodistusten laatijaksi hänet toteaa ympäristöministeriön valtuuttama taho. (Energiatodistus. 2013.)

Energiatodistuksella halutaan kiinnittää kiinteistönomistajien huomio rakennusten energiankulutukseen sekä parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja vähentää kasvihuonepäästöjä. Taustalla on Suomen energia- ja ilmastostrategia sekä Kioton ilmastositimus. Energiatodistusten käyttöönottoon velvoittaa EU:n rakennusten energiatehokkuutta koskeva energiatehokkuusdirektiivi. Direktiivin tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä ja parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Laki rakennuksen energiatodistuksesta tuli voimaan vuoden 2008 alussa. Samaan aikaan tulivat voimaan myös ympäristöministeriön asetukset rakennuksen energiatehokkuuden laskentamenetelmästä (Rakennusmääräyskokoelman osa D5) ja asetukset energiatodistuksesta (765/2007). RakMK osa D3 sisältää määräykset rakennusten energiatehokkuudesta ja osassa D5 on esitetty rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta. (Energiatodistusopas 2007.2009.)

2.2 Energiatodistus pientaloissa

Energiatodistus on tullut pakolliseksi uudisrakentamisessa vuonna 2008. Ennen vuotta 2008 rakennetuille pientaloille todistus on ollut vapaaehtoinen. Vuodesta 2009 asti on uusissa pientaloissa vaadittu energiatodistus myös myynti- ja vuokraustilanteissa. Rakennusten energiatehokkuutta koskevia määräyksiä on täydennetty ja muutettu useaan otteeseen. 1.1.2009 voimaan tulleen asetusmuutoksen mukaan pinta-alana käytetään rakennuksen bruttoalaa, josta on vähennetty lämmittämättömien tilojen osuus. Aikaisemmin bruttoalaan laskettiin myös kylmät tilat. Rakennusten energiatehokkuutta koskevia määräyksiä tiu-

kennettiin 1.1.2010 voimaan astuneessa asetuksessa. ET-luvun sijaan alettiin käyttää E-lukua 1.7.2012 voimaan tulleissa määräyksissä. Lainsäädäntö muuttui jälleen 1.6.2013, jolloin energiatodistusta uudistettiin. Uudistuksen myötä energiatodistus vaaditaan myös vanhoilta pientaloilta myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Uudistetut energiatodistukset astuvat kuitenkin voimaan vaiheittain, ja ennen vuotta 1980 rakennetuille pientaloille energiatodistus vaaditaan vasta 1.7.2017 alkaen. Energiatodistusta ei vaadita alle 50 m²:n kokoisille rakennuksille, loma-asunnoille tai suojelluille rakennuksille. (Ympäristö. 2013.)

Uudistusten myötä liikkeellä on kahdenlaisia energiatodistuksia. Ennen 1.7.2012 tehdyissä todistuksissa ilmoitetaan rakennuksen energiatehokkuus ET-luvulla (energiatehokkuusluku) ja uudistetuissa todistuksissa E-luvulla. Pientalojen energiatehokkuusluku perustuu aina laskennallisiin arvoihin eikä toteutuneeseen energiakulutukseen. Todellinen kulutus riippuu asukkaiden määrästä ja käyttäjätottumuksista. Myös rakennuksen sijainnilla on vaikutusta. Vanhan lain mukaiset energiatodistukset (ennen uudistusta myönnetyt) ovat voimassa todistuksessa ilmoitetun voimassaoloaikansa mukaisesti tai kunnes ne korvataan uusilla. Uusi todistus on voimassa 10 vuotta.

ET-luku sisältää rakennuksen tarvitseman vuotuisen lämmitys- ja sähköenergiamäärän sekä jäähdytysenergiamäärän, mikäli rakennuksessa on jäähdytysjärjestelmä. Energiatehokkuusluku lasketaan jakamalla rakennuksen vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. Pientaloille energiankulutus lasketaan rakennusmääräyskokoelman osan D5 mukaan. Lämmitysenergia sisältää tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian, mutta ei kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiatuotannon häviöitä. Tilojen lämmityksen energiankulutus lasketaan käyttäen Jyväskylä-Luonetjärvi-vyöhykkeen (säävyöhyke 3) mukaisia säätietoja. (Energiatodistusopas 2007. 2009.)

E-luku kertoo rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen. E-luku on laskennallinen arvo, joka pitää sisällään rakennuksen vuotuisen ostoenergiankulutuksen painotettuna eri energiamuotojen kertoimilla (kuva 2). Kertoimet pohjautuvat primäärienergiaan ja kuvaavat luonnonvarojen kulutusta. E-luku saadaan ker-

tomalla rakennuksen ostoenergiankulutus energiamuotojen kertoimilla ja jakamalla rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla. (Ympäristö. 2013.) Kokonaisenergiankulutuksen ja kesäajan huonelämpötilan laskenta tehdään Helsinki-Vantaa-vyöhykkeen (säävyöhyke 1) säätietoja käyttäen (D3-2012).



KUVA 2. Ostoenergiankulutuksen taseraja (D3-2012)

Määräyksissä hirsitaloksi määritellään rakennus, jossa ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on hirsi, jonka keskimääräinen rakennepaksuus on vähintään 180 mm. Hirsitalot kuuluvat käyttötarkoituksiluokkaan 1 (erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo), mutta niille myönnettiin omat arvonsa, joilla E-luku määräytyy. Arvot ovat hieman suuremmat kuin muista materiaaleista rakennetuille pientaloille (taulukko 1). Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa hirsiseinän (keskimääräinen paksuus vähintään 180mm) lämmönläpäisykertoimen eli U-arvona käytetään $0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, kun se muille seinärakenteille on $0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. (D3-2012.) Ympäristöministeriö perustelee eroja hirsirakentamisen vähäisellä ympäristökuormituksella (Hirsitaloteollisuus. 2011).

TAULUKKO 1. Uudisrakennuksen E-luku ei saa ylittää seuraavia arvoja (D3-2012)

	Lämmitetty nettoala, A_{netto}	kWh/m ² vuodessa
Pientalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	204
	$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
	$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	130
Hirsitalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
	$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
	$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	155

Rakennuksen energiantarve koostuu käyttöveden ja tilojen (ilmanvaihto, vaippa ja vuotoilma) lämmitystarpeesta sekä sähköenergiantarpeesta ja jäähdytystarpeesta. Näiden tarve katetaan järjestelmien siirtämällä lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergialla, henkilöiden luovuttamalla lämpöenergialla, rakennukseen tulevalle auringon säteilyenergialla ja muilla lämpökuormilla. Rakennuksen energiankulutus koostuu järjestelmien siirtämästä lämpöenergiasta, sähköenergiasta ja jäähdytysenergiasta sekä järjestelmien häviöstä. Rakennuksen energiankulutuksesta saadaan tuotantotavan perusteella tarvittava ostoenergiankulutus. Energiatodistuksen lopussa ilmoitetut lämmitys-, laitesähkö- ja jäähdytysenergiankulutukset muodostavat yhteenlaskettuna rakennuksen energiankulutuksen. (D5-2007.)

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Kohteista

Tutkimukseen valittiin vuosina 2009–2010 toimitetut talot, joille on tehty määräysten mukaiset energiaselvitykset. Valittujen kohteiden täytyi olla ympärivuotisessa käytössä ja niissä täytyi olla asuttu vähintään vuosi. Tutkimukseen valittiin kaiken kaikkiaan 450 kohdetta ympäri Suomea, jotka jakautuivat tutkimukseen osallistuvien yritysten mukaan seuraavasti:

- Finnlamelli 111 kpl
- Honkarakenne 39 kpl
- Kontio/Kimara 233 kpl
- Mammutihirsi 67 kpl

3.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen aineisto kerättiin asukaskyselyllä, joka toteutettiin Webropol-ohjelmalla. Kyselyllä pyrittiin selvittämään talon toteutunutta energiankulutusta ja käyttäjätottumuksia. Kysely lähetettiin asiakkaille sähköpostilla ja vastausaikaa oli kuukausi. Mahdollisia kysymyksiä ja ongelmia varten määrättiin jokaiselta yritykseltä yksi yhdyshenkilö, johon voi ottaa yhteyttä tarvittaessa.

Vertailuaineistona käytettiin talojen energiatodistuksia, jotka saatiin tutkimukseen osallistuvilta yrityksiltä. Energiatodistusten arvot on laskettu rakennusmääräyskokoelman osan D5-2007 mukaan.

Sähkönkulutus osiossa verrataan todistuksessa ilmoitettua laskennallista laitesähkönkulutusta ilmoitettuun sähkönkulutukseen. Selvitetty sähkönkulutus on asukkaan ilmoittama vuoden 2012 toteutunut sähkönkulutus. Vedenkulutus osiossa tarkastellaan vedenkulutusta ja sen vaikutusta rakennuksen energiankulutukseen. Toteutunutta lämpimän käyttöveden energiankulutusta tutkittiin kokonaisvedenkulutuksen perusteella kohdan 3.4 mukaan. Ostoenergiankulutuksen osalta vertailuun käytetään todistuksessa ilmoitettua rakennuksen yhteenlasketua energiankulutusta, joka pitää sisällään lämmitys-, laitesähkö- ja jäähdy-

tysenergian. Kohteiden lämmitysenergia on korjattu astepäiväluvulla kohdassa 3.3 esitetyllä tavalla. Selvitetty ostoenergiankulutus ei pidä sisällään tulisijasta saatavaa energiaa, ellei sitä ole erikseen mainittu. Ainoastaan niissä kohteissa, missä ensisijaiseksi lämmitysjärjestelmäksi ilmoitettiin varaava takka/leivinuuni, on takassa poltetusta puusta vapautuva energia laskettu selvitettyyn ostoenergiankulutukseen. Tulisijasta saatava energia on kuitenkin huomioitu, ja sen vaikutus on esitetty kuviossa 12 ja taulukossa 10. Tulosten käsittelyosiossa, tulisijan vaikutusta energiankulutukseen on käsitelty kohdassa 5.3. Kohdassa 5.4 on tarkasteltu eri tekijöiden vaikutusta rakennuksen energiankulutukseen.

Vertailuun käytetään keskiarvoja ja keskihajontoja. Keskiarvoista ja -hajonnoista on jätetty pois ne kohteet, joissa kulutus poikkesi huomattavasti muista. Lisäksi kulutusta on tarkasteltu regression kautta saatavilla selitekerroimilla. Regression tarkoituksena on selittää y-arvojen vaihtelua x-arvojen vaihtelulla, ja selityskertoimella mitataan, miten hyvin tässä on onnistuttu. Myös x- ja y-arvojen välistä korrelaatiota on pohdittu.

3.3 Lämmitysenergian korjaaminen astepäiväluvulla

Kaikkien kohteiden lämmitysenergiat korjattiin Ilmatieteen laitoksen määrittämällä vuosi- ja kuntakohtaisilla lämmitystarveluvulla; ilmastotieteellinen vertailukausi oli 1971–2000 ja valtakunnallinen vertailupaikkakunta Jyväskylä. Niille paikkakunnille, joille ei löytynyt omaa paikkakuntaakohtaista korjauskerrointa, käytettiin lähimmän paikkakunnan arvoa. Toteutuneena lämmitystarvelukuna käytettiin Ilmatieteen laitoksen ilmoittamia vuoden 2012 arvoja. Ilmatieteenlaitoksen mukaan vuoden 2012 toteutuneet lämmitystarveluvut ovat keskimäärin lähellä normaalivuoden 1971–2000 vertailuarvoja.

Kohteet, joissa lämmitysmuotona oli joko lämpöpumppu tai sähkölämmitys, ei tarkkaa lämmitysenergian määrää voitu ilman mittauksia saada selville. Näissä kohteissa oletettiin lämmitysenergian kulutukseksi 40 prosenttia käytetystä sähköenergiasta ja se osuus korjattiin edellä mainitulla tavalla Jyväskylään.

Puu- ja öljylämmitteisissä kohteissa lämmitysenergian määrä saatiin kertomalla käytetyn polttoaineen määrä polttoarvolla ja hyötysuhteella. Polttoarvoina käy-

tettiin D5-2007:n taulukossa 3.2 ilmoitettuja arvoja. Mikäli käytettävää puupolttoainetta ei ollut ilmoitettu, oletettiin, että käytetään sekahalkoja. Mikäli käytetyn tilavuuden yksikköä (irtokuutiometri tai pinokuutiometri) ei ollut ilmoitettu, oletettiin tällöin kyseessä olevan irtokuutiometri. Kohteissa, joissa käytettyjen polttopuiden kuutiomäärä oli ilmoitettu jollekin välille (x-y), käytettiin laskuissa näiden lukujen keskiarvoa. Lämmitystapojen hyötysuhteena käytettiin D5-2007:n taulukon 3.1 mukaisia arvoja. Pilkekattilan ja tulisijan hyötysuhteena käytettiin 70 prosenttia ja öljykattilassa 88 prosenttia.

3.4 Lämpimän käyttöveden energiankulutus

Lämpimän käyttöveden energiankulutus arvioitiin asukkaiden ilmoittamasta kokonaisvedenkulutuksesta. Lämpimän veden osuudeksi oletettiin 40 prosenttia kokonaiskulutuksesta, ja tämän osuuden lämmittämiseen tarvittava energia laskettiin seuraavasti:

$$Q_{lkv} = 0,4 * 58 * kokonaisvedenkulutus [m^3] \quad \text{KAAVA 1}$$

$$Q_{lkv} = \text{lämpimän käyttöveden energiankulutus [m}^3\text{]}$$

$$0,4 = 40 \%$$

$$58 = \text{D5-2007 liitteissä 1-6 annettu vakio}$$

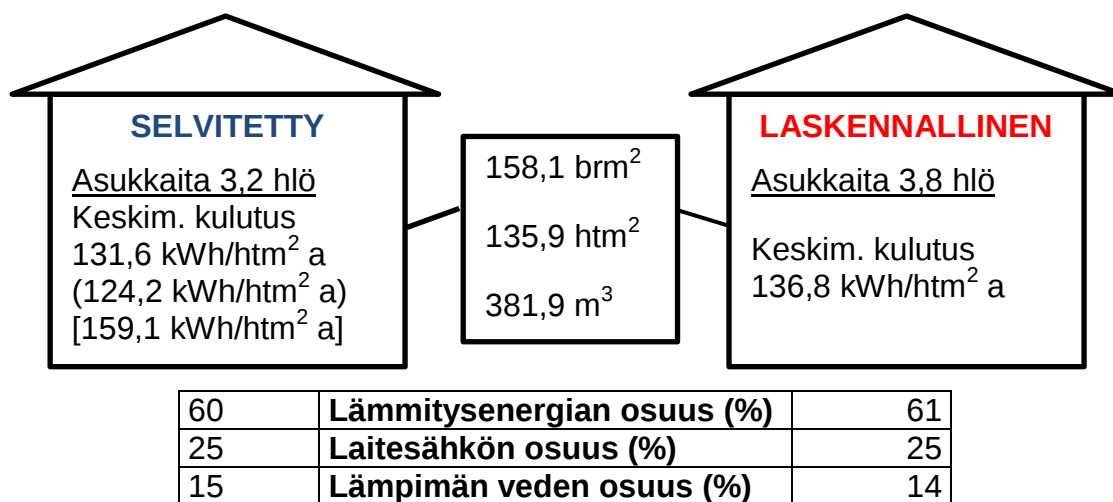
(D5-2007; liitteet 1-6, kohta 2.2.2 Lämpimän käyttöveden energiankulutus.)

4 TULOKSET

4.1 Aineisto

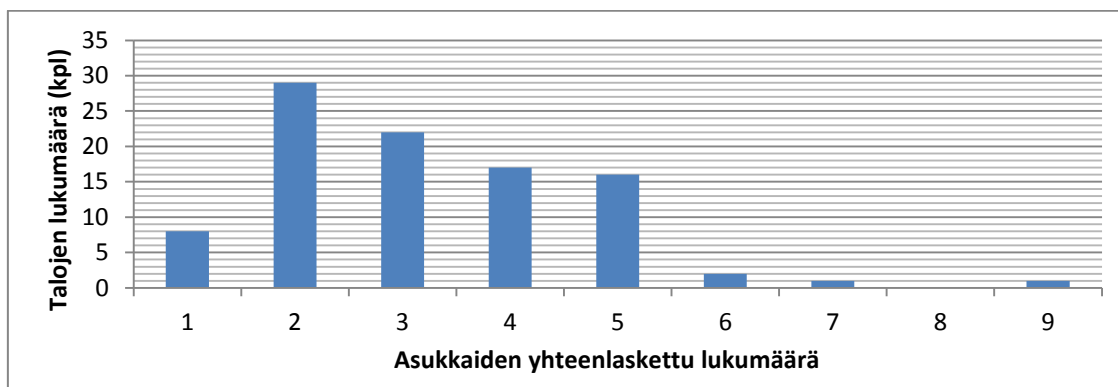
Kysely (liite 2) lähetettiin kaikkiaan 450 henkilölle ja vastauksia saatiin 115. Vastausprosentiksi saatiin tällöin 25,6 %, mikä on hieman alle toivotun 30–40 %. Vastausten joukossa oli 19 kohdetta, jotka eivät olleet ympärivuotisessa käytössä, ja ne jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Ympärivuotisessa käytössä olevia rakennuksia oli 95. Suurin puute vastauksissa oli vedenkulutus. Useassa kohteessa oli oma kaivo, eikä asukkailla ollut tarkkaa tietoa kokonaisvedenkulutuksesta. Mukana oli myös muutamia kohteita, joihin ei saatu vertailuarvoja. Ne kohteet on jätetty pois kuvioista mutta huomioitu keskiarvoissa.

Ympärivuotisessa käytössä olevien talojen keskimääräinen bruttopinta-ala oli 158,1 m² ja huoneistoala 135,9 m². Ilmatilavuuden keskiarvo oli 381,9 m³. Keskimäärin asukkaita taloa kohti oli 3,2 (kuvio 1) ja todistuksessa ilmoitettu asukasmäärä oli keskimäärin 3,8. Tulisijassa käytettiin puuta keskimäärin 4,3 pino-kuutiota. Talojen käyttöönottovuosien keskiarvo oli 2010,5 (kuvio 2) ja keskiarvoikä 2,5 vuotta. Kuvassa 3 on esitetty tutkimuksen perusteella saadut keskimääräiset arvot. Talojen sijainti Suomen kartalla on esitetty kuviossa 3.

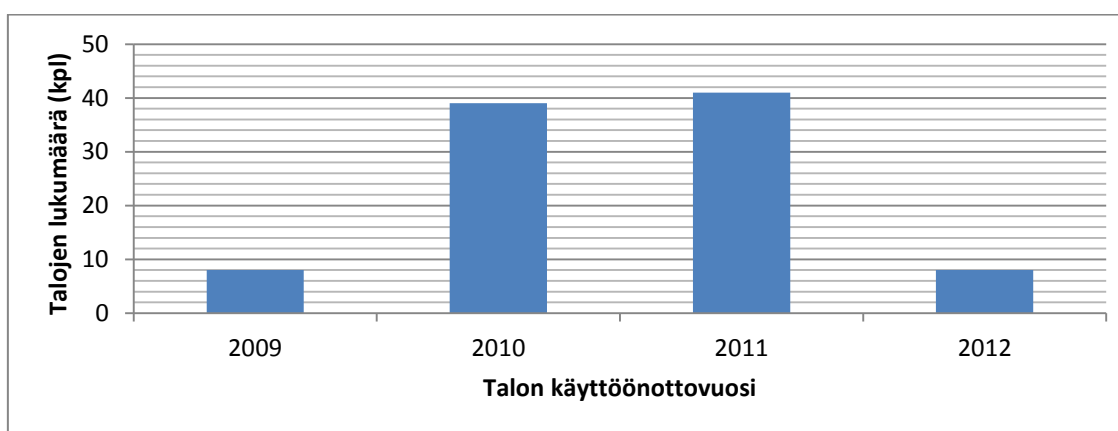


Keskimääräinen kulutus on laskettu ostoenergiankulutuksesta. Laskennallisessa arvossa on huomioitu lämpöpumppujen hyötysuhteet. Suluissa on esitetty keskiarvo, kun eniten poikkeavia kohteita ei huomioida. Hakasuluissa on esitetty keskimääräinen kulutus, kun takka on huomioitu.

KUVA 3. Keskimääräiset arvot.



KUVIO 1. Asukkaiden yhteenlaskettu lukumäärä kohteissa



KUVIO 2. Taloiden käyttöönotto vuosi



KUVIO 3. Kohteiden sijainti Suomen kartalla (Google Maps)

Tiedot on saatu asukkaiden täyttämästä asukaskyselystä. Kokonaisvedenkulutus, ensisijaisen lämmitysjärjestelmän vuotuinen kulutus ja sähkönkulutus on pyydetty ilmoittamaan vuodelta 2012. Asukkaita pyydettiin ilmoittamaan kulutukset sähkö-, vesi- tai muiden laskujen perusteella. Kysyttäessä asukkaiden tyytyväisyyttä talonsa energiatehokkuuteen asteikolla 1-5 oli keskiarvo 4. Näin ollen hirsitalojen käyttäjät vaikuttavat olevan hyvin tyytyväisiä talonsa energiatehokkuuteen.

Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että joissain tapauksissa laskutuskauti ei ole koko vuodelta, vaan se voi olla vuodenjaksolta esimerkiksi kesäkuusta 2012 kesäkuuhun 2013. Tällöin on oletettava, että osa kulutustiedoista perustuu käyttäjien arvioihin. Tuloksia tarkasteltaessa on myös otettava huomioon, että osassa kohteista vastaukset olivat osittain puutteellisia. Myös osa ilmoitetuista arvoista voi olla virheellisiä.

Ilmoitettu polttopuumäärä on muunnettu energiasuureeksi, joko koivupilkkeen polttoarvolla 1700 kWh/pino-m³ tai sekapuupilkkeen polttoarvolla 1300 kWh/pino-m³. Öljytilavuus on muunnettu energiasuureeksi kevyen polttoöljyn polttoarvolla 10,0 kWh/dm³.

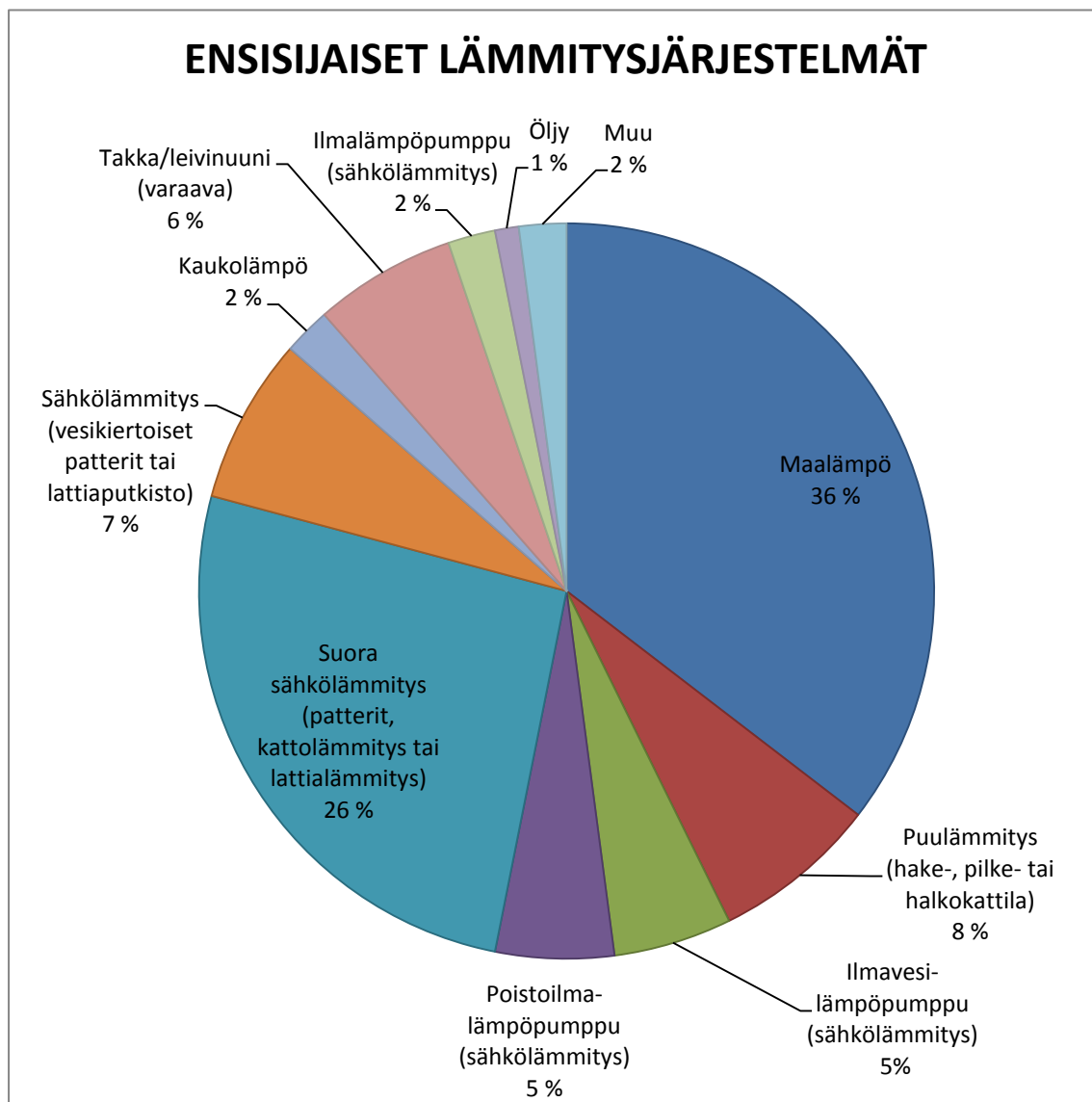
Taulukossa 2 on esitetty kohteiden ilmoitetut lämmitysmuodot ja taulukossa 3 lämmönjakojärjestelmät. Joissakin kohteissa lämmönjakojärjestelmää ei tiedetty, koska sitä ei ollut ilmoitettu energiatodistuksessa eikä sitä kysytty asukaskyselyssä. Kuviossa 4 on esitetty kohteiden jakautuminen ensisijaisen lämmitysjärjestelmän mukaan.

TAULUKKO 2. Kohteiden lämmitysmuodot

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ(T)	Kpl
Maalämpö	1
Maalämpö ja takka/leivinuuni (varaava)	30
Maalämpö ja takka (kamina-malli)	1
Maalämpö ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Maalämpö ja takka (kamina-malli) ja poistoilmalämpöpumppu	1
Suora sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava)	10
Suora sähkölämmitys ja takka (kamina-malli)	1
Suora sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava) ja ilmalämpöpumppu	8
Suora sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	2
Suora sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava) ja poistoilmalämpöpumppu	1
Suora sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava) ja ilmalämpöpumppu ja sähkö	1
Suora sähkölämmitys ja poistoilmalämpöpumppu	1
Varaava sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava)	4
Varaava sähkölämmitys ja takka/leivinuuni (varaava) ja poistoilmalämpöpumppu	2
Varaava sähkölämmitys ja aurinkokeräin ja puuliesi	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja sähkö	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja takka/leivinuuni (varaava)	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja aurinkokeräin	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja takka/leivinuuni (varaava) ja ilmalämpöpumppu	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila) ja aurinkokeräin ja aurinkokenno ja sähkö	1
Ilmavesilämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava)	2
Ilmavesilämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava) ja poistoilmalämpöpumppu	1
Ilmavesilämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Ilmavesilämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava) ja aurinkokeräin	1
Ilmalämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava)	1
Ilmalämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Kaukolämpö ja takka/leivinuuni (varaava)	2
Poistoilmalämpöpumppu ja takka/leivinuuni (varaava)	5
Takka/leivinuuni (varaava)	4
Takka/leivinuuni (varaava) ja ilmalämpöpumppu	1
Takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	2
Öljy ja takka/leivinuuni (varaava) ja sähkö	1
Muu mikä? Savumax ja takka/leivinuuni (varaava) ja aurinkokeräin	1

TAULUKKO 3. Lämmönjakojärjestelmät

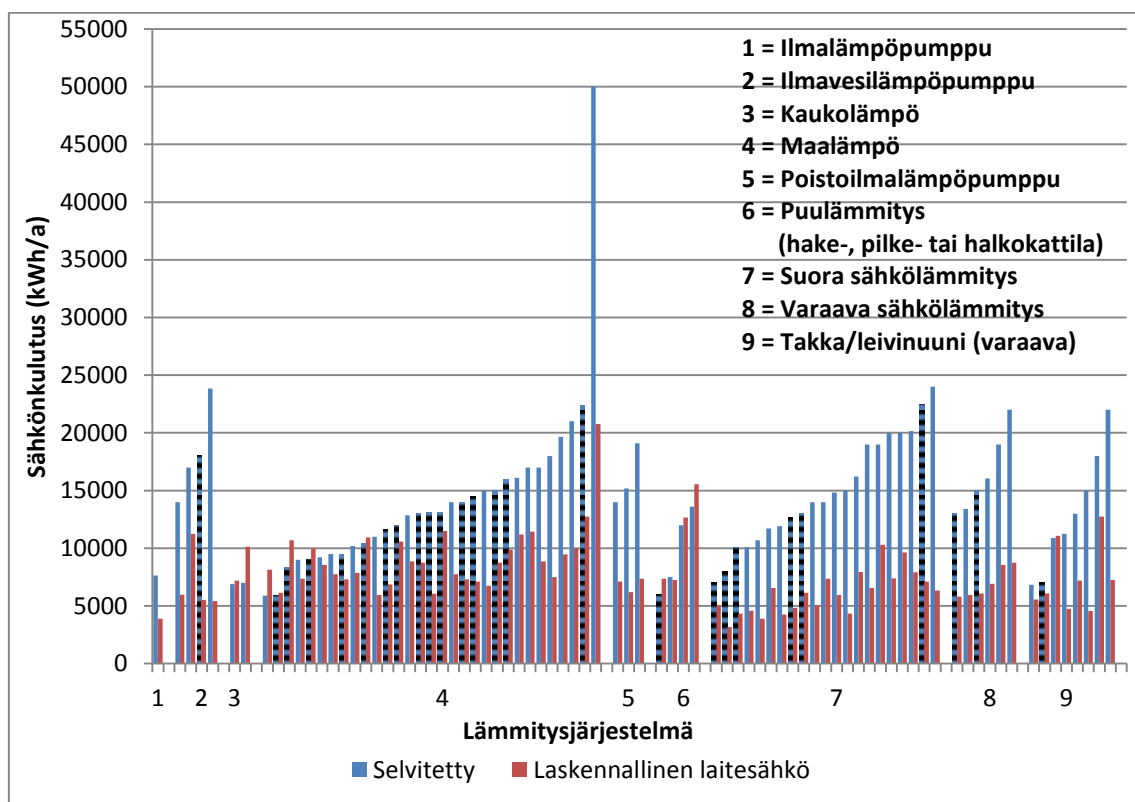
LÄMMÖNJAKOTAPA	Kpl
Vesikiertoinen lattialämmitys	47
Sähköinen lattialämmitys	8
Sähkölämmityspatterit	13
Ei ilmoitettu	28



KUVIO 4. Ensisijaiset lämmitysjärjestelmät

4.2 Sähkönkulutus

Asukaskyselyssä pyydettiin ilmoittamaan sähkölaskun perusteella vuoden 2012 kokonaiskulutus, joka sisältää kaiken sähkön. Kaukolämpö- ja puulämmitystaloja lukuun ottamatta selvitetty sähkönkulutus sisältää myös lämmityksen ja lämpimän käyttöveden valmistukseen kuluvan sähkön. Yksittäiset lämmitysjärjestelmät, joista ei voitu laskea keskiarvoa, on jätetty taulukoiden ulkopuolelle. Laskennallisena vertailuarvona on käytetty energiatodistuksessa ilmoitettua laitesähkönkulutusta.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 5. Sähkönkulutus lämmitysjärjestelmittäin

Kuviossa 5 on esitetty sähkönkulutus lämmitysjärjestelmittäin jaoteltuna. Huomaa, että vertailuarvona on käytetty laskennallista laitesähköä. Taulukossa 4 on esitetty selvitetyn sähkönkulutuksen keskimääräiset arvot ja keskihajonnat.

TAULUKKO 4. Sähkönkulutus lämmitysjärjestelmittäin

Sähkölämmitystä ja lämpöpumppuja käyttävissä kohteissa sähkönkulutus sisältää myös lämmitykseen kuluvan sähkön.

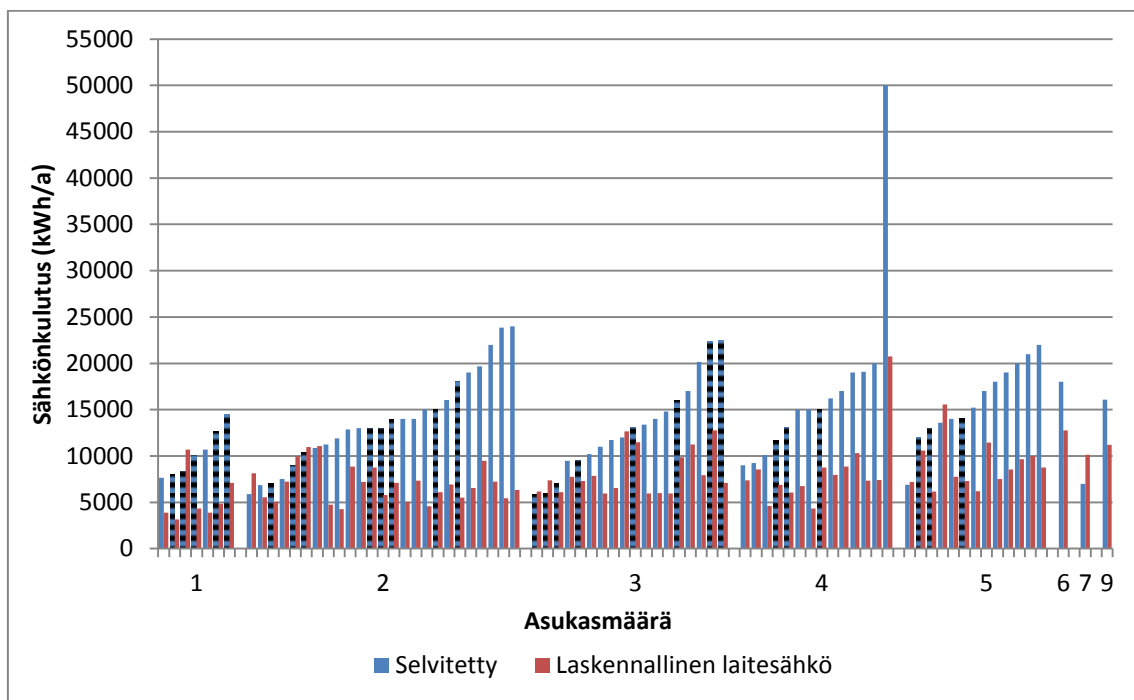
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty sähkönkulutus (kWh/a)	Keskihajonta (kWh/a) [%]
Maalämpö	13021,1	4027,8 (30,9)
Kaukolämpö	6950,0	70,7 (1,0)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	15839,3	5106,5 (32,2)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	8656,1	3260,1 (37,7)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	16326,3	2230,5 (13,7)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	18210,3	4120,7 (22,6)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)	16862,9	3403,7 (20,2)
Takka/leivinuuni (varaava)	13246,4	5596,7 (42,3)

Taulukossa 5 on esitetty keskimääräiset sähkönkulutukset ja keskihajonnat huoneistoneliötä kohti eri lämmitysjärjestelmillä. Huomaa, että vertailuarvona on käytetty laskennallista laitesähköä.

TAULUKKO 5. Selvitetty sähkönkulutus huoneistoneliötä kohti lämmitysjärjestelmittäin luokiteltuna

Sähkölämmitystä ja lämpöpumppuja käyttävissä kohteissa sähkönkulutus sisältää myös lämmitykseen kuluvan sähkön.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty sähkönkulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Keskim. laskennallinen laitesähkönkulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]
Maalämpö	88,7	26,1 (29,4)	57,7	7,2 (12,5)
Kaukolämpö	46,5	9,1 (19,6)	56,7	2,1 (3,7)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	138,3	34,1 (24,7)	55,7	2,7 (4,9)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	54,6	6,4 (11,7)	59,6	5,3 (8,9)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	130,3	13,9 (10,7)	56,9	2,8 (4,9)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	161,6	50,0 (30,9)	59,2	12,1 (20,4)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)	146,6	15,8 (10,8)	62,8	5,4 (8,6)
Takka/leivinuuni (varaa-va)	119,0	54,8 (46,1)	63,9	20,8 (32,6)



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 6. Selvitetty sähkönkulutus vuotta kohden ilmoitetun asukasmäärän mukaan jaoteltuna

Kuviossa 6 on esitetty sähkönkulutus asukasmäärän mukaan jaoteltuna. Huomaa, että vertailuarvona on käytetty laskennallista laitesähköä. Taulukossa 6 on esitetty selvitetyn sähkönkulutuksen keskimääräiset arvot ja keskihajonnat.

TAULUKKO 6. Selvitetty sähkönkulutus vuotta kohden asukasmäärien mukaan

ASUKASMÄÄRÄ (kpl)	Keskim. selvitetty sähkönkulutus (kWh/a)	Keskihajonta (kWh/a) [%]
1	10277,9	2571,0 (25,0)
2	13792,1	5139,2 (37,3)
3	13572,1	5385,9 (39,7)
4	13620,3	4058,4 (29,8)
5	17223,3	3543,8 (20,6)

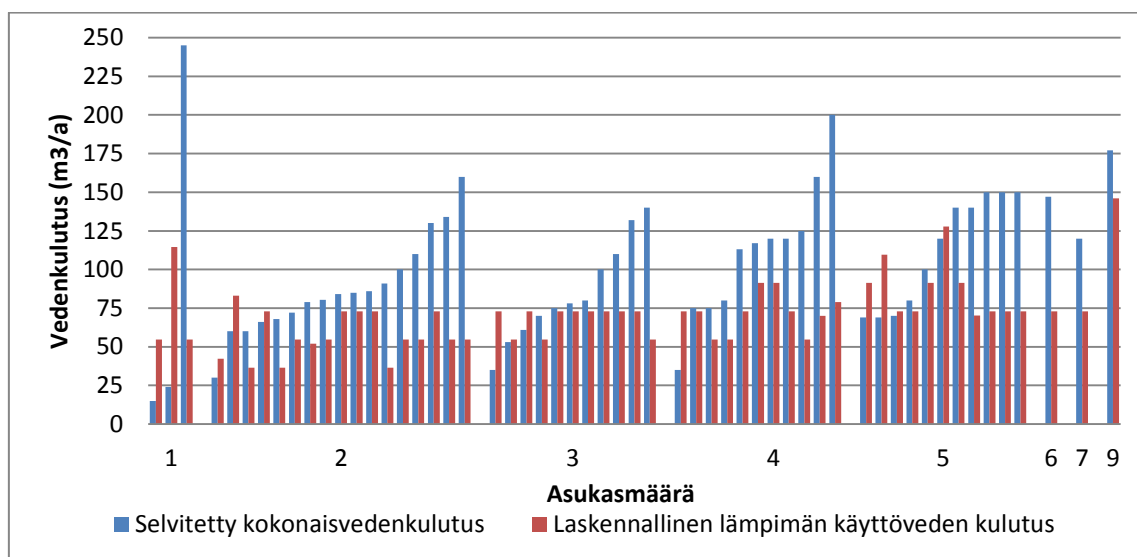
Taulukossa 7 on esitetty keskimääräiset sähkönkulutukset ja keskihajonnat huoneistoneliötä kohti eri asukasmäärillä. Huomaa, että vertailuarvona on käytetty laskennallista laitesähköä

TAULUKKO 7. Keskimääräinen selvitetty sähkönkulutus huoneistoneliötä kohti asukasmäärittäin jaoteltuna

ASUKASMÄÄRÄ (kpl)	Keskim. selvitetty sähkönkulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen laitesähkönkulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
1	118,7	34,4 (29,0)	56,6	3,4 (6,0)
2	123,5	54,2 (43,9)	58,6	8,4 (14,3)
3	95,1	35,1 (36,9)	57,5	4,9 (8,5)
4	117,9	32,5 (27,6)	56,6	3,6 (6,4)
5	106,2	35,7 (33,6)	57,1	5,1 (8,9)

4.3 Vedenkulutus

Asukaskyselyssä pyydettiin ilmoittamaan vesilaskun perusteella kokonaisvedenkulutus vuodelle 2012. Tämän kohdan vastauksissa oli yllättävän paljon puutteita, ja useassa kohteessa oli oma kaivo eikä vedenkulutusta mitattu. Tiedot on esitetty vain niistä kohteista, missä vedenkulutus oli ilmoitettu. Kuviossa 10 on selvitetty kokonaisvedenkulutus ja laskennallinen lämpimän käyttövedenkulutus huoneistoalan mukaan jaoteltuna. Taulukossa 8 on esitetty keskimääräiset kokonaisvedenkulutukset ja keskihajonnat eri asukasmäärille. Kuvioita ja taulukoita tarkasteltaessa on huomioitava, että selvitetty kokonaisvedenkulutus sisältää sekä kylmän että lämpimän veden ja laskennallinen arvo sisältää vain lämpimän käyttöveden kulutuksen.

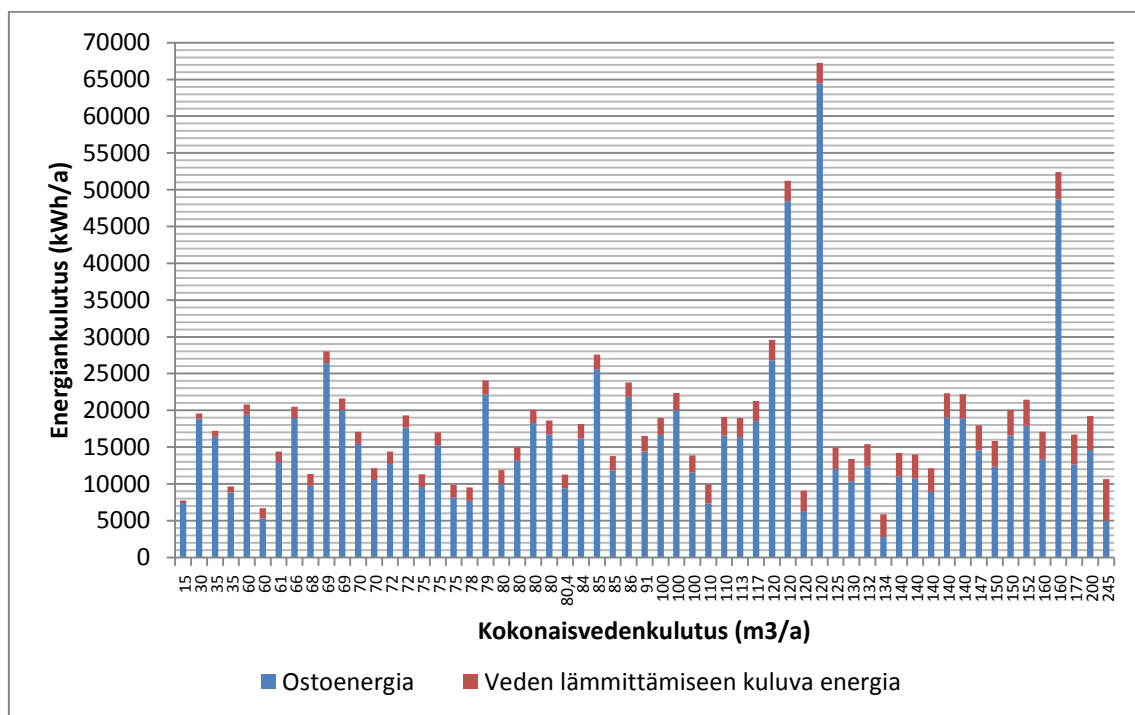


KUVIO 7. Vedenkulutus asukasmäärän mukaan jaoteltuna

TAULUKKO 8. Keskimääräinen kokonaisvedenkulutus ja arvojen keskihajonta asukasmäärittäin jaoteltuna

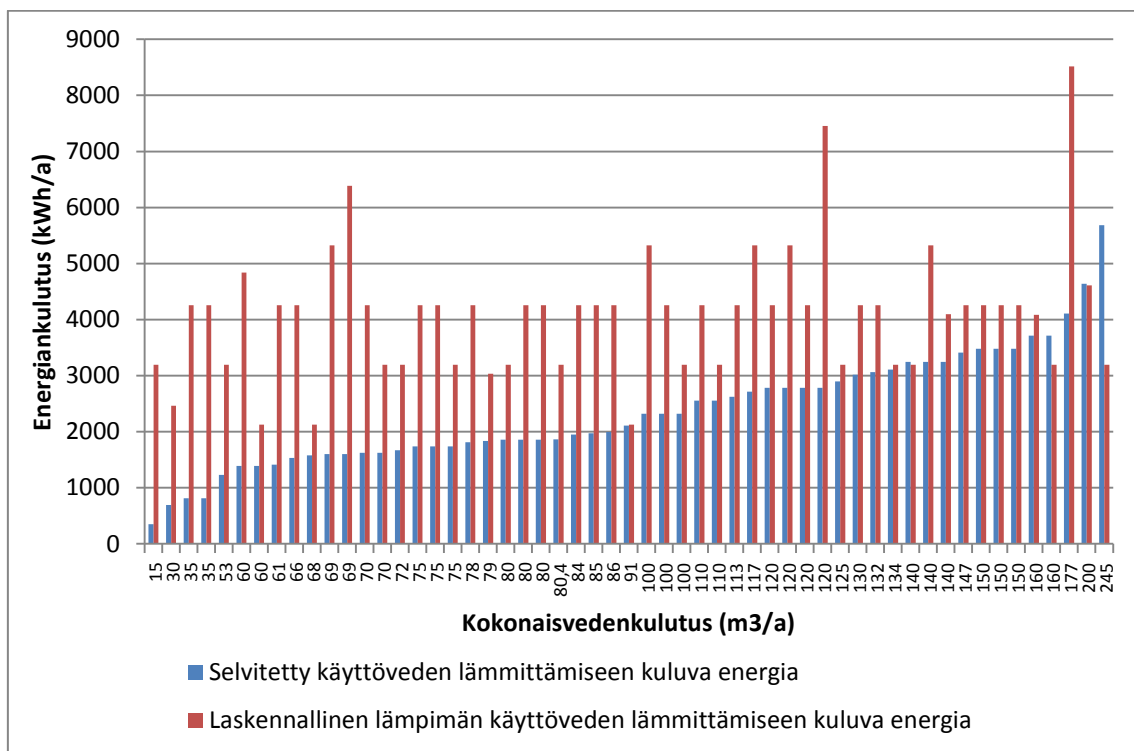
ASUKASMÄÄRÄ (kpl)		Keskim.kulutus (m ³ /a)	Keskihajonta (m ³ /a) [%]
1		19,5	6,4 (32,8)
2		87,1	30,9 (35,5)
3		84,5	31,0 (36,7)
4		111,2	42,4 (38,1)
5		117,7	34,8 (29,6)

Kuviossa 8 on esitetty lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian osuus selvitetystä ostoenergiasta kokonaisvedenkulutuksen mukaan jaoteltuna. Lämpimän veden osuudeksi on oletettu 40 prosenttia selvitetystä kokonaisvedenkulutuksesta. Kulutus on laskettu kaavalla 1.



KUVIO 8. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian osuus selvitetystä ostoenergiankulutuksesta

Kuviossa 9 on vertailtu selvitettyä ja laskennallista lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energiaa. Lämpimän veden osuudeksi on oletettu 40 prosenttia selvitetystä kokonaisvedenkulutuksesta. Selvitetty kulutus on laskettu kaavalla 1.



KUVIO 9. Selvitetty lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia (to-
teutuneen kulutuksen perusteella) ja laskennallinen lämpimän käyttöveden
lämmittämiseen kuluva energia

4.4 Ostoenergiankulutus

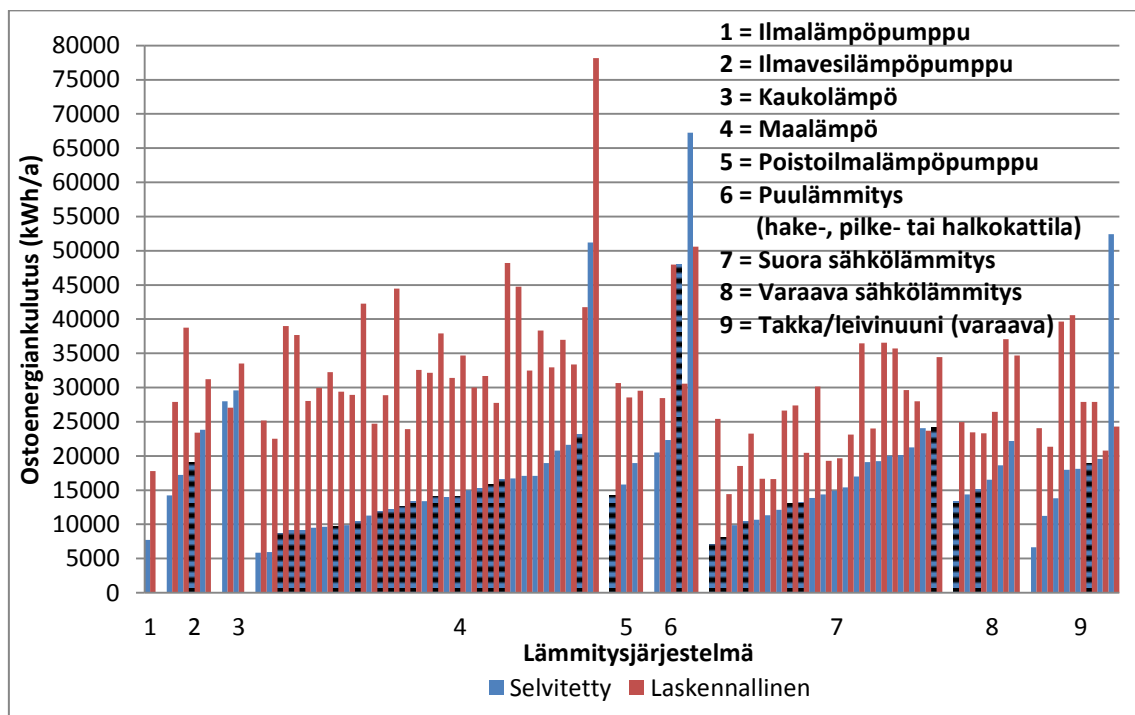
Selvitetty ostoenergiankulutus on asukkaan ilmoittama kulutus muutettuna vas-
taamaan Jyväskylän arvoja kohdassa 3.3 ilmoitetulla tavalla. Tulisijasta saata-
vaa energiaa ei ole muutettu vastaamaan Jyväskylän arvoja. Selvitetty os-
toenergiankulutus ei pidä sisällään tulisijasta saatavaa energiaa, ellei sitä ole
erikseen mainittu kuvion tai taulukon yhteydessä. Ainoastaan niissä kohteissa,
missä ensisijaiseksi lämmitysjärjestelmäksi ilmoitettiin varaava takka/leivinuuni,
on takassa poltetusta puusta vapautuva energia laskettu selvitettyyn ostoener-
giankulutukseen.

Puukiukaan käytöstä saatavaa lämpöenergiaa ei ole laskettu mukaan arvoihin,
koska sen ei katsottu olevan rakennuksen suunnitelmallista lämmittämistä.
Kohdassa 5.4.6 on käsitelty saunan vaikutusta kulutukseen.

22,1 prosenttia vastanneista ilmoitti, että kohteessa käytetään jäähdytystä. Yhteenkään energiatodistukseen ei ollut kuitenkaan merkitty jäähdytykseen kulu-
van energian määrää. Näitä kohteita ei ole erikseen tarkasteltu.

Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo. Näihin on oletettu vedenkulutukseksi tutkimuksessa saa-
dut vedenkulutuksen keskiarvot asukasmäärästä riippuen, ja tämän jälkeen
lämmitysenergian osuus on muunnettu vastaamaan Jyväskylän arvoja.

Kuvioita tarkasteltaessa on huomioitava, että vain kuviossa 11 ja taulukossa 10
on laskennallisissa arvoissa huomioitu lämpöpumppujen hyötysuhde. Maaläm-
pöpumpun hyötysuhteena on käytetty arvoa 2,5 ja ilma-, ilmavesi- ja poistoilma-
lämpöpumpuilla arvoa 2,0. Laskennallisina vertailuarvoina on energiantodistuk-
sessa ilmoitettu rakennuksen yhteenlaskettu energiankulutus.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo. Lämpö-
pumppua käyttävissä kohteissa selvitetty ostoenergiankulutus ei sisällä pumpun tuottamaa lämpöenergiaa
mutta laskennallinen arvo sisältää.

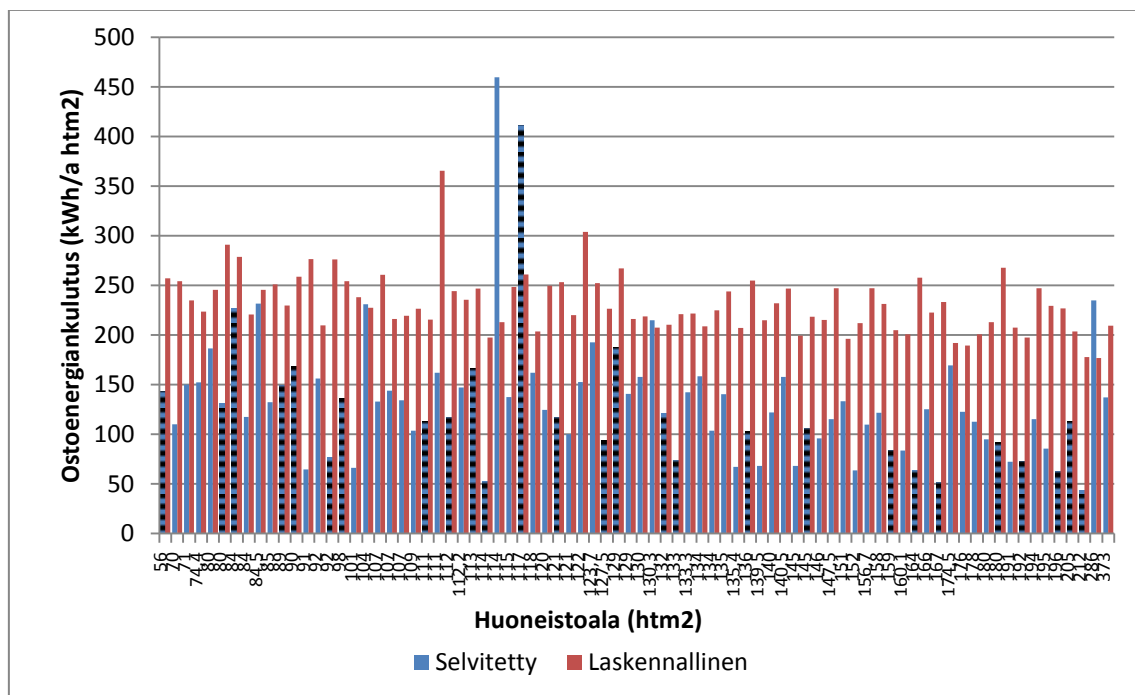
KUVIO 10. Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin

TAULUKKO 9. Selvitetty ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin

Lämpöpumppua käyttävissä kohteissa selvitetty energiankulutus ei sisällä pumpun tuottamaa lämpöenergiaa.

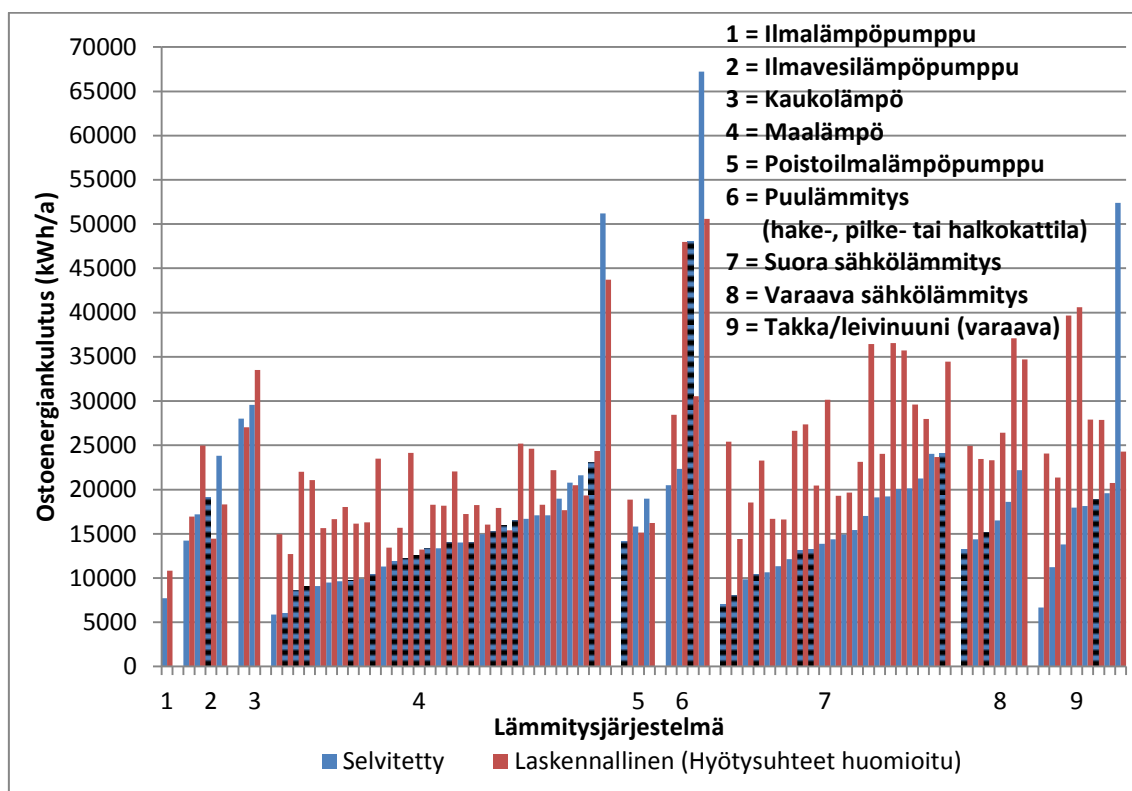
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a)	Keskihajonta (kWh/a) [%]
Maalämpö	13416,4	4362,3 (32,5)
Kaukolämpö	28791,3	1112,1 (3,9)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	15205,7	5012,4 (33,0)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	30302,3	15402,1 (50,8)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	16314,1	2449,4 (15,0)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	18585,1	4018,6 (21,6)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiatputkisto)	16684,1	3264,5 (19,6)
Takka/leivinuuni (varaava)	15174,9	4814,5 (31,7)

Kuviossa 12 on esitetty ostoenergiankulutus huoneistoneliötä kohti huoneistoalan mukaan jaoteltuna.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 12. Selvitetty ja laskennallinen ostoenergiankulutus huoneistoneliötä kohti huoneistoalan mukaan jaoteltuna



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo. Laskennallisissa arvoissa hyötysuhteet on otettu huomioon. Arvot ovat suoraan vertailtavissa.

KUVIO 11. Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin, kun laskennallisissa arvoissa hyötysuhteet on otettu huomioon

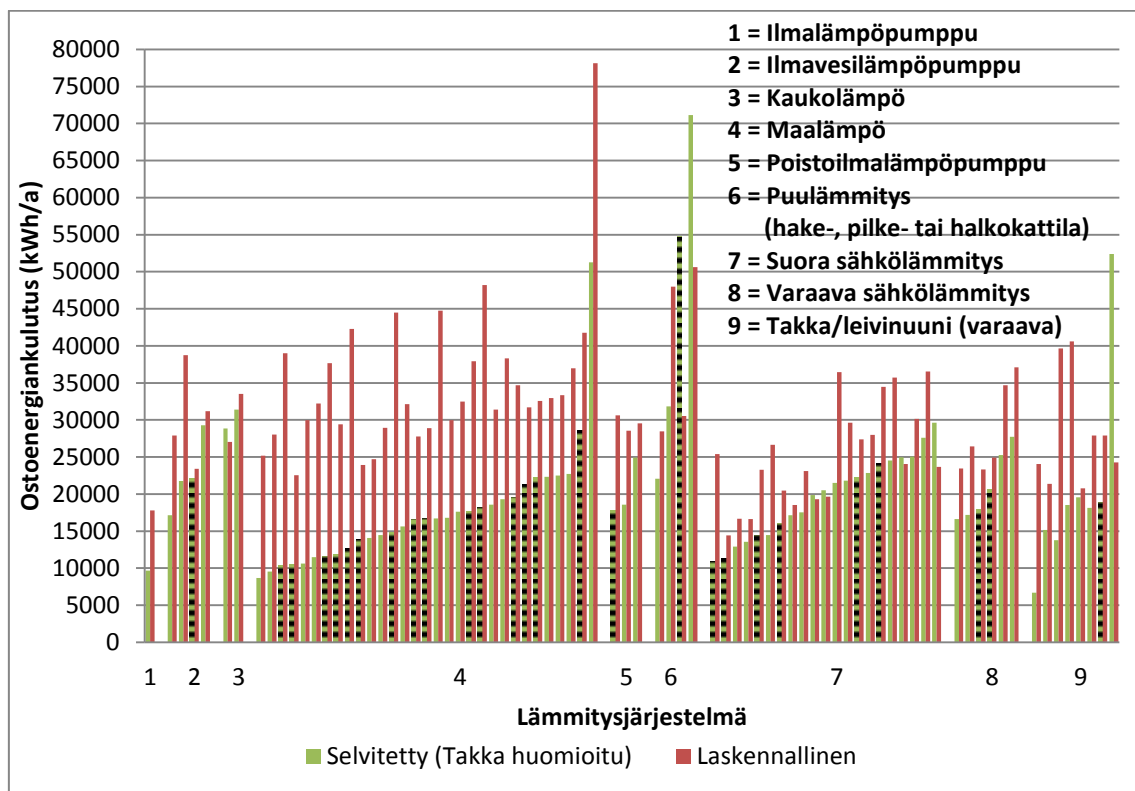
Kuviossa 11 ja taulukossa 10 on esitetty ostoenergiankulutukset, kun laskennallisissa arvoissa on huomioitu lämpöpumppujen hyötysuhteet. Taulukon 10 toiseksi viimeisessä sarakkeessa suluissa esitetyt arvot ovat lämpöpumppukohdeissa keskimääräinen laskennallinen ostoenergiankulutus, kun lämmitysenergiankulutus on jaettu pumpun hyötysuhteella. Maalämpöpumppujen kohdalla käytettiin hyötysuhteena 2,5 ja poistoilma- ja ilmavesilämpöpumppujen kohdalla 2,0.

TAULUKKO 10. Selvitetty ja laskennallinen ostoenergiankulutus huoneistonieliötä kohti lämmitysjärjestelmittäin jaoteltuna

Toiseksi viimeisessä sarakkeessa suluissa esitetyt arvot ovat lämpöpumppukohteissa keskimääräinen laskennallinen ostoenergiankulutus, kun lämmitysenergiankulutus on jaettu pumpun hyötysuhteella.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]
Maalämpö	90,3	27,1 (30,0)	221,2 (123,0)	22,9 (10,4)
Kaukolämpö	192,2	32,1 (16,7)	199,8	11,0 (5,5)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	140,4	34,6 (24,6)	232,3	25,2 (10,8)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	229,7	130,5 (56,8)	226,1	37,2 (16,5)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	132,3	13,5 (10,2)	241,1 (127,0)	17,0 (7,1)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	165,6	53,8 (32,5)	259,8 (154,7)	13,8 (5,3)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)	149,3	13,0 (8,7)	253,2	28,7 (11,3)
Takka/leivinuuni (varaava)	138,8	57,3 (41,3)	231,3	18,3 (7,9)

Tulisijassa käytettiin puuta keskimäärin 4,3 pino-m³. Kuviossa 13 on esitetty keskimääräiset kulutukset lämmitysjärjestelmittäin, kun tulisijan käyttö on huomioitu. Tutkimuksen kohteista 3 prosenttia käytti kamina-mallin takkaa ja varaavaa takkaa/leivinuunia 91 prosenttia. Vain yhdessä kohteessa ei ilmoitettu käytettävän mitään lisälämmitystä.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo. Lämpöpumpua käyttävissä kohteissa selvitetty energiankulutus ei sisällä pumpun tuottamaa lämpöenergiaa mutta laskennallinen arvo sisältää.

KUVIO 13. Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin, kun tulisijan käyttö on huomioitu

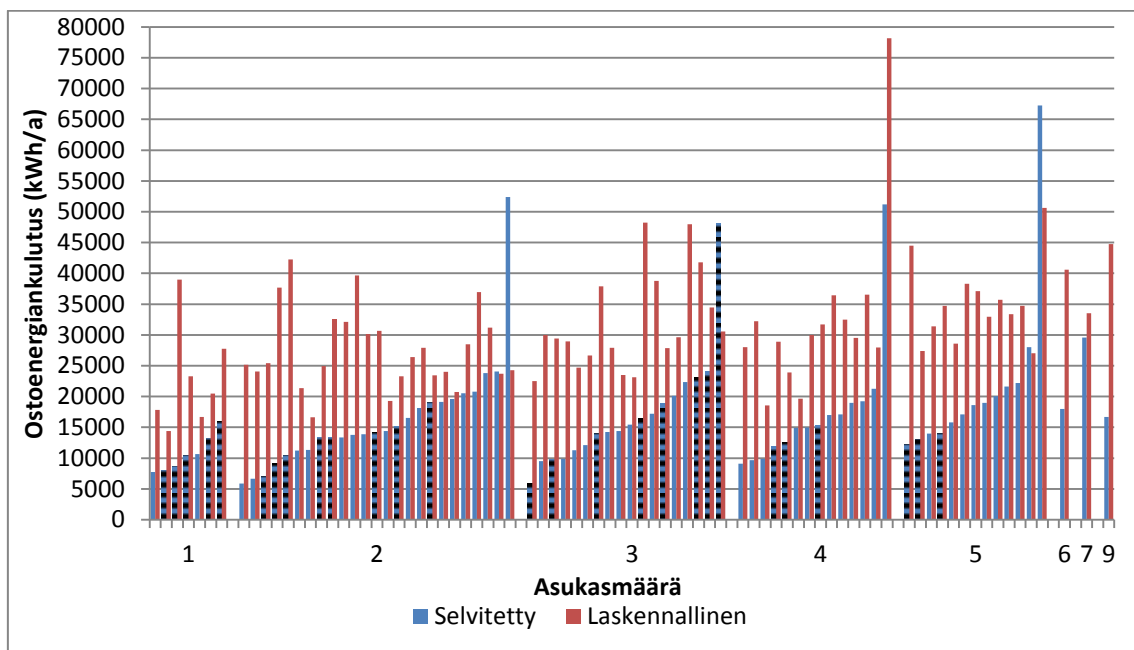
Taulukossa 11 on esitetty keskimääräiset kulutukset huoneistoneliötä kohti ja keskihajonnat, kun tulisijan käyttö on huomioitu.

TAULUKKO 11. Selvitetty ja laskennallinen ostoenergiankulutus vuodessa huoneistoneiliötä kohti, kun tulisijan käyttö on huomioitu

Lämpöpumppua käyttävissä kohteissa selvitetty ostoenergiankulutus ei sisällä pumpun tuottamaa lämpöenergiaa mutta laskennallinen arvo sisältää. Toiseksi viimeisessä sarakkeessa suluissa esitetyt arvot ovat lämpöpumppukohteissa keskimääräinen laskennallinen ostoenergiankulutus, kun lämmitysenergiankulutus on jaettu pumpun hyötysuhteella.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]
Maalämpö	109,4	29,2 (26,7)	221,2(123,0)	22,9 (10,4)
Kaukolämpö	200,6	29,3 (14,7)	199,8	11,0 (5,5)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	183,1	40,3 (22,0)	232,3	25,2 (10,8)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	194,2	47,3 (24,4)	226,1	37,2 (16,5)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	165,1	20,3 (12,3)	241,1(127,0)	17,0 (7,1)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	199,7	59,5 (29,8)	259,8(154,7)	13,8 (5,3)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)	187,3	29,9 (16,0)	253,2	28,7 (11,3)
Takka/leivinuuni (varaava)	146,0	59,3 (40,6)	231,3	18,3 (7,9)

Kuviossa 14 ja taulukossa 12 on esitetty ostoenergiankulutukset asukasmäärän mukaan jaoteltuna. Taulukossa 13 on esitetty ostoenergiankulutuksen keskimääräiset kulutukset huoneistoneiliötä kohti ja keskihajonnat asukasmäärän mukaan jaoteltuna.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 14. Selvitetty ja laskennallinen ostoenergiankulutus asukasmäärän mukaan jaoteltuna

TAULUKKO 12. Ostoenergiankulutus asukasmäärän mukaan jaoteltuna

ASUKASMÄÄRÄ (kpl)	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a)	Keskihajonta (kWh/a) [%]
1	10657,7	2998,5 (28,1)
2	14772,7	5109,8 (34,6)
3	15796,8	5242,3 (33,2)
4	14755,4	3936,3 (26,7)
5	17972,5	4581,6 (25,5)

TAULUKKO 13. Ostoenergiankulutuksen keskimääräiset kulutukset huoneistonieliötä kohti asukasmäärän mukaan jaoteltuna

ASUKASMÄÄRÄ (kpl)	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
1	133,9	16,3 (12,2)	244,5	25,9 (10,6)
2	137,5	52,3 (38,0)	233,2	26,6 (11,4)
3	119,8	32,6 (27,2)	228,4	25,6 (11,2)
4	128,2	25,1 (19,6)	225,9	14,5 (6,4)
5	140,4	44,8 (31,9)	222,4	25,8 (11,6)

5 TULOSTEN KÄSITTELY

Kaikkien vastanneiden joukosta tarkasteltaviksi kohteiksi valittiin 80. Kaikista vastauksista on poistettu ne kohteet, joissa ei ilmoitettu sähkönkulutusta tai lämmitysjärjestelmän energiankulutusta. Lisäksi ne kohteet, mihin ei ollut saatavilla vertailutietoja tai ne eivät olleet soveliaita tutkimukseen, jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu, on otettu tarkasteluun mukaan. Niissä vedenkulutuksen arvona käytetään tutkimuksen perusteella selvinneitä keskimääräisiä arvoja. Tarkasteltaessa kulutusta pinta-alan mukaan käytetään pinta-alana energiatodistuksesta saatavaa huoneistoalaa, joka on hieman bruttoalaa pienempi.

Selvitettyä ja laskennallista kulutusta verrattaessa on huomioitava mahdollisten ulkorakennusten vaikutus. Ulkorakennusta tai rakennuksia ei ole huomioitu energiatodistuksen laskennallisissa arvoissa, sillä energiatodistus on tehty talon tiedoilla. Monesti ulkorakennusten ja asuinrakennuksen sähkönkulutus on mitattu samalla sähkömittarilla. Tällöin ulkorakennuksen energiankulutus voi tarkastelussa huonontaa talon energiatehokkuutta, koska ulkorakennuksessa kulutettu energia näkyy tämän tutkimuksen selvitettyssä energiankulutuksessa.

Ulkorakennuksen vaikutus voi olla vähäinen tai hyvinkin suuri, käytöstä riippuen. Mikäli ulkorakennusta lämmitetään ja/tai siellä käytetään paljon sähköä kulluttavia laitteita, voi kulutus nousta merkittävästi. Vastanneista 75,8 prosenttia ilmoitti pihapiirissä olevan vähintään yhden ulkorakennuksen. Ulkorakennus tai ulkorakennukset olivat vähintään osittain lämmitettyjä 51,6 prosentissa kohteista. 24,2 prosentissa kohteista ulkorakennusta tai ulkorakennuksia ei lämmitetty. Tutkimuksessa ei ole tutkittu ulkorakennusten osuutta ostoenergiankulutuksesta. Ulkorakennusten vaikutusta on pohdittu niissä kohteissa, joissa selvitetty ostoenergiankulutus on poikkeavan suuri.

Ilmoitettu asukasmäärä on todistuksessa ilmoitettuun asukasmäärän verrattuna sama 24 prosentissa, vähemmän 61 prosentissa ja enemmän 15 prosentissa kohteista. Noin 71 prosenttia vastaajista ilmoitti säästävänsä sähköä tai kiinnittävänsä huomioita energiankulutukseen tavalla tai toisella. Keinot vaihtelivat

laidasta laitaan. Yleisesti vältettiin turhaa laitteiden päällä pitoa, käytettiin vähän kuluttavia kodinkoneita ja valaisimia sekä säädettiin ilmanvaihto pienelle poissa ollessa ja lisälämmitystä hoidettiin takalla.

5.1 Sähkönkulutus

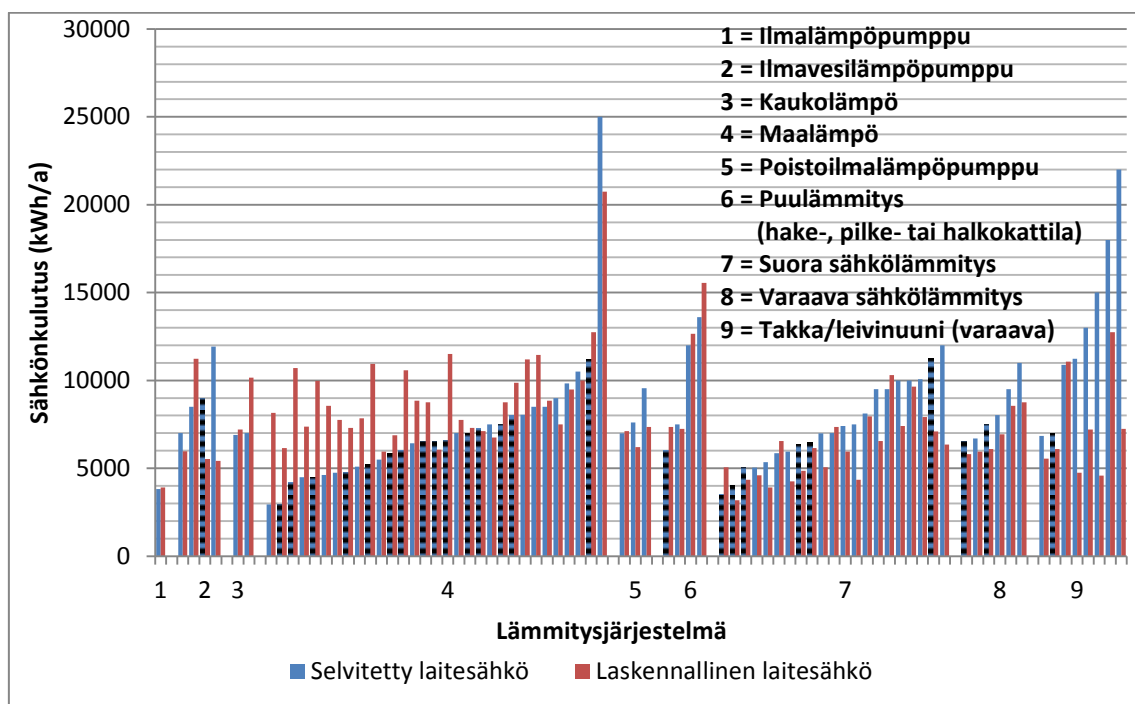
Selvitetty sähkönkulutus on selvästi laskennallista arvoa suurempi maalämpö, sähkölämmitys-, ilmavesilämpöpumppu-, ilmalämpöpumppu- ja poistoilmalämpöpumppukohteissa kuin talouksissa, joissa lämmitysmuotona on kaukolämpö tai puulämmitys. Syy on yksinkertaisesti se, että kaukolämpöä tai puulämmitystä käyttävissä kohteissa sähkönkulutus sisältää vain laitesähkön käytön. Lämpöpumppua käyttävissä kohteissa sähkönkulutus sisältää myös pumpun kuluttaman energian, ja sähkölämmitteisissä kohteissa kulutuksessa on mukana myös lämmityksen osuus. Tästä johtuen lämpöpumppu- ja sähkölämmityskohteissa selvitetyn ja laskennallisen laitesähkön arvoja ei voi suoraan vertailla keskenään.

Mikäli tarkastellaan vain kaukolämpö- ja puulämmityskohteita, havaitaan kuvion 5 ja taulukon 5 perusteella selvitettyjen ja laskennallisten arvojen olevan hyvin lähellä toisiaan. Molemmissa selvitetyn sähkönkulutuksen keskiarvo on alle laskennallisen kulutuksen ja keskihajonta on hyvin pieni. Kaukolämpöä ja puulämmitystä käyttäviä kohteita on hyvin vähän, joten keskiarvot ja keskihajonnat eivät välttämättä kerro koko totuutta.

Kohteissa, joissa ensisijaiseksi lämmitysmuodoksi on ilmoitettu varaava takka/leivinuuni, vaihtelee kulutus suuresti. Näissä kohteissa suurien erojen todennäköisenä syynä on sähkön käyttö lämmityksessä. Yhdessäkään näistä kohteista ilmoitettu lämmitysjärjestelmä ei vastannut energiatodistuksessa ilmoitettua. Vain kahdessa kohteessa ilmoitettiin käytettävän sähköä lisälämmitykseen. Kolmessa eniten kuluttavassa kohteessa varaaja lämpenee sähköllä. Eniten kuluttavassa ja neljässä vähiten kuluttavassa kohteessa on energiatodistuksessa ilmoitettu olevan sähkölämmitys. Toiseksi eniten kuluttavassa kohteessa on energiatodistuksen mukaan maalämpö, kolmanneksi eniten kuluttavan kohteen energiatodistuksessa ei lämmitysjärjestelmää ollut merkitty todistukseen. Neljänneksi eniten kuluttavassa kohteessa on energiatodistukseen merkitty lämmi-

tysjärjestelmäksi poistoilmalämpöpumppu. Näyttäisi siltä, että kysymyksen tulokinnassa on eroja. Mikäli takkaa/leivinuunia käytetään paljon, on se voitu mieltää ensisijaiseksi lämmitysjärjestelmäksi, vaikka rakennuksen varsinainen lämmitysjärjestelmä on energiatodistuksen mukaan joku muu. Tämä hankaloittaa selvitettyjen ja laskennallisten arvojen vertailua. Kohteet ja niiden kulutukset on pidetty tutkimuksen kuvioissa ja taulukoissa mukana, mutta kohteiden kulutusta ei ole erikseen käsitelty.

Laitesähkökulutusta voidaan tarkastella oletusten kautta. Energiatodistuksissa laitesähköenergian osuus on noin 25 prosenttia rakennuksen energiankulutuksesta. Kaukolämpöä ja puulämmitystä käyttävissä kohteissa selvitetyn sähkönkulutuksen osuus on lähes sama. Mikäli tätä oletusta käytetään kaikkiin kohteisiin, on kulutus lähes kaikissa alle laskennallisen kulutuksen. Keskimäärin sähkönkulutuksesta kuitenkin noin puolet kuluu lämmitykseen. Kohteissa, joissa ensisijaisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys tai lämpöpumppu, voidaan laitesähkökulutusta tarkastella olettamalla laitesähkön osuudeksi puolet sähkönkulutuksesta (kuvio 15). Tämä tarkastelu on todennäköisesti lähempänä totuutta, mutta kuitenkin vain suuntaa antava. Tulokset on esitetty taulukossa 14.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo. Kohteissa, joissa ensisijaisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys tai lämpöpumppu, oletetaan selvitetyn laitesähkönkulutuksen olevan puolet sähkönkulutuksesta.

KUVIO 15. Oletettu laitesähkönkulutus

TAULUKKO 14. Oletettu laitesähkönkulutus huoneistoneliötä kohti

Kohteissa, joissa ensisijaisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys tai lämpöpumppu, oletetaan selvitetyn laitesähkönkulutuksen olevan puolet sähkönkulutuksesta.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty laitesähkönkulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen laitesähkönkulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
Maalämpö	44,4	13,1 (29,5)	57,7	7,2 (12,4)
Kaukolämpö	46,5	9,1 (19,5)	56,7	2,1 (3,6)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	69,2	17,1 (24,7)	55,7	2,7 (4,9)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	54,6	6,4 (11,7)	59,6	5,3 (8,9)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	65,2	7,0 (10,7)	55,9	2,5 (4,5)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	80,8	25,0 (31,0)	59,2	12,1 (20,5)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiatkisto)	73,3	7,9 (10,8)	62,8	5,4 (8,6)
Takka/leivinuuni (varaava)	119,0	54,8 (46,0)	63,9	20,8 (32,6)

Taulukossa 15 on esitetty laskennallisen ja selvitetyn laitesähkönkulutuksen erotukset, kun kohteissa, joissa ensisijaisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys tai lämpöpumppu, oletetaan selvitetyn laitesähkönkulutuksen olevan puolet sähkönkulutuksesta. Toisessa sarakkeessa on tarkasteltu niitä kohteita, joissa selvitetty kulutus on pienempi kuin laskennallinen. Esitetty arvo kertoo kuinka paljon vähemmän kohteet keskimäärin kuluttivat huoneistoneliötä kohti verrattuna laskennalliseen arvoon. Neljännessä sarakkeessa on tarkasteltu niitä kohteita, joissa kulutus on suurempi kuin laskennallinen. Esitetty arvo kertoo kuinka paljon enemmän kohteet keskimäärin kuluttivat huoneistoneliötä kohti verrattuna laskennalliseen arvoon. Suluissa on esitetty tarkasteltujen kohteiden lukumäärät.

TAULUKKO 15. Laskennallisen ja selvitetyn laitesähkönkulutuksen keskimääräiset erotukset

Kohteissa, joissa ensisijaisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys tai lämpöpumppu, oletetaan selvitetyn laitesähkönkulutuksen olevan puolet sähkönkulutuksesta.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. erotus, kun selvitetty kulutus <u>pienempi</u> kuin laskennallinen (kWh/a htm²) [kpl]	Keskiarjonta (kWh/a htm²)	Keskim. erotus, kun selvitetty kulutus <u>suurempi</u> kuin laskennallinen (kWh/a htm²) [kpl]	Keskiarjonta (kWh/a htm²)
Maalämpö	18,8 (24)	12,9	5,6 (7)	4,2
Kaukolämpö	10,2 (2)	11,1	-	-
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	7,6 (4)	6,3	18,5 (17)	14,0
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	5,0 (3)	5,7	-	-
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	-	-	14,3 (2)	3,1
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	-	-	34,6 (3)	22,3
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)	-	-	10,5 (6)	4,2

Tarkastelun perusteella voidaan havaita selvitetyn ja laskennallisen kulutuksen olevan melko lähellä toisiaan. Maalämpökohteissa selvitetyn kulutuksen keskiarvo on alle laskennallisen keskiarvon. Muissa lämpöpumppu- ja sähkölämmityskohteissa selvitetty kulutus on suurempi kuin laskennallinen. Näiden kohdalla todellista kulusta on vaikea sanoa ilman mittauksia tai tarkemaa selvitystä. Lu-

vussa 5.3 on laitesähkön ja lämmitysenergian osuuksia tarkasteltu oletusten kautta.

Vähemmän kuluttavia kohteita oli 36 (50,7 %) ja enemmän kuluttavia 35 (49,3 %) kappaletta, kun takkaa/leivinuunia ensisijaisena lämmitysmuotona käyttäviä kohteita ei oteta huomioon. Samaa lämmitysjärjestelmää käyttävissä kohteissa kulutukset kuitenkin vaihtelevat suuresti. Maalämpöä käyttävissä kohteissa selvitetyn ja laskennallisen laitesähkönkulutuksen erot ovat suurimmat, ja niistä 77 prosenttia pääsee alle laskennallisen arvon. Ilmavesilämpöpumppuja käyttävissä kohteissa selvitetty kulutus on huomattavasti suurempi kuin laskennallinen.

Lukuja tarkasteltaessa huomattiin mielenkiintoisena asiana kulutuksen muuttuminen asukasmäärän mukaan. Kulutus ei suinkaan aina kasvanut asukasmäärän noustessa. Kahden hengen taloudet näyttävät kuluttavan keskimäärin enemmän kuin kolmen ja neljän hengen taloudet. Kahden hengen talouksissa myös keskihajonta on suurin. Regressiokuvaajan perusteella saadaan selitekerroimeksi vain 0,036. Selitekerroin pysyy lähes muuttumattomana, vaikka poistettaisiin eniten poikkeavat kohteet. Asukasmäärän ja selvitetyn sähkönkulutuksen välillä ei ole korrelaatiota. Kuvion 6 ja regressiokuvaajan perusteella voidaan todeta, ettei asukasmäärän vaihtelu selitä sähkönkulutuksen eroja kohteiden välillä.

Enemmän tai vähemmän kuluttaville kohteille ei löytynyt mitään yhteistä tekijää, millä eroja voitaisiin selittää. Eniten kuluttavassa kohteessa ei havaittu mitään erityistä tekijää, millä suurta kulutusta voitaisiin selittää. Kyseessä on iso kaksi kerroksinen rakennus, jossa asuu neljä henkilöä. Pihapiirissä on talon lisäksi autotalli, jossa on ympäri vuoden peruslämpö. Kohde ei muuten eroa muista maalämpöä käyttävistä rakennuksista. Neliötä kohden laskettu kulutus asettuu kärkipäähän, mutta ei ole poikkeavan suuri.

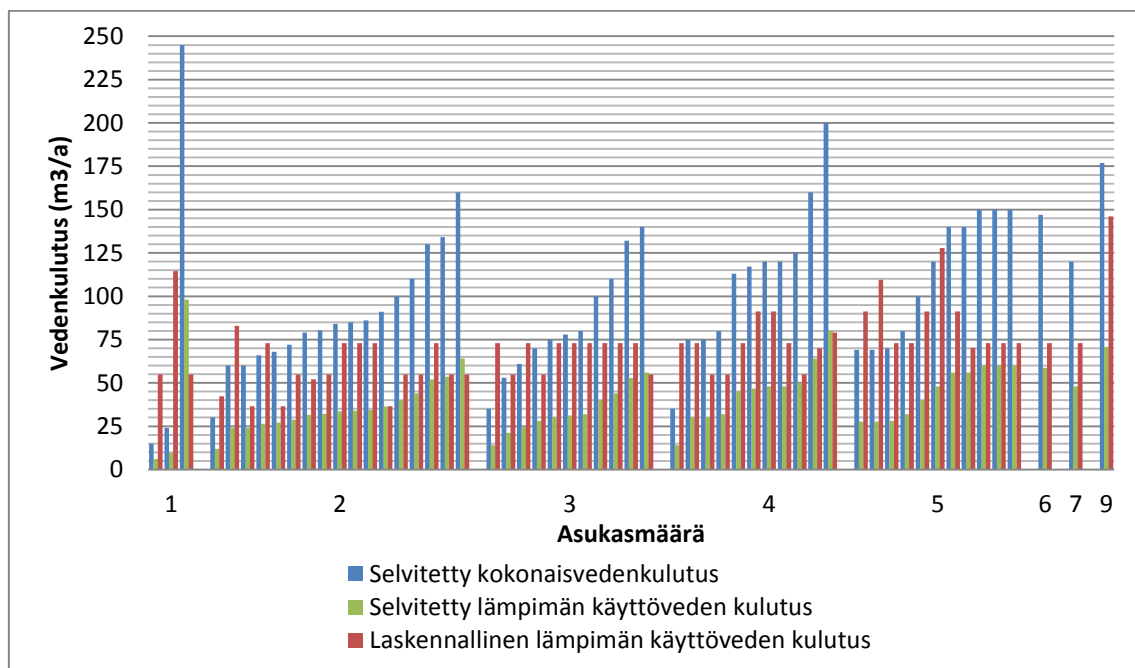
Rakennuksen laitesähköenergiankulutus on valaistuksen, ilmanvaihtojärjestelmän ja muun laitesähkön yhteenlaskettu kulutus. Siten kulutetun laitesähkön määrä on hyvin paljon riippuvainen rakennuksen varustelutasosta ja käyttäjistä, eikä itse rakennuksella ole siihen juurikaan vaikutusta. Kohteiden suuret sähkönkulutuksen erot johtuvat pääosin asukkaiden erilaisista käyttötottumuksista.

Laitesähkökulutuksen osalta on hyvä muistaa, että laitteiden käytöstä vapautuu lämpöenergiaa. Lämmityskaudella vapautuva energia vähentää lämmitystarvetta mutta kesällä se kasvattaa jäähdytystarvetta. Selvitetyn laitesähkön osuus vaihtelee suuresti kohteiden välillä. Kaukolämpö- ja puulämmityskohteiden perusteella selvitetyn laitesähkön osuus ostoenergiankulutuksesta on noin 25 prosenttia. Sähkölämmitys- ja lämpöpumpppukohteissa kulutus on lähempänä 50 prosenttia. Laskennallisen laitesähkön osuus on noin 25 prosenttia.

RakMK:n osassa D5-2007 on laitesähkökulutus laskettu olettamalla kulutuksen olevan 50 kWh/brm² vuodessa. Taulukosta 14 nähdään, että selvitetty luvut ovat samaa luokkaa, kun sähkölämmitystä ja takkaa/leivinuunia käyttäviä kohteita ei huomioida.

5.2 Vedenkulutus

Tässä osiossa on tarkasteltu vain niitä kohteita, joissa kokonaisvedenkulutus oli ilmoitettu.



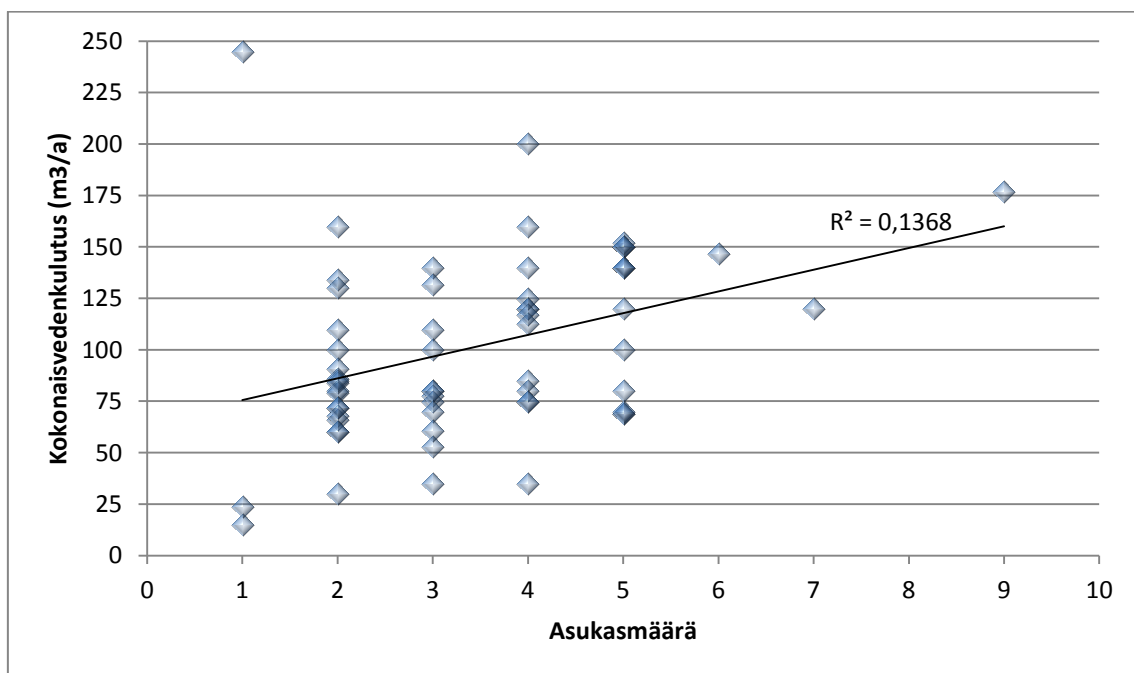
KUVIO 16. Vedenkulutus asukasmäärien mukaan

Kuviosta 16 nähdään, että 43 (76,8 %) kohteessa kokonaisvedenkulutus on suurempi kuin laskennallisen lämpimän käyttöveden kulutus. Siten 23,2 prosentissa kohteista pelkästään kokonaisvedenkulutus on pienempi kuin laskennalli-

nen lämpimän käyttöveden kulutus. Lämpimän veden osuus on noin 40 prosenttia kokonaisvedenkulutuksesta. Käyttämällä tätä oletusta ja vertailemalla selvitettyä ja laskennallista lämpimän käyttöveden kulutusta oli enemmän kuluttavia kohteita vain neljä (7,1 %). Näissä kohteissa laskennallisen kulutuksen ylittävät osuudet vaihtelivat 1-43,3 kuution välillä.

Kuviossa 9 on esitetty lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia. Kuviosta nähdään, että suurimmassa osassa kohteista selvitetty kulutus on huomattavasti pienempi kuin laskennallinen lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia. Kulutus jää alle laskennallisen 92,9 prosentissa kohteista

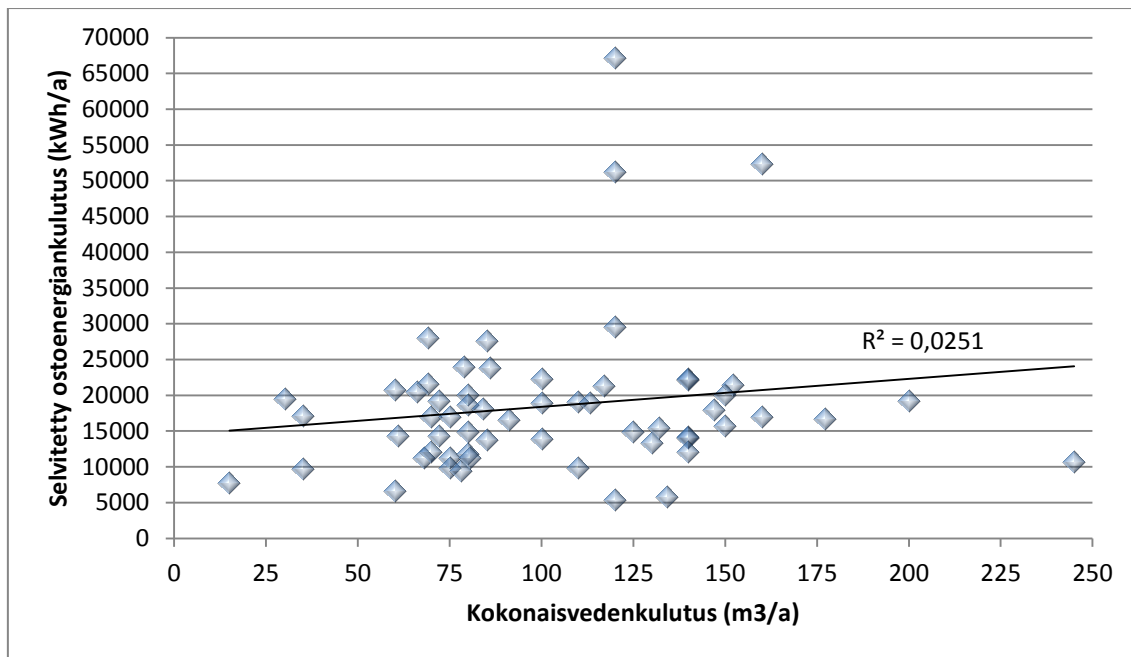
Yhden hengen taloudessa, jossa on poikkeuksellisen korkea kokonaisvedenkulutus, ei ole ilmoitettu olevan mitään erityistä toimintaa, mikä lisäisi vedenkulutusta merkittävästi. Yhdessä neljän hengen taloudessa, jossa kulutus 200 m³/a, on ilmoitettu olevan uima-allas.



KUVIO 17. Kokonaisvedenkulutus asukasmäärällä selitettynä

Kokonaisvedenkulutus vaihtelee suuresti kohteiden välillä. Kulutus on selvästi riippuvainen asukasmäärästä, sillä kulutuksen huomattiin kasvavan asukasmäärän kasvaessa, mutta erot olivat pieniä ja keskihajonnat suuria. Kuviosta 17 nähdään, että vedenkulutuksen ja asukasmäärän välillä on jonkin verran riippu-

vuotta. Väittämälle saadaan tukea jättämällä eniten poikkeavat arvot tarkastelun ulkopuolelle, jolloin selitekerroimeksi saadaan 0,34. Keskiarvoja tarkasteltaessa kuitenkin huomattiin, että kahden hengen taloudet kuluttavat keskimäärin enemmän kuin kolmen hengen taloudet. Taulukosta 8 nähdään, että erot ovat kuitenkin pieniä. Tämä kuitenkin viittaa siihen, että kulutetun veden määrä riippuu myös käyttäjätottumuksista.



KUVIO 18. Selvitetty ostoenergiankulutus kokonaisvedenkulutuksen mukaan jaoteltuna

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian osuus selvitetystä ostoenergiankulutuksesta on tässä tutkimuksessa keskimäärin 15 prosenttia, kun takasta saatavaa energiaa ei oteta huomioon. Osuus vaihtelee 3,6 – 53,3 prosentin välillä. Otettaessa takasta saatava energia huomioon on osuus noin 13 prosenttia. Energiatodistuksissa laskennallinen lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian osuus rakennuksen yhteenlasketusta energiankulutuksesta on noin 14 prosenttia. Ostoenergiankulutukseen suhteutettuna veden lämmittämiseen kuluvan energian osuus voi olla hyvin pieni tai hyvin suuri, riippuen kohteen energiankulutuksesta. Selvitetty lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian määrä on kuitenkin pienempi kuin laskennallinen. Keskimäärin laskennallinen kulutus on 4098,2 kWh/a ja selvitetty kulutus

2358,6 kWh/a. Kuviosta 18 voidaan havaita, ettei vedenkulutuksen ja selvitetyn ostoenergiankulutuksen välillä ole juurikaan riippuvuutta. Selitekerroin pysyy lähes muuttumattomana, vaikka eniten poikkeavat kohteet poistettaisiin.

Kuvioista 8 ja 9 nähdään, että vedenkulutuksen kasvaessa myös energiankulutus nousee, koska veden lämmittämiseen kuluu enemmän energiaa. Suuri vedenkulutus ei silti välttämättä tarkoita, että rakennuksen ostoenergiankulutus olisi myös suuri, vaikka kuvion 18 suora on hieman nouseva. Kuvion 8 perusteella voidaan kuitenkin todeta, ettei vedenkulutus selitä kohteiden suurta energiankulutusta.

TAULUKKO 16. Keskimääräiset vedenkulutukset

ASUKASMÄÄRÄ (kpl)	Keskim.kulutus (m ³ /a)	Keskim.kulutus (l/hlö vrk)
1	19,5	53,4
2	87,1	119,3
3	84,5	77,2
4	111,2	76,2
5	117,7	64,5

Yleisesti Suomessa keskimääräinen vedenkulutus asukasta kohti on noin 155 l/vrk. Tässä tutkimuksessa keskimääräinen vedenkulutus asukasta kohti on noin 85 l/vrk. Taulukossa 16 on esitetty keskimääräiset kulutukset eri asukasmääriä. Taulukon viimeisestä sarakkeesta havaitaan, että keskimääräisesti vedenkulutus asukasta kohti on huomattavasti alle 155 litran.

Laskennallisesti vedenkulutusta voidaan arvioida myös bruttoalan mukaan. Rakennusmääräyskokoelman osassa D5-2007 oletetaan asuinrakennuksille lämpimän veden kulutuksen olevan noin 600 l/brm². Jos oletetaan toteutuneen lämpimän veden kulutuksen olevan 40 prosenttia kokonaisvedenkulutuksesta, on rakennusten keskimääräinen lämpimän veden kulutus noin 257 l/brm². Arvot vaihtelivat 36,0–1256,4 l/brm²:n välillä. Tämän tutkimuksen perusteella rakennusten keskimääräinen toteutunut kokonaisvedenkulutus on noin 643 l/brm². Arvot vaihtelivat 89,9–3141,0 l/brm²:n välillä.

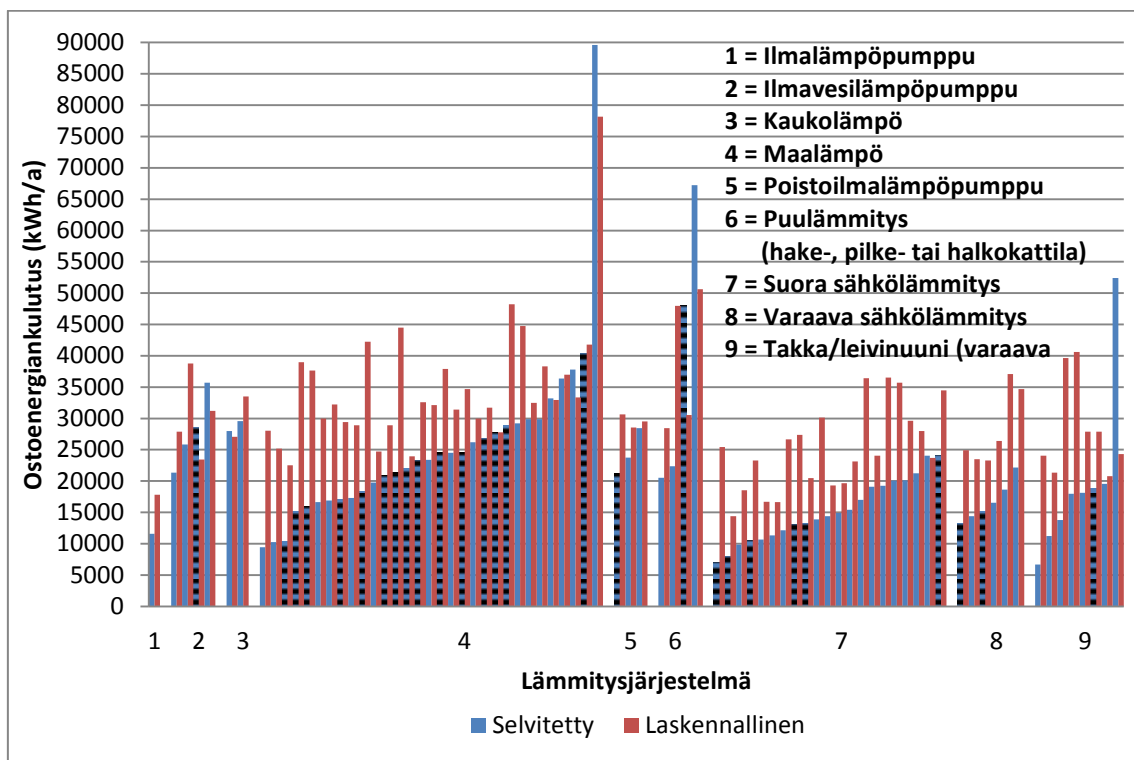
Selvitetty lämpimän käyttöveden kulutus on suurimmassa osassa kohteista (92,9 %) alle laskennallisen arvon. Vedenkulutus on laskennalliseen arvoon

nähdessä hyvin vähäistä. Veden lämmittämiseen kuluvan energian osuus selvitetystä ostoenergiankulutuksesta on noin 15 prosenttia, kun takasta saatavaa energiaa ei huomioida. Energiatodistuksessa laskennallinen osuus on noin 14 prosenttia eli arvot ovat lähes samat. Selvitetyt vedenkulutuksen osuus on laskennallisten arvojen tasolla, mutta veden lämmittämiseen kuluva energia on huomattavasti vähäisempää kuin laskennassa oletetaan. Vedenkulutus vaikuttaisi olevan paljon riippuvainen käyttäjätottumuksista.

5.3 Ostoenergiankulutus

Kuvion 10 perusteella voidaan huomata, että viidessä (6,3 %) kohteessa selvitetty ostoenergiankulutus ylittää laskennallisen kulutuksen. Kuviosta 10 huomattiin, että lämpöpumppuja käyttävissä kohteissa selvitetty ostoenergiankulutus on huomattavasti pienempi kuin laskennallinen, vaikka puun käyttö tulisijassa huomioitaisiin. Syynä tähän on se, ettei kuviosta näy lämpöpumppuja käyttävien kohteiden osalta niiden pumppujen tuottamaa energian määrää. Asukkaan ilmoittama sähkönkulutus sisältää lämpöpumpun käyttämän energian, mutta siinä ei näy pumpun tuottamaa lämmitysenergiaa. Kuvion perusteella ei siis voida tehdä suoraan johtopäätöksiä lämpöpumppuja käyttävien kohteiden osalta. Lämpöpumppuja käyttävissä kohteissa ei toteutunut lämmitysenergiankulutus ole tiedossa, koska lämpöpumppu tuottaa enemmän, mitä se kuluttaa. Tämä hankaloittaa vertailua.

Lämpöpumppujen osalta energiankulutusta voidaan tarkastella olettamalla lämpöpumpun kulutukseksi jokin osuus sähkönkulutuksesta ja kertomalla se määräyksissä (RakMK D5-2007) käytettävällä hyötysuhteella. Maalämpöpumpuille hyötysuhde on 2,5 ja ulkoilmalämpöpumpuille (lämpö vesivaraajaan) 2,0. Tässä tarkastelussa oletetaan ilma-, ilmavesi- ja poistoilmalämpöpumpuille hyötysuhteeksi 2,0. Tämä tarkastelu on kuitenkin vain suuntaa antava, joten lukuja ei voi pitää täysin luotettavina. Lämpöpumpun kuluttama sähkön määrä riippuu monesta tekijästä, ja pumpun tuottama lämpöenergia taas riippuu muun muassa pumpun todellisesta hyötysuhteesta. Oletetaan lämpöpumpun kulutukseksi 50 prosenttia sähkönkulutuksesta ja kerrotaan tämä osuus hyötysuhteella. Tulokset on esitetty kuviossa 19.



Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 19. Ostoenergiakulutus lämmitysjärjestelmittäin, kun lämpöpumpun kulutukseksi oletetaan 50 prosenttia sähkönkulutuksesta ja osuus kerrotaan hyötysuhteella

Kuviosta 19 voidaan huomata, että nyt 11 (13,8 %) kohteessa selvitetty ostoenergiakulutus ylittää laskennallisen kulutuksen. Enemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 22,6 prosenttia yli laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 34,4 – 28117,3 kWh/a. Vähemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 38,7 prosenttia alle laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 621,6 – 25864,3 kWh/a. Taulukossa 17 on esitetty oletamuksen perusteella saadut kulutukset huoneistoneliötä kohti. Taulukon keskiarvoista voidaan huomata, että selvitetty ostoenergiakulutus on suurempi kuin laskennallinen vain puulämmitystä käyttävissä kohteissa. Niissä selvitetyn ja laskennallisen ero on 3,6 kWh/a htm².

Lämmitysenergiakulutusta voidaan tarkastella vastaavalla tavalla. Jos oletetaan lämpöpumppujen energiantuotto samaksi kuin aikaisemmin ja jos lisäksi oletetaan sähkölämmitystä käyttävissä kohteissa lämmityksen osuudeksi 50

prosenttia sähkönkulutuksesta, on kuudessa (7,5 %) kohteessa selvitetty kulutus suurempi kuin laskennallinen.

TAULUKKO 17. Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin, kun lämpöpumpun kulutukseksi oletetaan 50 % sähkönkulutuksesta ja osuus kerrotaan hyötysuhteella

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]
Maalämpö	158,6	47,4 (29,9)	221,2	22,9 (10,4)
Kaukolämpö	192,2	32,1 (16,7)	199,8	11,0 (5,5)
Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)	140,4	34,6 (24,6)	232,3	25,2 (10,8)
Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)	229,7	130,5 (56,8)	226,1	37,2 (16,5)
Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)	198,4	20,3 (10,2)	241,1	17,0 (7,1)
Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)	217,7	64,0 (29,4)	259,8	13,8 (5,3)
Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiatputkisto)	149,3	13,0 (8,7)	253,2	28,7 (11,3)
Takka/leivinuuni (varaa-va)	138,8	57,3 (41,3)	231,3	18,3 (7,9)

Kun ostoenergiankulutukselle suoritetaan sama tarkastelu kuin äsken ja oletetaan pumpun kulutukseksi 60 prosenttia sähkönkulutuksesta, ylittää 14 (17,5 %) kohdetta laskennallisen ostoenergiankulutuksen arvon. Tällöinkin kohteiden arvot vaihtelevat keskenään suuresti. Enemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 20,3 prosenttia yli laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 361,3 – 28117,3 kWh/a. Vähemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 37,0 prosenttia alle laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 35,0 – 25864,3 kWh/a.

Kulutusta voidaan tarkastella myös jakamalla laskennallinen lämmitysenergiankulutus hyötysuhteella ja lisäämällä tähän laskennallinen laitesähkö. Tällöin selvitettyä ja laskennallista ostoenergiankulutusta voidaan vertailla suoraan keskenään ilman oletuksia (kuvio 11). Tämä tarkastelu tuottaa samanlaiset tulokset kuin aikaisemmat tarkastelut.

Mikäli tarkastelua suoritetaan sähkölämmitystä ja lämpöpumppuja käyttäville kohteille oletusten perusteella käyttämällä rakennusmääräyskokoelman osassa D5-2007 annettuja arvoja valaistukselle, ilmanvaihdolle ja muulle laitesähkölle saadaan taulukon 18 mukaiset tulokset.

TAULUKKO 18. Oletetut laitesähkön osuudet sähkölämmitys- ja lämpöpumppukohteissa

	D5:n mukaan lasketut kulutukset (kohteiden keskiarvo) (kWh/a)	Keskim. osuus <u>selvitetystä</u> ostoenergiankulutuksesta (%)	Keskim. osuus <u>laskennallisesta</u> ostoenergiankulutuksesta (%)	Keskim. osuus <u>laskennallisesta</u> ostoenergiankulutuksesta (hyötysuhteet huomioitu) [%]
Valaistus (7kWh/brm² a)	1065,1	7,6	3,5	5,1
ilmanvaihto (7kWh/brm² a)	1065,1	7,6	3,5	4,9
Muu (36 kWh/brm² a)	5549,5	38,6	18,2	26,1

Taulukon 18 arvojen perusteella laitesähkön osuus olisi 52,7 prosenttia ja tällöin lämmityksen osuus olisi 47,3 prosenttia. Vähentämällä vielä tästä lämpimän veden lämmittämiseen kuluvan energian osuus on lämmityksen osuus 32,3 prosenttia. Luvuissa ei ole huomioitu takasta saatavaa energiaa. Käyttämällä bruttoneliöitten sijasta huoneistoneliötä muuttuvat osuudet toisinpäin. Tällöin laitesähkön osuus on 47,9 prosenttia ja lämmityksen osuus on 52,1 prosenttia. Keskimäärin puolet energiasta kuluu laitesähkөөn ja puolet lämmitykseen. Selvitetyt ja laskennallisen osuuden ero on kuitenkin huomattava. Tosin tähän vaikuttaa se, että kun selvitetty kulutus on pienempi kuin laskennallinen niin tällöin prosentuaaliset osuudet kasvavat kun kulutus oletetaan molemmissa tapauksissa samaksi. Tämä tarkastelu ei kuitenkaan ole täysin luotettava, koska osuudet ovat oletuksia. Todelliset kulutukset voivat poiketa paljonkin tässä oletetuista.

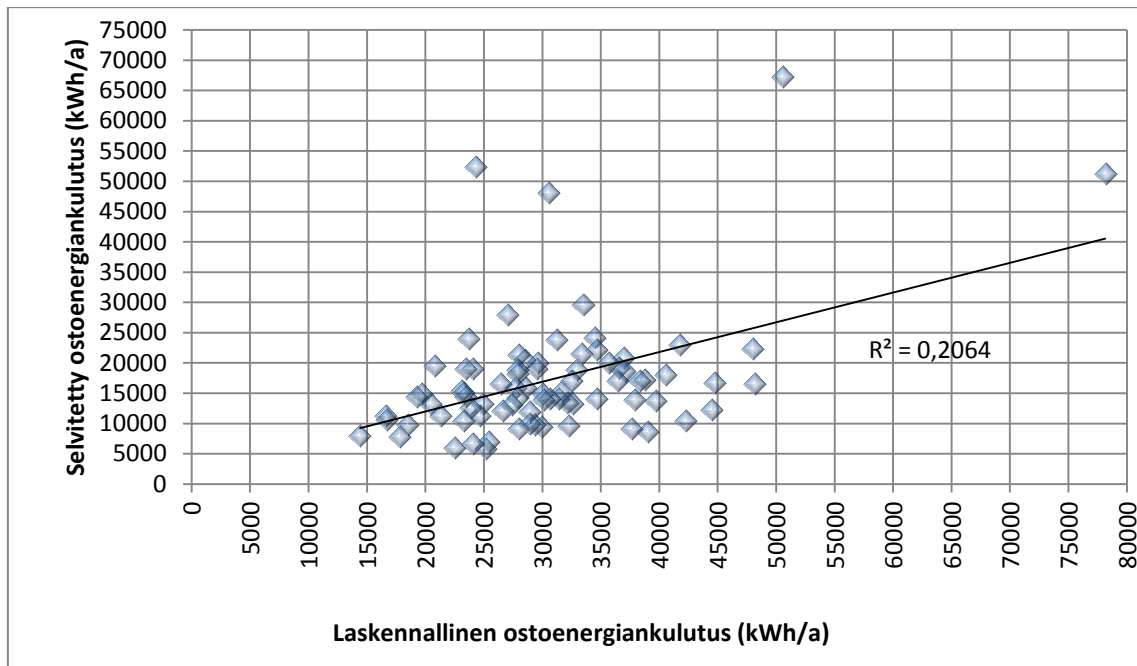
Keskimäärin laskennallisen lämmitysenergianosuus on noin 75 prosenttia ostoenergiankulutuksesta. Sähkölämmitys- ja lämpöpumppukohteissa laskennallinen lämmitysenergianmäärä on keskimäärin 14230,1 kWh/a, kun hyötysuhteet otetaan huomioon. Oletusten perusteella selvitetty lämmitysenergianmäärä on

keskimäärin 8013,4 kWh/a ja sen osuus on noin 47 prosenttia ostoenergiankulutuksesta, keskihajonnan ollessa 15,2 prosenttia. Joissakin kohteissa selvitetty kulutus on jopa pienempi kuin laitesähkölle käytetty oletus. Vaikka keskihajonta on suuri, vaikuttaisi tarkastelun perusteella kuitenkin siltä, että selvitetty lämmitysenergiankulutus on keskimäärin jopa 30 prosenttia pienempi kuin laskennallinen lämmitysenergiankulutus. Otettaessa kaikki kohteet huomioon vaihtelee lämmitysenergian osuus noin 50 – 75 prosentin välillä. Todellisiin osuuksiin vaikuttaa merkittävästi kohteen varustelutaso ja käyttäjätottumukset, mutta tarkastelun perusteella hirsitalojen energiatehokkuus vaikuttaisi olevan parempi kuin mitä laskennassa oletetaan.

Olettamusten perusteella näyttäisi, että keskimäärin 84 prosentissa kohteista ostoenergiankulutus on alle laskennallisen arvon. Kulutusarvot kuitenkin vaihtelevat melko voimakkaasti molempiin suuntiin. Suurimmassa osassa kohteista ostoenergiankulutus on kuitenkin selvästi alle laskennallisten arvojen. Suurimmat erot aiheutuvat todennäköisemmin käyttäjätottumuksista. Maalämpöä käyttävissä kohteissa eroja aiheuttavat myös pumpun teho ja hyötysuhde sekä se miten pumppu on säädetty. Maalämpöä käyttävien tulisikin tarkistaa oman pumppunsa säädöt, sillä kulutus voi nousta merkittävästi, jos pumppua ei ole säädetty oikein. Tarkkaa vertailua varten tarvittaisiin maalämpöpumpun kuluttama sähkö sekä pumpun hyötysuhde.

Asukasmäärän mukaisessa tarkastelussa tulos on lähes sama kuin sähkönkulutuksessa. Taulukosta 12 nähdään, että keskimääräisesti ostoenergiankulutus vaikuttaisi kasvavan asukasmäärän kasvaessa. Poikkeuksen muodostavat kolmen hengen taloudet, jossa kulutus on hieman suurempi kuin neljän hengen talouksissa. Kahden hengen talouksissa on kuitenkin suurin kulutus huoneistoneliötä kohti ja kolmen hengen talouksissa se on pienin. Ostoenergiankulutuksenkin kohdalla voidaan todeta, ettei kulutus välttämättä kasva asukasmäärän noustessa. Kuvion 14 perusteella voidaan todeta, ettei asukasmäärän vaihtelu selitä ostoenergiankulutuksen eroja. Mielenkiintoista on huomata, että keskimääräisesti huoneistoneliötä kohti laskennallinen ostoenergiankulutus pienee asukasmäärän kasvaessa. Syynä on mahdollisesti se, että energiatodistus

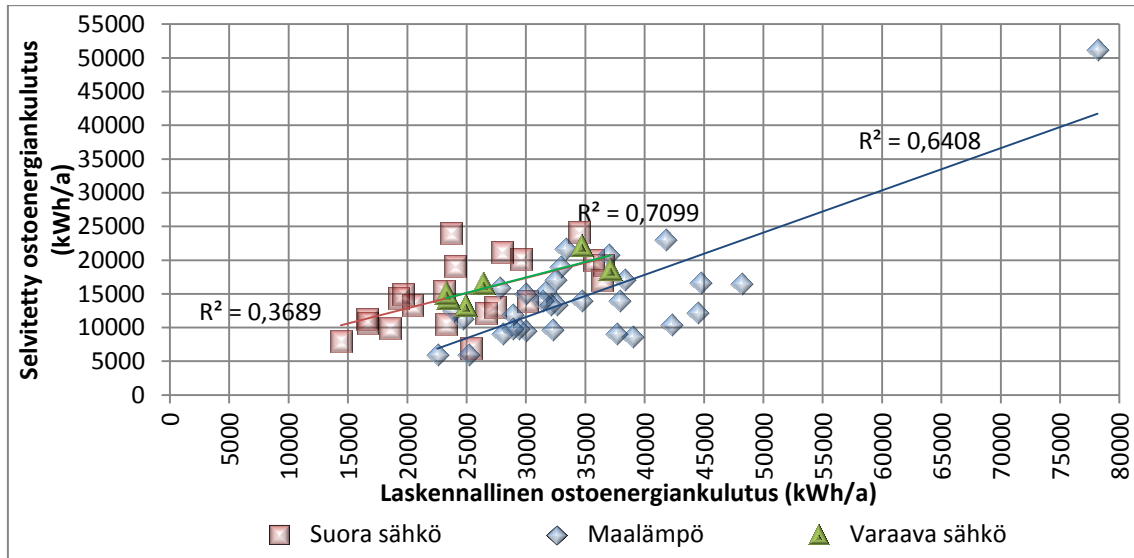
lasketaan rakennuksen eikä asukkaiden mukaan. Asukasmäärän vaikutusta on pohdittu lisää kohdassa 5.4.2.



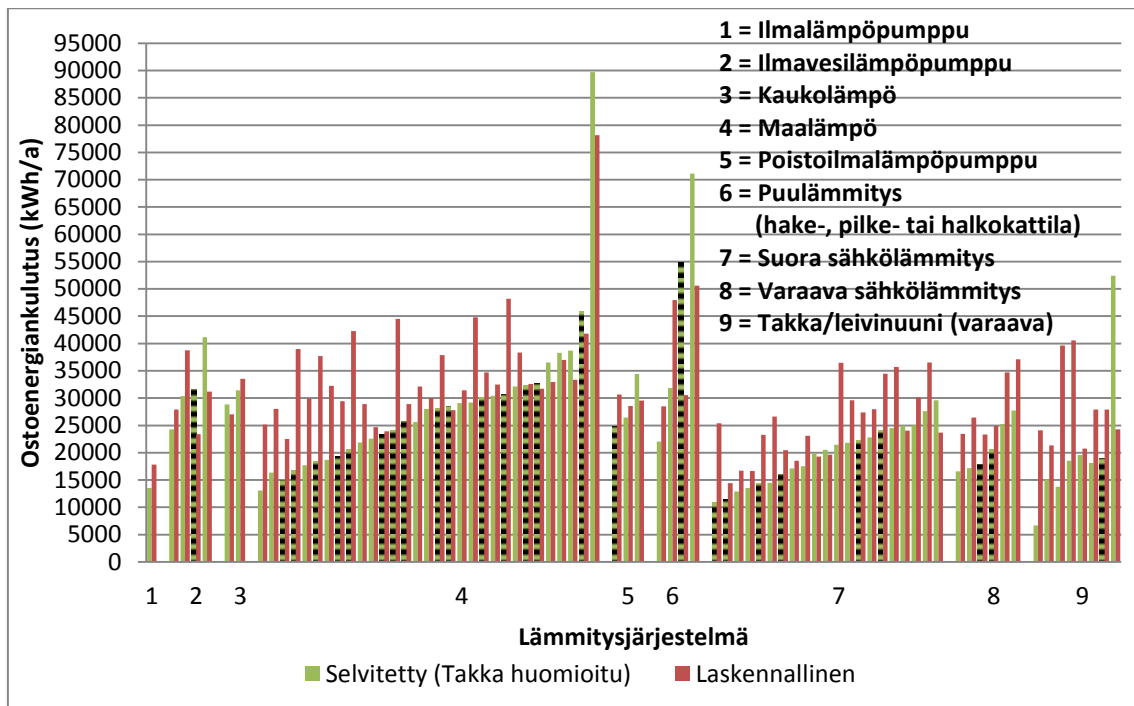
KUVIO 20. Selvitetty ostoenergiankulutus suhteessa laskennalliseen ostoenergiankulutukseen

Kuviossa 20 on esitetty selvitetyn ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen riippuvuus toisistaan. Selvitetyn ja laskennallisen kulutuksen välillä on selvä yhteys. Kuviossa esitetyt selvitetty arvot ovat asukkaan ilmoittamat eli niistä ei käy ilmi lämpöpumppujen tuottama energia. Mikäli käytetään selvitettyä arvona ilmoitetun arvon sijasta kuvion 19 arvoja (lämpöpumpun kulutukseksi oletetaan 50 prosenttia sähkönkulutuksesta ja osuus kerrotaan hyötysuhteella), sillä ne kuvaavat paremmin ostoenergiankulutusta, on selitekerroin 0,39. Kun poistetaan vielä eniten poikkeavat arvot, on kerroin 0,59. Tarkasteltaessa yhteyttä vielä niin, että huomioidaan laskennallisissa arvoissa lämpöpumppujen hyötysuhteet, on selitekerroin 0,33. Selvitetyn ja laskennallisen arvon välillä on voimakas korrelaatio. Kuviosta 21 nähdään laskennallisen ja selvitetyn ostoenergiankulutuksen yhteyden olevan paljolti selitettävissä lämmitysjärjestelmällä. Kohteissa, joissa on sama lämmitysjärjestelmä, seuraavat selvitetty kulutusarvot hyvin laskennallista arvoa. Tästä voidaan päätellä, että selvitty ja laskennallinen ostoenergiankulutus vastaavat melko hyvin toisiaan ja suuria poikkeamia on vä-

hän. Tarkasteltavien kohteiden vähäinen määrä kuitenkin hieman huonontaa tulosten luotettavuutta.



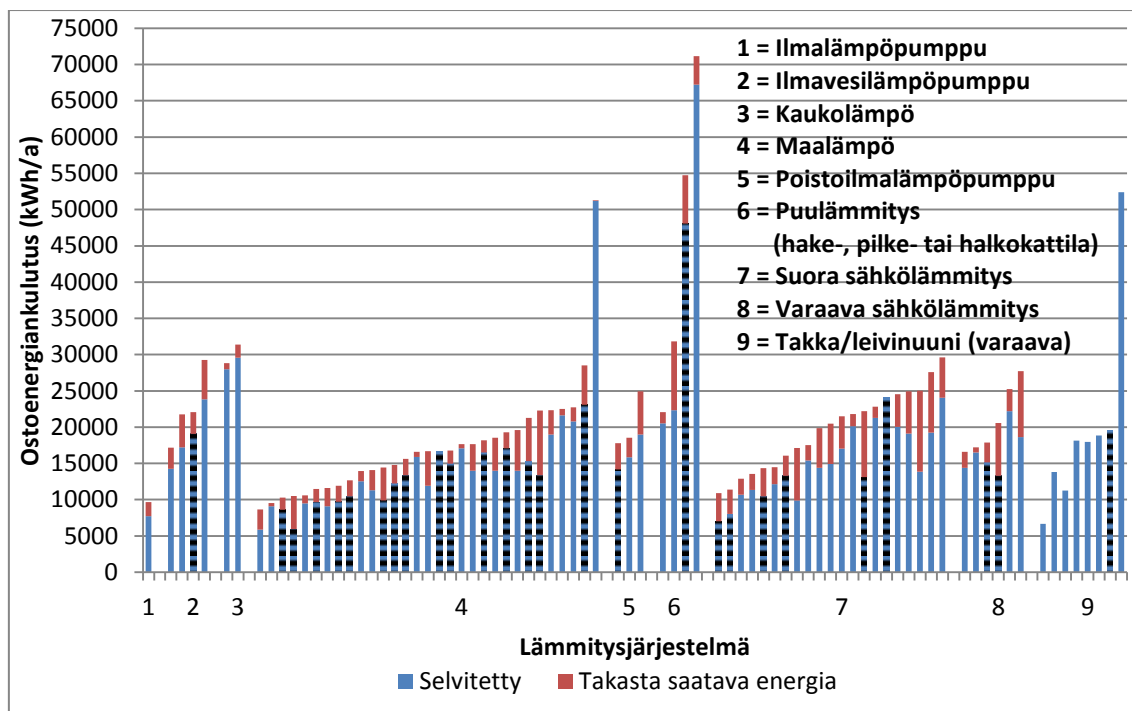
KUVIO 21. Selvitetyin ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen riippuvuutta lämmitysjärjestelmällä selitettynä



Lämpöpumpun kulutukseksi oletetaan 50 prosenttia sähkönkulutuksesta ja osuus on kerrottu hyötysuhteella. Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 22. Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmittäin, kun tulisijan käyttö on huomioitu

Tarkasteltaessa ostoenergiankulutusta, kun tulisijan käyttö otetaan huomioon (kuvio 22), ylittää 18 (22,5 %) kohdetta laskennallisen arvon. Enemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 14,2 prosenttia yli laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 557,6 – 28117,3 kWh/a. Vähemmän kuluttavissa kohteissa kulutus oli keskimäärin 28,3 prosenttia alle laskennallisen arvon. Arvot vaihtelivat välillä 265,6 – 25864,3 kWh/a.



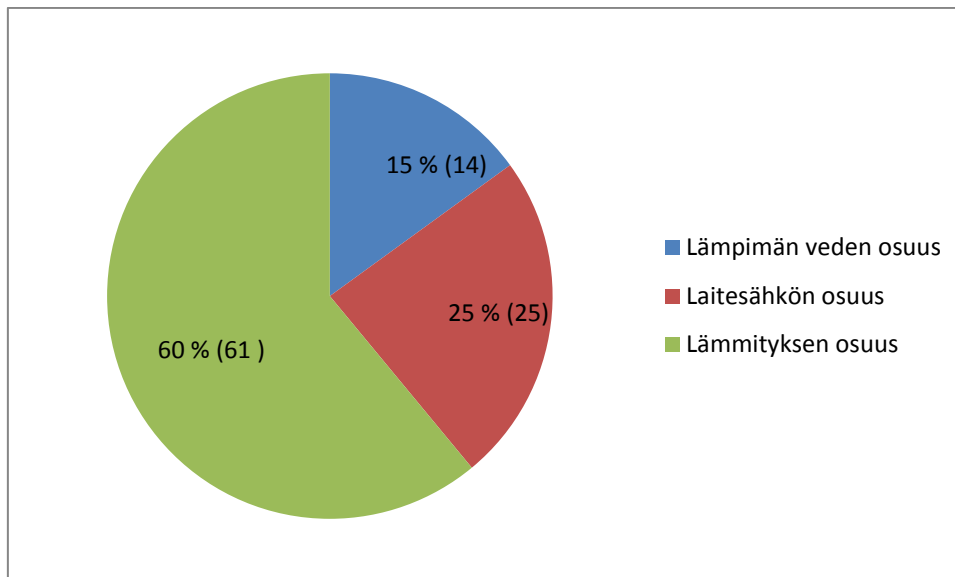
Mustaviivaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

KUVIO 23. Tulisijasta saatavan energian osuus lisättynä selvitettyyn ostoenergiankulutukseen

Kuviossa 23 on esitetty tulisijan vaikutus kulutukseen. Sininen osa on selvitetty ostoenergiankulutus ja siihen on lisätty punaisella takassa poltetusta puusta saatava energia. Tulisijasta saatavan energian osuus selvitetystä ostoenergiankulutuksesta (takka huomioitu) on tässä tutkimuksessa keskimäärin 19 prosenttia. Osuus vaihtelee välillä 0,1-44,6 prosenttia. Huomioitaessa takan käyttö on kaikkien kohteiden selvitetyn ostoenergiankulutuksen keskiarvo 20511,6 kWh/a, keskihajonnan ollessa 10348,1 kWh/a.

Puun käyttö voi olla rahallisesti edullista, jos puut saadaan esimerkiksi omasta metsästä. Tällöin ostettavan lämmitysenergian tarve pienenee ja puuta kannat-

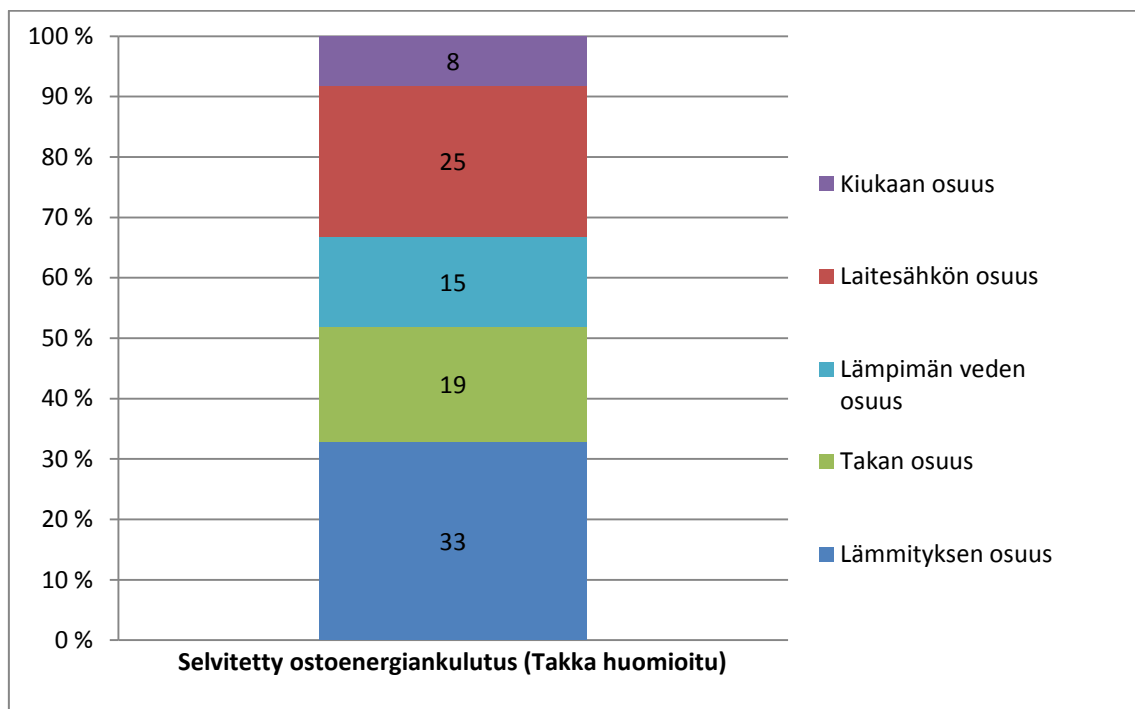
taa polttaa, koska se on taloudellisesti edullista. Tulisijan käytöllä voidaan vähentää sähkönkulutusta, mutta puun polttamisesta saatava energia lasketaan silti ostoenergiankulutukseksi. Vaikka sähkönkulutus vähentyisi tulisijan käytön ansiosta, voi ostoenergiankulutus silti kasvaa, kun huomioidaan puun poltosta saatava energia. Tämä riippuu siitä, kuinka paljon ja millaista puuta poltetaan. Mikäli kohteessa ensisijainen lämmitysjärjestelmä pitää sisälämpötilan tasaisena, ei puun polttaminen tällöin vähennä sähkönkulutusta. Säättämällä sähkölämmitys pienelle ja käyttämällä lämmittämiseen tulisijaa, voidaan sähkölämmityksissä taloissa pienentää sähkölaskua. Tutkimuksen tuloksista ei kuitenkaan selviä, että millainen vaikutus tulisijan käytöllä on kohteiden sähkönkulutukseen.



Suluissa esitetyt arvot ovat vastaavat osuudet energiatodistuksissa.

KUVIO 24. Lämpimän veden, laitesähkön ja lämmityksen osuudet ostoenergiankulutuksesta, kaukolämpö- ja puulämmityskohteiden perusteella

Kuviossa 24 on esitetty ostoenergiankulutuksen keskimääräinen jakautuminen kaukolämpö- ja puulämmityskohteiden perusteella, kun takasta saatavaa energiaa ei ole huomioitu. Laskennallisesti lämmitysenergian osuus rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta on noin 75 prosenttia. Sähkölämmitys- ja lämpöpumppukohteissa laitesähkön osuus on noin 50 prosenttia ja lämmityksen osuus noin 50 prosenttia. Kulutusten osalta on muistettava, että kulutuksen jakautuminen riippuu kohteesta ja sen käyttäjistä. Kuvion 24 arvot ovat keskimäärisiä, mutta osuudet voivat vaihdella suuresti eri kohteissa.



KUVIO 25. Kulutuksen prosentuaalinen jakautuminen, kun takasta vapautuva energia on laskettu mukaan selvitettyyn ostoenergiankulutukseen

Kuviossa 25 on esitetty kulutuksen jakautuminen, kaukolämpö- ja puulämmitys-kohteiden perusteella. Kuvion ostoenergiankulutukseen on laskettu mukaan takasta saatava energia. Kuvioista huomataan, että suurin osa rakennuksen energiankulutuksesta kuluu lämmitykseen.

Kiukaan ja takan kulutuksen osalla on muistettava, että niiden osuus kulutuksesta riippuu täysin niiden käyttäjistä. Laskennallista kulusta laskettaessa ei kiukaan kulutusta lasketa erikseen, vaan se sisältyy laitesähkönkulutukseen. Takasta saatavaa energiaa ei ole laskettu vuoden 2007 ja 2010 määräyksissä. Vasta vuonna 2012 voimaan tulleissa määräyksissä takka on huomioitu erikseen laskennassa.

Neljässä kohteessa on poikkeavan suuri kulutus. Kuvioista 22 nähdään, että kolmessa näistä kohteista lämmitykseen käytetään puuta ja yhdessä maalämpöä. Kohde, jossa ilmoitettiin käytettävän takkaa/leivinuunia ensisijaisesti lämmittämiseen, on selvitetty kulutus huomattavasti suurempi kuin laskennallinen. Energiantodistuksen mukaan kohteen lämmitysmuotona olisi suora sähkö, mutta vastauksessa tätä ei ollut ilmoitettu. Kohteessa ilmoitettiin käytettävän leivin-

uunia mahdollisimman paljon lämmittämiseen ja ruuanlaittoon, joten suuri ostoenergiankulutus johtuu puun suuresta kulutuksesta. Käytettäväksi polttopuuksi ilmoitettiin koivuhalot, joiden polttoarvo on 400 kWh/pino-m³ suurempi kuin sekahalkojen. Myös kohteessa oleva paja lisää todennäköisesti talon energiankulutusta. Mikäli rakennusta tarkastellaan niin, että ensisijaiseksi lämmitysjärjestelmäksi otetaan todistuksessa ilmoitettu suora sähkö, eikä tulisijasta saatavaa energiaa oteta huomioon, on kohteen ostoenergiankulutus alle laskennallisen. Rakennuksen energiatehokkuudella voi olla vaikutusta kulutukseen, mutta verrattaessa muihin kohteisiin voidaan sanoa, että todennäköisenä syynä ovat käyttäjätottumukset.

Puulämmitteisissä kohteissa laitesähkönkulutus on alle laskennallisen, mutta selvitetty ostoenergiankulutus ylittää laskennallisen arvon. Eniten kuluttava kohde on pinta-alaltaan kaksi kertaa niin suuri kuin toiseksi eniten kuluttava. Muuten kohteet eivät eroa merkittävästi toisistaan tai muista tutkimuksen kohteista. Eniten kuluttavassa kohteessa asuu viisi henkilöä ja lisälämmitykseen käytetään takkaa sekä ilmalämpöpumppua. Toisessa kohteessa asuu kolme henkilöä ja lisälämmitykseen käytetään takkaa sekä sähköä. Molemmissa kohteissa lämminvesivaraaja lämpenee päälämmitysjärjestelmällä. Näissäkin suuret erot ostoenergiankulutuksessa johtuvat puun suuresta kulutuksesta. Syynä suureen ostoenergiankulutukseen on todennäköisesti käyttäjätottumukset ja se, että varaajaa lämmitetään puukattilalla. Myös puukattilan todellisella hyötysuhteella ja lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöillä on vaikutusta. Eniten kuluttavassa kohteessa myös rakennuksen suuri koko selittää suurta kulutusta. Näissä kohteissa on myös mahdollista, että kulutetun puun määrä on ilmoitettu virheellisesti.

Maalämpöä käyttävässä kohteessa ei suurelle kulutukselle havaittu mitään selvää tekijää, millä sitä voitaisiin selittää. Yksi tekijä on todennäköisesti rakennuksen suuri koko. Rakennus on kaksikerroksien ja huoneistoalaa on hieman alle 400 neliötä, joten lämmitystarve on suuri. Sisälämpötila pidetään lähes koko lämmityskaudella 23 asteessa, mikä osaltaan nostaa kulutusta. Kohteessa on kaksi 11kW lämpöpumppua ja pumppujen osuus sähkönkulutuksesta on 40 prosenttia. Muihin maalämpöpumppua käyttäviin kohteisiin on kulutus kilowatti-

tunteja verrattaessa hyvin suuri, mutta kohteen kokonaisenergiankulutukseen suhteutettuna normaali. Selvitetty laitesähkönkulutus on kuitenkin noin 10000 kWh/a suurempi kuin laskennallinen. Sähkönkulutusta nostaa hieman kohteessa oleva ulkorakennus, missä on paljon sähköllä lämmitettävää pinta-alaa. Lämpötila pidetään kuitenkin keskimäärin vain viidessä asteessa. Muuten kohteessa ei ole ilmoitettu olevan mitään erityisesti sähkönkulutusta lisäävää toimintaa. Suuri laitesähkönkulutus johtuu todennäköisesti käyttäjätottumuksista. Jaettaessa laskennallinen lämmitysenergia laskennassa käytettävällä hyötysuhteella (2,5) huomattiin selvitetyn ja laskennallisen arvon vastaavan toisiaan. Selvitetty kulutus oli hieman alle laskennallisen. Pumpun todellinen hyötysuhde on valmistajan mukaan 4,5. Valmistajan ilmoittamasta hyötysuhteesta ei kuitenkaan käy ilmi, millaisissa olosuhteissa mittausta on suoritettu. Ihanne olosuhteissa hyötysuhde voi olla noin suuri, mutta toteutunut vuosihyötysuhde ei välttämättä ole sama. Mikäli vertailua suoritetaan valmistajan ilmoittamalla hyötysuhteella, on selvitetty lämmitysenergiankulutus lähes kaksinkertainen laskennalliseen nähden. Luotettavaa vertailua on vaikea suorittaa tietämättä pumpun todellista vuosihyötysuhdetta.

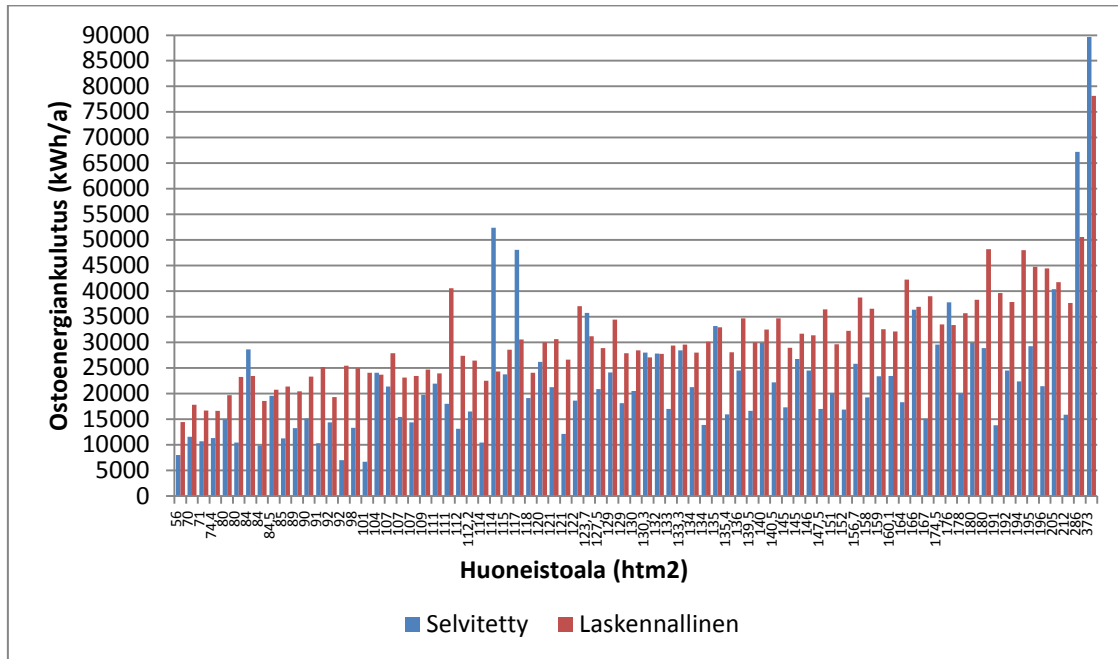
Vähiten kuluttavissa kohteissakaan ei ole havaittavissa mitään yhteistä tekijää. Rakennusten pinta-alat ja asukasmäärät vaihtelevat reilusti. Toisissa kohteissa on ilmoitettu säästettävän energiaa tavalla tai toisella ja toisissa ei. Keskimääräisesti pienin kulutus on maalämpöä käyttävissä kohteissa. Vähiten kuluttavia kohteita verrattaessa eniten kuluttaviin on ero moninkertainen.

Kaikkien tutkittujen kohteiden selvitetyn ostoenergiankulutuksen keskiarvo oli 17165,4 kWh/a (keskihajonta 10085,6 kWh/a) ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen keskiarvo (hyötysuhteet huomioitu) oli 23595,0 kWh/a (keskihajonta 8203,4 kWh/a). Rakennuksen selvitetty eli toteutunut ostoenergiankulutus on monen tekijän summa. Rakennuksella itselläänkin on vaikutusta kulutukseen, mutta suurin tekijä on käyttäjät ja heidän käyttötottumuksensa. Ostoenergiankulutusta tarkasteltaessa kulutus on suurimmassa osassa kohteista huomattavasti alle laskennallisen arvon. Tämä tutkimuksen perusteella vaikuttaisi hirsitalojen energiatehokkuus olevan parempi kuin mitä se laskennassa oletetaan olevan, eikä hirsiseinällä näyttäisi olevan merkittävää vaikutusta kulutukseen.

5.4 Kulutukseen vaikuttavat tekijät

5.4.1 Huoneistoala

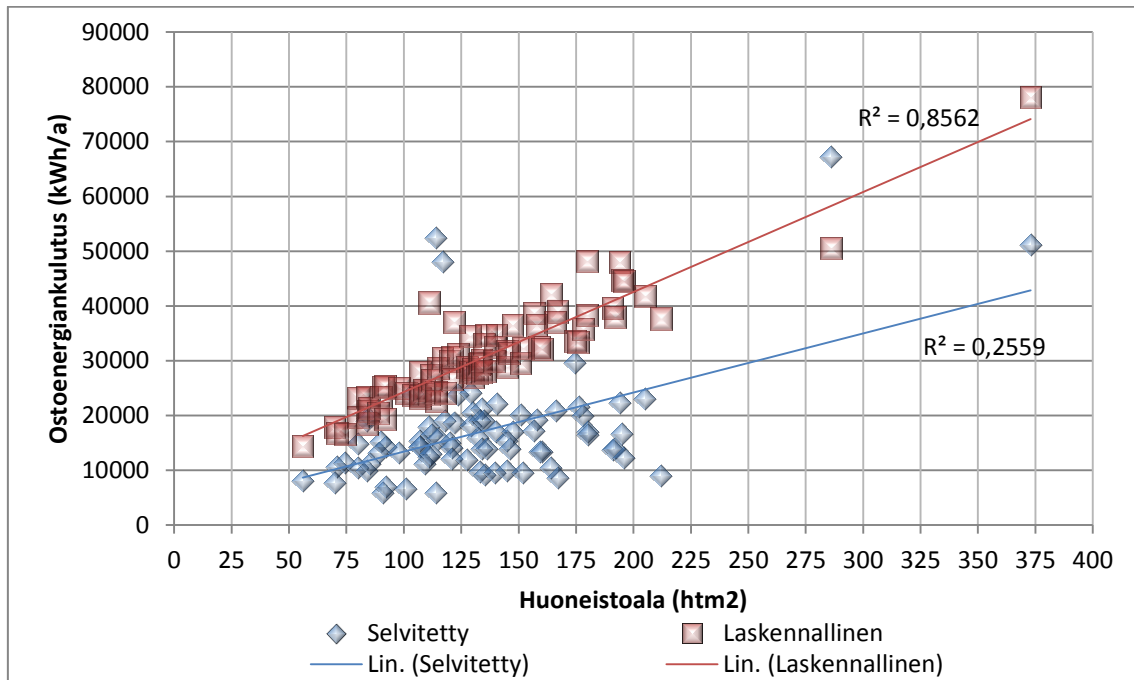
Tässä kohdassa käsitellään huoneistoalan vaikutusta ostoenergiankulutukseen.



Lämpöpumpun kulutukseksi on oletettu 50 prosenttia sähkönkulutuksesta ja osuus on kerrottu hyötysuhteella.

KUVIO 26. Ostoenergiankulutus huoneistoalan mukaan jaoteltuna

Kuviosta 26 voidaan huomata, että kulutukset vaihtelevat suuresti. Huoneistoalan kasvaessa selvitetty energiankulutus ei välttämättä kasva, vaan se voi myös pienentyä. Sama tilanne on myös bruttoalaa tarkasteltaessa, mutta bruttoalan mukainen vertailu ei ole tässä tutkimuksessa luotettava bruttoalan erilaisen laskutapojen vuoksi. Kuitenkin kahdessa suurimmassa kohteessa on selvästi suurin kulutus. Laskennallinen energiankulutus kuitenkin kasvaa selvästi huoneistoalan kasvaessa. Tämä johtuu siitä, että kulutus lasketaan rakennukselle eikä sen asukkaille.



KUVIO 27. Ostoenergiankulutus huoneistoalalla selitettynä

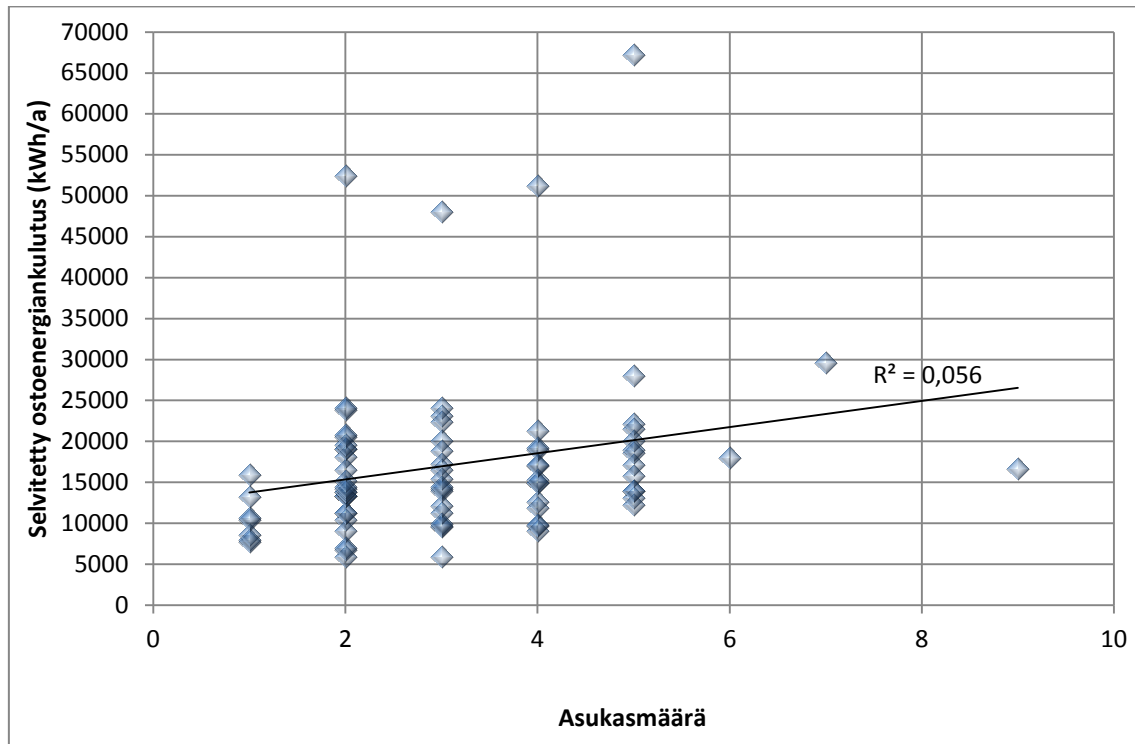
Rakennuksen pinta-alan ja ostoenergian yhteys nähdään kuviosta 27. Huoneistoalan ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen selitekerroin on noin 0,86 eli niiden välillä on voimakas korrelaatio. Laskennallisen ostoenergiankulutuksen vaihtelusta voidaan selittää noin 86 prosenttia huoneistoalalla.

Selvitetyin kohdalla selitekerroin on noin 0,26 ja ilman suurimpia poikkeamia 0,33 eli huomattavasti pienempi kuin laskennallisella. Otettaessa lämpöpumpujen hyötysuhteet huomioon (oletetaan pumpun kulutukseksi 50 prosenttia sähkökulutuksesta) saadaan selitekertoimeksi noin 0,50. Muuttujien välillä on jonkin verran korrelaatiota, mutta ei niin vahvasti kuin laskennallisen kohdalla.

Kuviosta voidaan havaita myös selvitetyn ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen erot. Selvitetyt arvot ovat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta alle laskennallisen. Keskimääräisesti ostoenergiankulutus kasvaa huoneistoalan kasvaessa, eli rakennuksen koolla on väliä. Suurella rakennuksella ei silti välttämättä ole suuri energiankulutus. Eri kohteiden välisiä selvitetyn ostoenergiankulutuksen eroja ei huoneistoala juurikaan selitä.

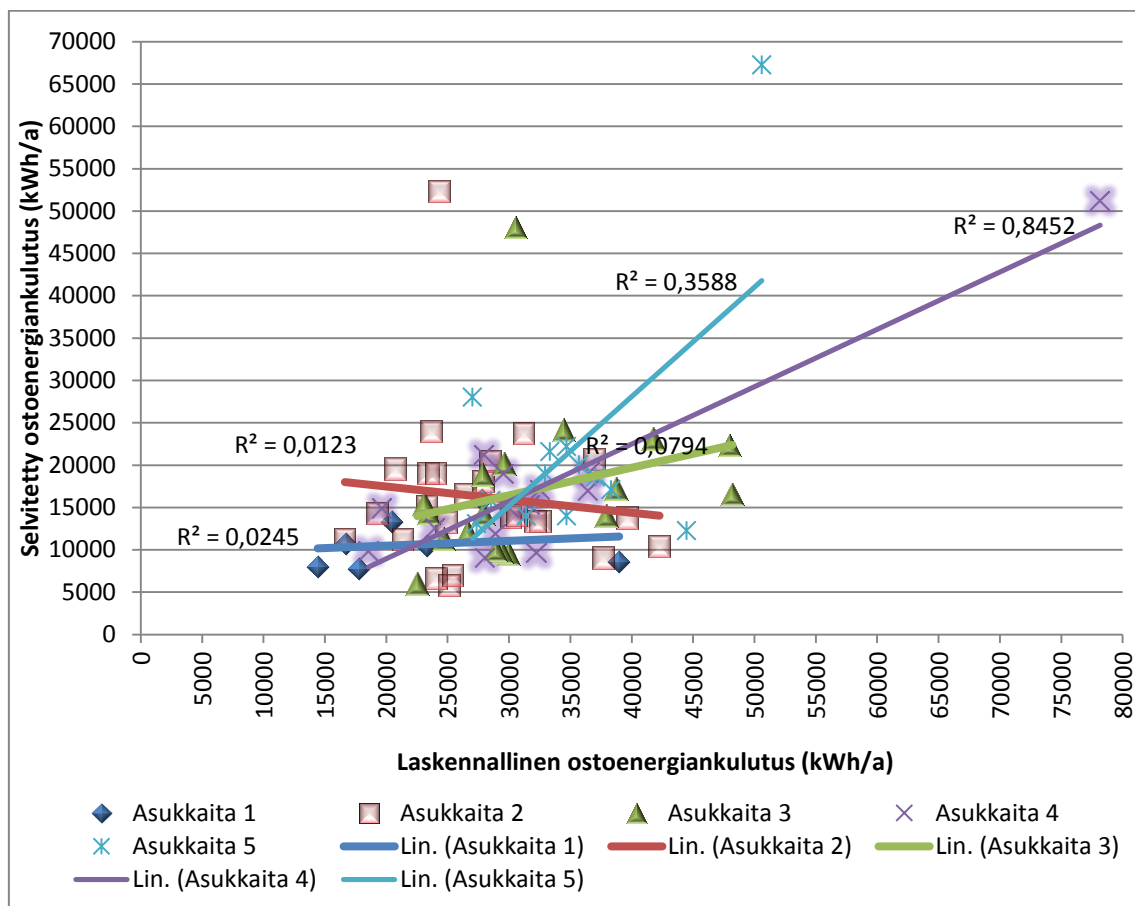
5.4.2 Asukasmäärä

Tässä kohdassa tarkastellaan lyhyesti asukasmäärän vaikutusta ostoenergiankulutukseen.



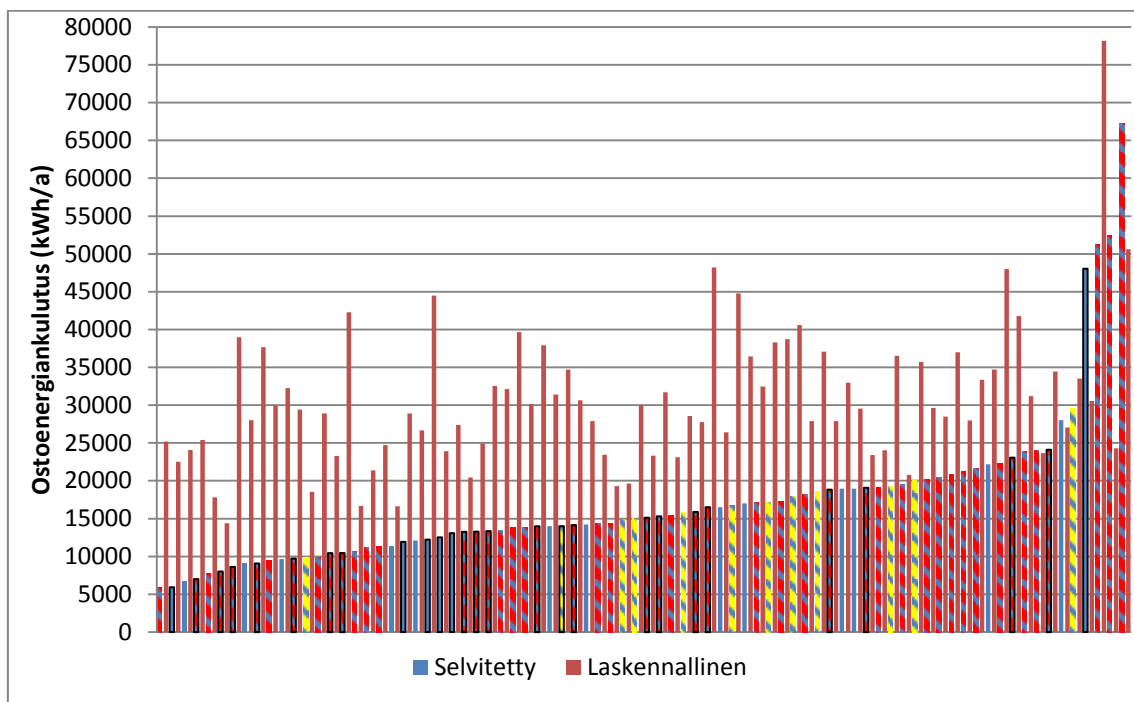
KUVIO 28. Selvitetty ostoenergiankulutus asukasmäärällä selitettynä

Asukasmäärän mukaan jaoteltua ostoenergiankulutusta tarkasteltaessa taulukosta 12 voidaan huomata, että kulutus vaihtelee asukasmääriltään samanlaisissa kohteissa suuresti. Myös selvitetty ja laskennalliset ostoenergiankulutukset vaihtelevat voimakkaasti. Mielenkiintoista on huomata, että keskimääräisesti pienin kulutus on kolmen hengen talouksissa. Keskiarvoja tarkasteltaessa nähdään kulutuksen olevan kolmen hengen talouksissa pienempi, mitä kahden hengen talouksissa. Sama on huomattavissa viiden ja kahden hengen talouksia vertailtaessa. Suurin kulutus on kahden hengen talouksissa, mutta myös keskihajonta on suuri, eli kulutus vaihtelee niissä melko voimakkaasti. Kuviosta 14 ja 28 nähdään, ettei asukasmäärällä voida selittää kulutusten eroja tai suuria energiankulutuksia.



KUVIO 29. Selvitetty ostoenergiankulutus suhteessa laskennalliseen ostoenergiankulutukseen asukasmäärien mukaan eriteltynä

Kuviosta 29 voidaan huomata selitekertoimien olevan suuret neljä ja viiden hengen talouksissa. Yhden, kahden ja kolmen hengen talouksissa kertoimet ovat häviävän pienet. Neljän hengen talouksissa laskennallinen ja selvitetty ostoenergiankulutus vastaavat jostain syystä paremmin toisiaan kuin muissa. Pienet otannat kuitenkin heikentävät tuloksen luotettavuutta.



Punaraitaiset ovat kohteet missä todellinen asukasmäärä on pienempi kuin todistuksessa ilmoitettu. Keltaraitaiset ovat kohteet missä todellinen asukasmäärä on suurempi kuin todistuksessa ilmoitettu. Siniset ovat kohteet missä todellinen asukasmäärä on sama kuin todistuksessa ilmoitettu. Mustareunaiset palkit ovat kohteet, joissa vedenkulutusta ei ollut ilmoitettu tai niissä on oma kaivo.

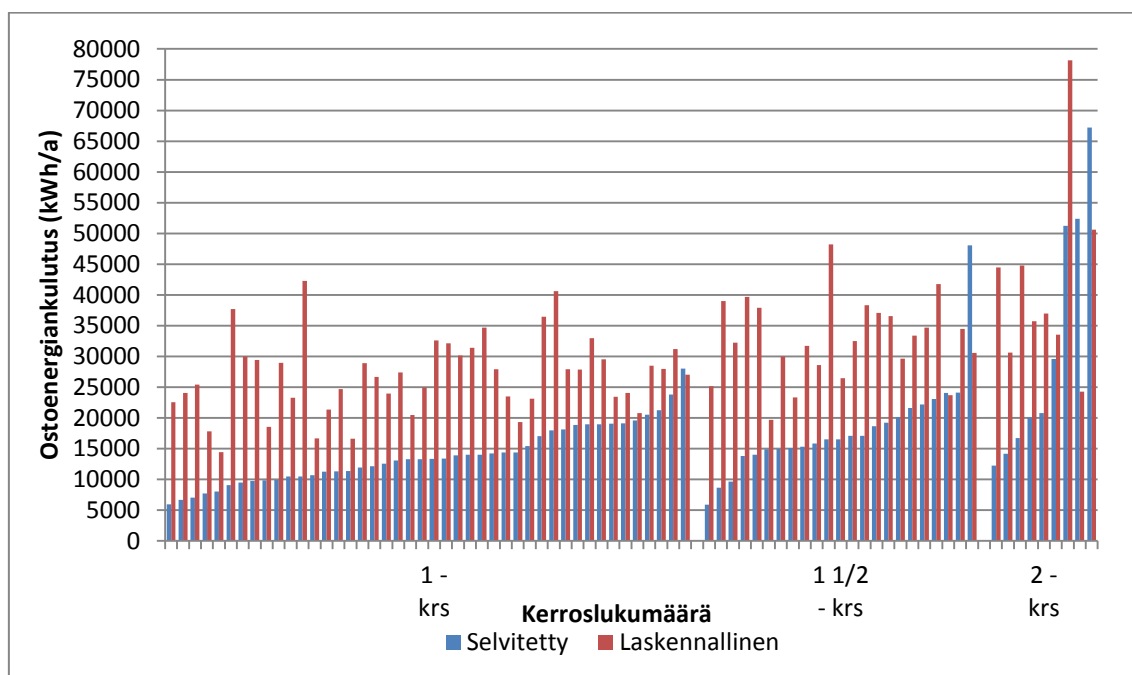
KUVIO 30. Ostoenergiankulutus asukasmäärien paikkansa pitävyyden mukaan esitettynä

Tutkimuksen aikaiset asukasmäärät ja energiatodistuksessa ilmoitettu asukasmäärä poikkesivat monessa kohteessa toisistaan. Poikkeama oli keskimäärin yksi henkilö vähemmän kuin se, mitä energiatodistuksessa oli ilmoitettu. Henkilömäärän muutos voi tosin vaikuttaa kulutuksessa joko ylös- tai alaspäin. Kohteet, joissa todellinen asukasmäärä oli suurempi kuin todistuksessa ilmoitettu, oli kulutus silti alle laskennallisen. Asukasmäärän ollessa suurempi kuin laskennallinen on talossa enemmän laitteiden käyttäjiä, jolloin sähköä ja vettä kuluu todennäköisesti enemmän kuin mitä on laskettu. Toisaalta, mitä enemmän talossa on ihmisiä, sitä suurempi on ihmisistä vapautuva lämpöenergian. Tällöin tarvittava lämmitysenergian määrä ainakin teoriassa pienenee. Todellinen vaikutus riippuu kuitenkin paljon talon käyttöasteesta ja käyttäjistä.

Asukasmäärän tarkastelukaan ei selitä kokonaisuudessaan ostoenergian kulutuksen suuria eroja, mutta sillä on selvästi vaikutusta. Tämä viittaa siihen, että kulutus on paljon riippuvainen asukkaiden käyttötottumuksista.

5.4.3 Kerrosluku

Tässä kohdassa on tarkasteltu kerroslukumäärän vaikutusta ostoenergiankulutukseen. Kuviossa 31 on esitetty ostoenergiankulutuksen jakautuminen kerroslukumäärän mukaan.



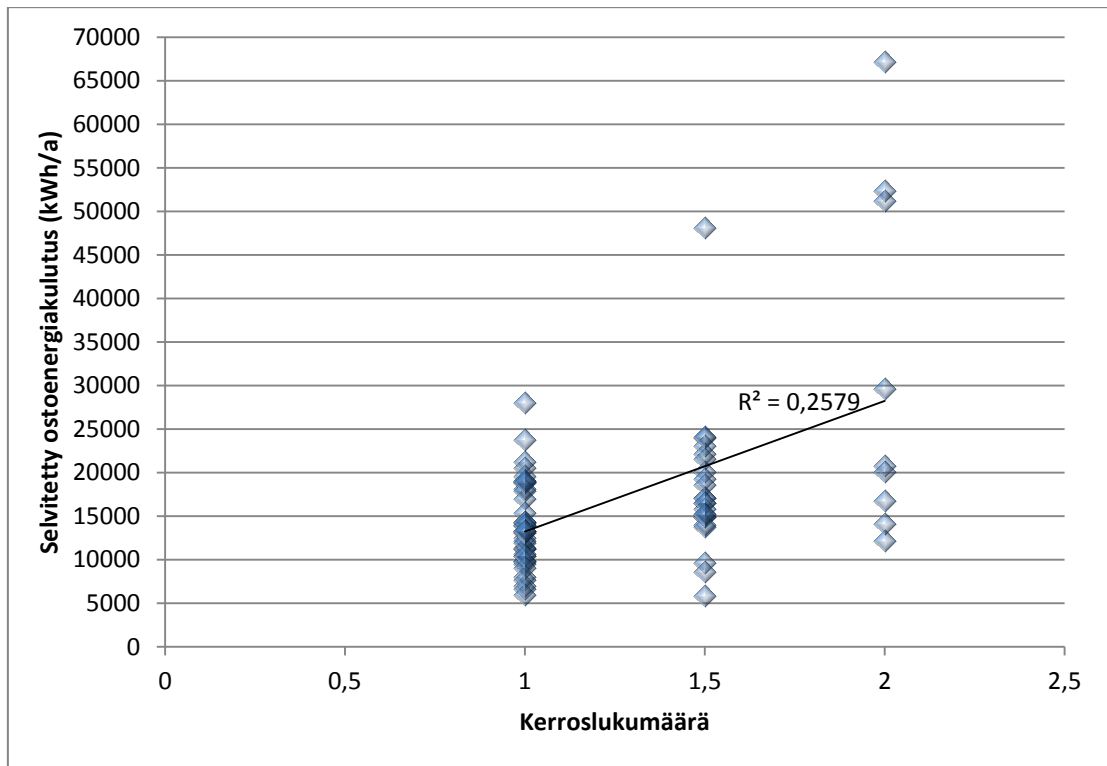
KUVIO 31. Selvitetty ja laskennallinen ostoenergiankulutus kerroslukumäärän mukaan jaoteltuna

TAULUKKO 19. Keskimääräiset selvitetty ja laskennalliset ostoenergiankulutukset sekä keskihajonnat kerroslukumäärän mukaan jaoteltuna

Kerrosten lukumäärä	Kpl	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
1	40	127,1	43,0 (33,8)	234,0	31,4 (13,4)
1 ½	22	123,7	45,8 (37,0)	235,9	29,1 (12,3)
2	9	130,6	53,0 (40,6)	213,9	22,6 (10,6)

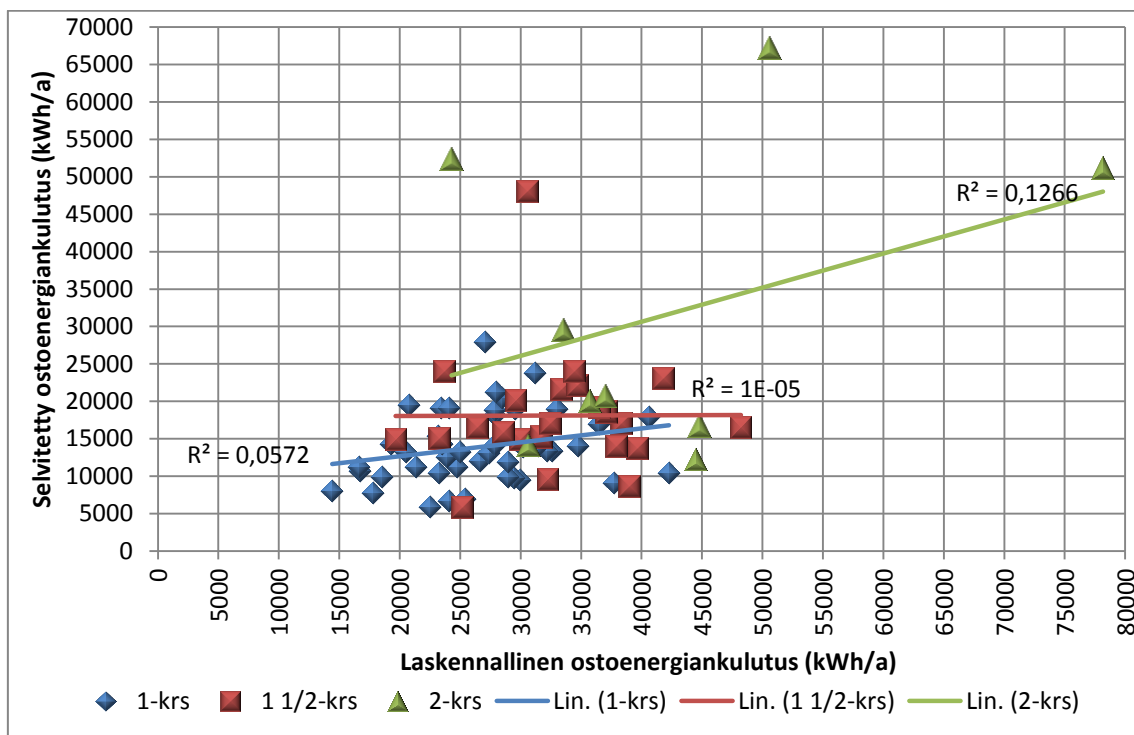
Vertailtaessa kerrosluvun vaikutusta huomataan 1-kerroksisten rakennusten kuluttavan keskimäärin hieman enemmän mitä 1 ½-kerroksisten, mutta 2-kerroksisten rakennusten kulutus on suurin. Saman kerrosluvun omaavissa

kohteissa ovat ostoennergiankulutukset kuitenkin hyvin samanarvoiset, eikä suuria eroja esiinny.



KUVIO 32. Selvitetty ostoennergiankulutus kerroslukumäärällä selitettynä

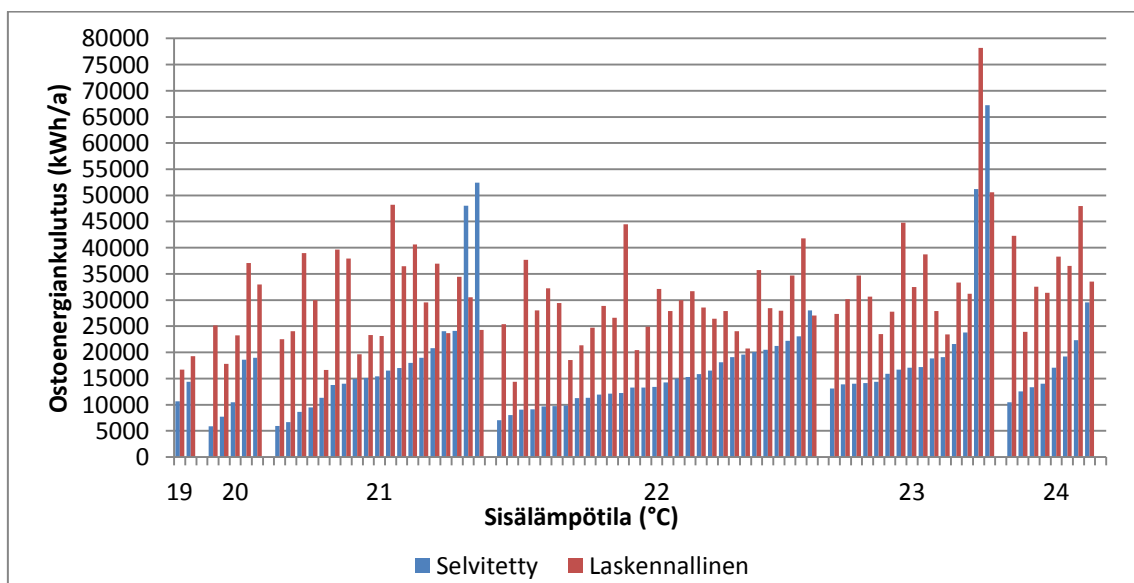
Kuviosta 32 saadaan selitekertoimeksi 0,26. Eniten poikkeavien kohteiden poistamisen jälkeen on kerroin vain 0,10. Muuttujien välillä on jonkin verran korrelaatiota, eli kerroslukumäärällä ei siis juurikaan ole vaikutusta selvitettyyn ostoennergiankulutukseen. Tähän viittaa myös se, että taulukon 19 keskiarvot ovat erittäin lähellä toisiaan. Yhtä kohdetta lukuun ottamatta eniten kuluttavat rakennukset ovat kuitenkin 2-kerroksisia. Niissä suuresta neliömäärästä johtuen kulutus neliötä kohti on samaa luokkaa kuin 1- ja 1 ½ -kerroksisissa rakennuksissa. Kuviosta 33 nähdään, ettei kerroslukumäärä selitä selvitetyn ja laskennallisen kulutuksen eroja.



KUVIO 33. Selvitetyn ja laskennallisen ostoenergiankulutuksen riippuvuutta kerroslukumäärällä selitettynä

5.4.4 Sisälämpötila

Tässä kohdassa on tarkasteltu sisälämpötilan vaikutusta ostoenergiankulutukseen.



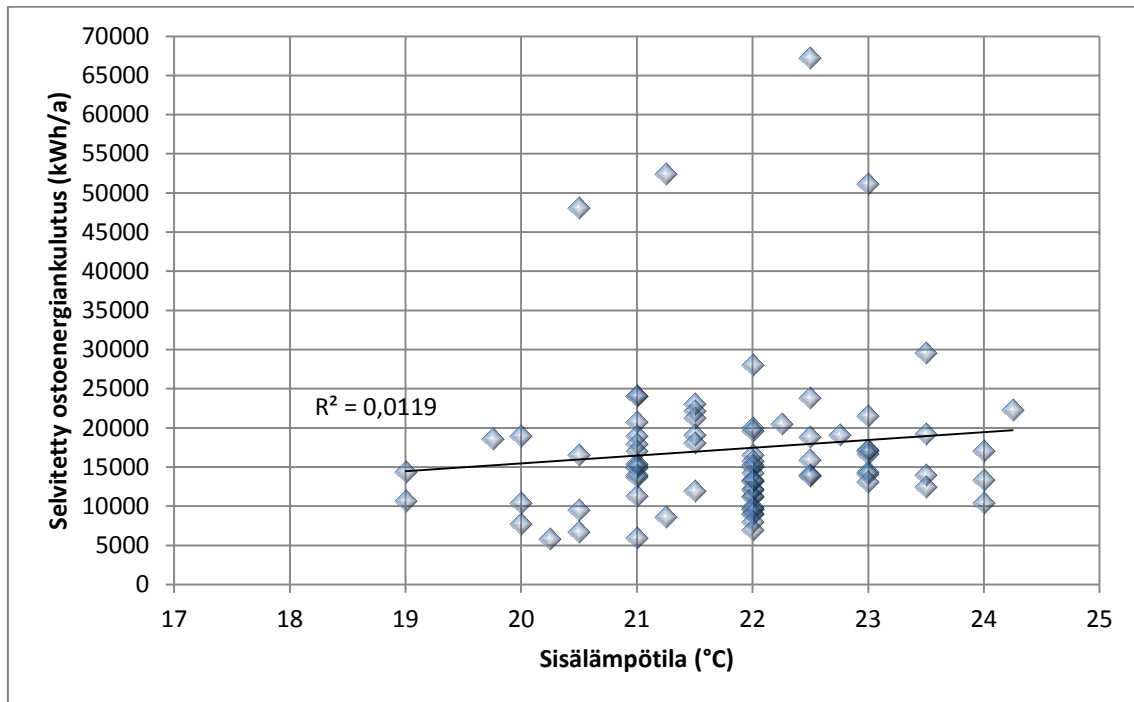
KUVIO 34. Ostoenergiankulutus sisälämpötilan mukaan jaoteltuna

TAULUKKO 20. Keskimääräiset selvitetty ja laskennalliset ostoenergiankulutukset sekä keskihajonnat sisälämpötilan mukaan jaoteltuna

LÄMPÖTILA (°C)	Kpl	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
19	2	153,3	4,4 (2,9)	222,4	17,8 (8,0)
20	5	133,5	17,9 (13,4)	274,0	24,9 (9,1)
21	19	123,8	53,0 (42,8)	231,2	22,6 (9,8)
22	29	124,9	41,6 (33,3)	226,7	22,5 (9,9)
23	15	139,6	45,3 (32,5)	231,3	27,0 (11,7)
24	8	107,2	31,4 (29,3)	222,1	21,9 (9,9)

Sisälämpötila vaihteli kohteissa suuresti. Asukkaita pyydettiin ilmoittamaan lämpötilan keskiarvo tietylle ajanjaksolle, ja näistä luvuista laskettiin kohteelle keskiarvo, jota käytettiin vertailuun. Kuviosta 34 nähdään, että kulutukset vaihtelevat voimakkaasti niiden kohteiden välillä, joilla on keskimäärin sama sisälämpötila eikä energiankulutus näytä kasvavan, vaikka lämpötila kasvaa. Laskennallinen energiankulutukseen ei kasva lämpötilan noustessa, koska energiatodistuksessa sisälämpötilan perusarvona käytetään 21 °C:tta. Regressiokuvioista voidaan myös huomata, ettei sisälämpötilalla ja selvitetyllä ostoenergiankulutuksella ole yhteyttä. Pieni otanta kuitenkin heikentää tulosta. Siitä johtuen keskiarvot ja kuvaajat eivät välttämättä anna luotettavaa tulosta.

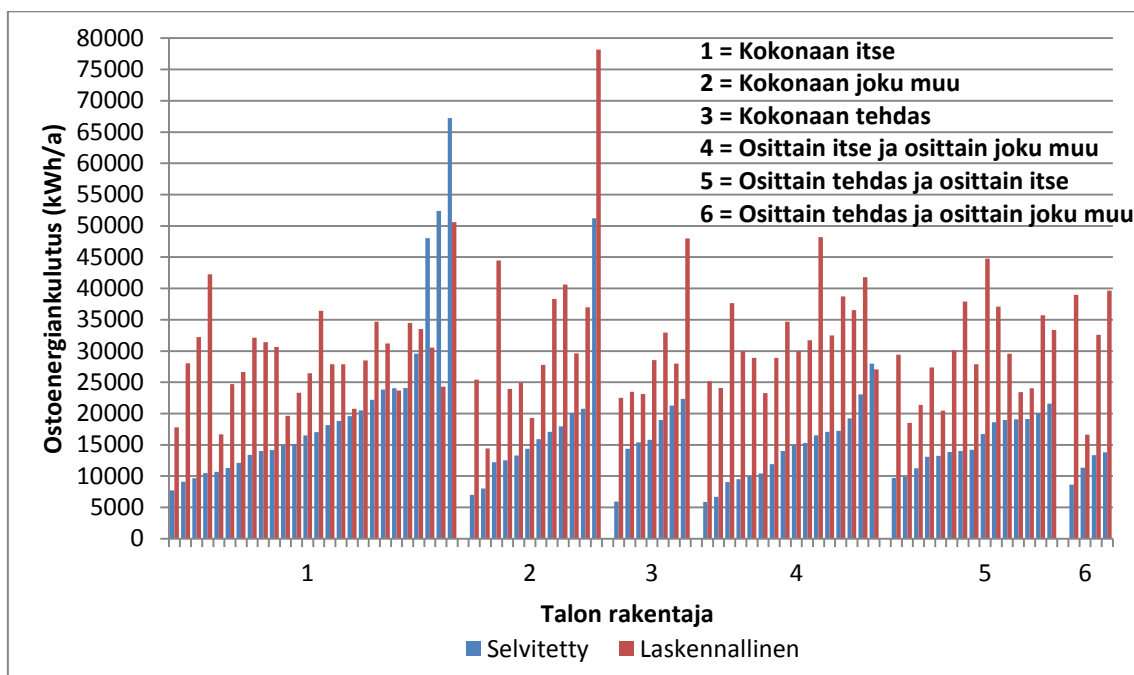
Mikäli tarkastellaan eroja vain 21, 22 ja 23 °C:n välillä, voidaan taulukosta 20 huomata kulutuksen kasvavan sisälämpötilan kasvaessa. Näissä kohteissa otanta on kohtalaisen suuri, joten tämän tarkastelun tulosta voidaan pitää ainakin hieman luotettavampana kuin kokonaistarkastelua. Tätä tukee se, että kuvion 35 yhtälö on hieman nouseva. Korkea sisälämpötila ei kuitenkaan tarkoita, että selvitetty ostoenergiankulutus olisi suuri. Korkea sisälämpötila kuitenkin kasvattaa energiankulutusta, koska lämmitysjärjestelmä joutuu työskentelemään sitä enemmän, mitä korkeammaksi lämpötilan haluaa. Kuitenkaan kohteiden energiakulutuksen eroja tai suuria kulutuksia ei sisälämpötilalla voida selittää. Tulosten perusteella on vaikea sanoa, paljonko yhden asteen muutos keskimäärin vaikuttaa energiankulutukseen. Joidenkin tutkimusten mukaan lämpötilan alentaminen yhdellä asteella voi vähentää lämmityskustannuksia jopa yli 5 prosenttia.



KUVIO 35. Selvitetty ostoenergiankulutus sisälämpötilalla selitettynä

5.4.5 Talon rakentaja

Tässä kohdassa on tarkasteltu talon rakentajan vaikutusta ostoenergiankulutukseen.

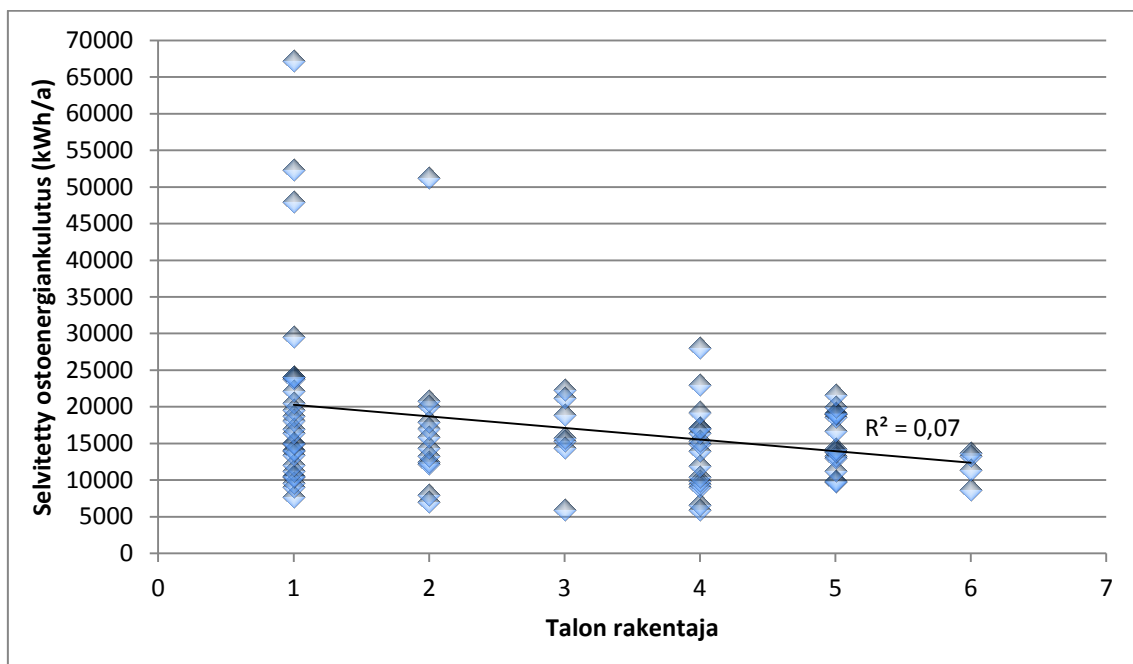


KUVIO 36. Ostoenergiankulutus talon rakentajan mukaan jaoteltuna

TAULUKKO 21. Keskimääräiset selvitetty ja laskennalliset ostoenergiankulutukset sekä keskihajonnat talon rakentajan mukaan jaoteltuna

TALON RAKENTAJA	Kpl	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Keskim. laskennallinen ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]
Kokonaan itse	26	143,4	52,2 (36,4)	232,1	23,5 (10,1)
Kokonaan joku muu	12	121,6	30,5 (25,1)	238,1	46,7 (19,6)
Kokonaan tehdas	7	138,4	14,1 (10,2)	225,9	20,5 (9,1)
Osittain itse ja osittain joku muu	16	106,5	37,7 (35,4)	233,6	30,3 (13,0)
Osittain tehdas ja osittain itse	15	126,9	38,9 (30,7)	231,9	31,5 (13,6)
Osittain tehdas ja osittain joku muu	4	90,0	43,6 (48,4)	217,4	13,5 (6,2)

Taulukosta 21 ja kuviosta 36 nähdään, että kokonaan tehtaan rakentamisessa taloissa kulutusluvut ovat selvästi tasalaatuisimpia yhtä kohdetta lukuun ottamatta. Kokonaan tehtaan tekemien talojen otanta on kuitenkin melko pieni verrattaessa muihin kohteisiin, joten luvut eivät välttämättä kerro koko totuutta. Kokonaan jonkun muun tekemät talot näyttävät olevan myös melko tasalaatuisia, mutta niissä kulutus on pienempi kuin kokonaan tehtaan tekemissä. Kokonaan itse tehdyissä taloissa on selvästi suurin kulutus ja keskihajonta. Myös kolme kohdetta, joissa energiankulutus on muista kohteista poikkeavan suuri, ovat kokonaan itse tehtyjä. Näissä ei rakentaja ole ehkä tiennyt tarpeeksi hirsitalon rakentamisesta eikä ole osannut kiinnittää tarpeeksi huomioita joihinkin rakenteellisiin asioihin, jotka ovat energiatehokkuuden kannalta tärkeitä. Itse tehty talo voi olla hyvinkin energiatehokas ja vähän kuluttava, mikäli se on tehty hyvin.



KUVIO 37. Selvitetty ostoenergiankulutus talon rakentajalla selitettynä

Hirsitalo näyttäisi olevan parasta rakennuttaja kokonaan jonkun muun, mahdollisesti ammattimiehen tai tehtaan puolesta, jos itsellä ei ole tarpeeksi tietoa rakentamisesta. Kuvion 37 perusteella voidaan todeta, ettei talon rakentajalla ole juurikaan vaikutusta selvitettyyn energiankulutukseen.

5.4.6 Sauna

Tässä kohdassa on tarkasteltu saunan vaikutusta kulutukseen ja saunan lämmittämiseen kuluvaan energiaan osuutta ostoenergiankulutuksesta.

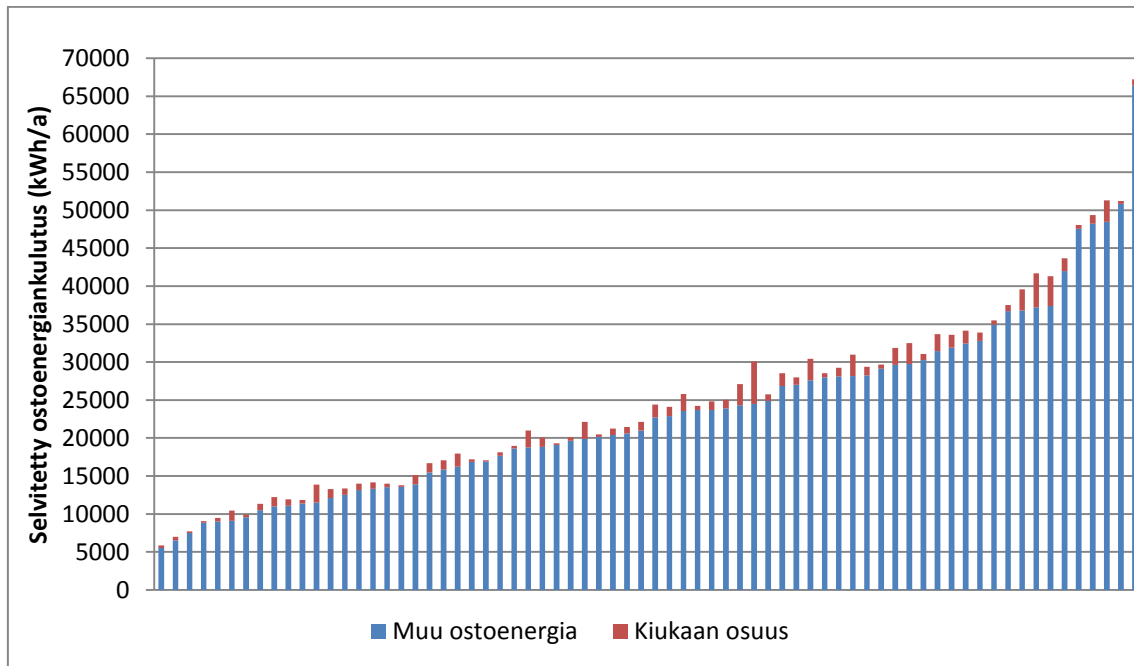
TAULUKKO 22. Selvitetty ostoenergiankulutus ja keskihajonnat kiukaan ja sen käytön mukaan jaoteltuna

Kiukaan kuluttama energia on huomioitu ostoenergiankulutuksessa. Huomaa kahdessa viimeisessä sarakkeessa eri yksikkö.

PUU-KIUAS	Kpl	Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm ²)	Keskihajonta (kWh/a htm ²) [%]	Kiukaan kuluttama energia 70 % hyötysuhteella (kWh/a)	Keskihajonta (kWh/a)
Joka päivä	20	132,4	44,4 (33,5)	1905,5	1254,8
Joka toinen päivä	3	150,8	47,7 (31,6)	2417,6	1287,2
2-3 krt viikossa	10	168,1	54,8 (32,6)	1633,5	810,2
SÄHKÖ-KÖ-KIUAS 6 kW		Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Kiukaan kuluttama energia (kWh/a)	
2-3 krt viikossa	8	134,6	54,5 (40,5)	845,0	
kerran viikossa	5	115,2	22,6 (19,6)	338,0	
SÄHKÖ-KÖ-KIUAS 9 kW		Keskim. selvitetty ostoenergiankulutus (kWh/a htm²)	Keskihajonta (kWh/a htm²) [%]	Kiukaan kuluttama energia (kWh/a)	
2-3 krt viikossa	6	117,7	44,7 (38,0)	1235,0	
kerran viikossa	8	102,8	32,9 (32,0)	494,0	

Taulukossa 22 on esitetty selvitetty ostoenergiankulutus kiukaan ja sen käytön mukaan jaoteltuna. Taulukosta on jätetty pois ne saunan lämmittämismäärät, joista ei vähäisen määrän vuoksi voitu laskea keskiarvoa. Aasukkaan ilmoittama puukiukaassa kulutettu polttopuunmäärä on kerrottu sekahalkojen polttoarvolla, ja kiukaan hyötysuhteeksi on oletettu 70 prosenttia. Puukiukaasta käytävissä koh-teissa puun poltosta saatava energia on laskettu mukaan taulukon 22 ostoener-giankulutukseen. Tutkimuksessa sähkökiukaiden kohdalla kiukaan kulutus pe-rustuu oletukseen, että kiuas on tunnin käytössä. Esilämmityksen oletetaan ole-van 30 minuuttia ja saunomisajan 30 minuuttia.

Vastanneista puukiuaista käytti 48,4 prosenttia ja sähkökiuaista 49,5 prosenttia. Kahdessa kohteessa ei ollut saunaa. Kiuasta lämmitettiin keskimäärin 2-3 kertaa viikossa. Puukiukaissa puuta kulutettiin keskimäärin 2,1 pinokuutiota. Puukiuaista käyttävissä kohteissa saunaa lämmitetään huomattavasti useammin kuin kohteissa, missä on sähkökiuas.



KUVIO 38. Kiukaan kuluttama energian osuus selvitetystä ostoenergiankulutuksesta

Kuviossa 38 on esitetty kiukaan osuus ostoenergiankulutuksesta. Kiukaan kuluttama energian osuus on keskimäärin 8 prosenttia ostoenergiankulutuksesta. Osuudet vaihtelivat 0,7 – 29,5 prosentin välillä. Kiukaan kulutus energiankulutuksesta voi olla hyvinkin suuri, riippuen kiukaasta ja sen käytöstä. Kohteissa, joissa on sähkökiuas, on kiukaan osuus ostoenergiankulutuksesta noin 5 prosenttia. Sähkökiuas on tehonsa puolesta kodin suurin sähkölaitte. Sähkökiukaiden osalta kiukaan kuluttama energianmäärä riippuu paljon kiukaasta, saunomisajasta ja lämpötilasta. Saunan käytön osalta on huomioitava, että osa kiukaan lämmitysenergiasta tulee lämpökuormaksi rakennukseen.

6 YHTEENVETO

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää hirsisten omakotitalojen todellista energiankulutusta, verrata tuloksia energiatodistuksen laskennallisiin arvoihin ja selvittää, onko hirsitalojen energiankulutus määräysten edellyttämällä tasolla. Tutkimuksen tavoitteena oli myös osoittaa, että hirsiseinän vaikutus energiankulutukseen ei ole merkittävä verrattaessa esimerkiksi käyttäjätottumuksiin. Lisäksi syitä selvitetyn ja laskennallisen kulutuksen eroihin haluttiin selvittää.

Tutkituista kohteista keskimäärin 67 kohteessa (84 %) selvitetty ostoenergiankulutus alitti laskennallisen kulutuksen keskimäärin 38,7 prosentilla, kun tulisijan käyttöä ei oteta huomioon. Selvitetty ostoenergiankulutus ylitti laskennallisen kulutuksen keskimäärin 13 kohteessa (16 %) keskimäärin 22,6 prosentilla. Kun tulisijan käyttö otetaan huomioon, oli selvitetty ostoenergiankulutus alle laskennallisen kulutuksen keskimäärin 62 kohteessa (77,5 %).

Kaikkien tutkittujen kohteiden laskennallisen ostoenergiankulutuksen keskiarvo (hyötysuhteet huomioitu) oli 23595,0 kWh/a. Kohteiden selvitetyn ostoenergiankulutuksen keskiarvo oli 17165,4 kWh/a ja kulutus oli keskimäärin 27,2 prosenttia alle laskennallisen. Huomioitaessa takan käyttö, selvitetyn kulutuksen keskiarvo oli 20511,6 kWh/a ja se oli keskimäärin 13,1 prosenttia alle laskennallisen. Siten keskimäärin selvitetty ostoenergiankulutus jää alle laskennallisen kulutuksen. Kohteita, joissa kulutus on poikkeavan suuri, ei ollut kuin muutama.

Suuri energiankulutukseen vaikuttava tekijä näyttäisi olevan käyttäjät ja heidän käyttötottumuksensa, eikä hirsiseinän vaikutus kulutukseen ole merkittävä käyttäjätottumuksiin verrattaessa. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energian osuus ostoenergiankulutuksesta on noin 15 prosenttia. Varaavasta takasta/leivinuunista vapautuvan energian määrä on keskimäärin 19 prosenttia ostoenergiasta. Kaukolämpö- ja puulämmityskohteiden perusteella laitesähkön osuus on noin 25 prosenttia ja lämmityksen osuus noin 75 prosenttia ostoenergiasta. Oletusten perusteella sähkölämmitys- ja maalämpökohteissa lämmityksen osuus on keskimäärin 50 prosenttia. Olettaessa kaikki kohteet huomioon vaihtelee lämmitysenergian osuus noin 50 – 75 prosentin välillä. Kohteiden sel-

vitetyissä kulutuksissa oli suuria eroja, joten keskimääräiset arvot ovat vain suuntaa antavia. Toteutuneet arvot voivat poiketa keskiarvoista hyvinkin paljon. Tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaisi hirsitalojen energiatehokkuus olevan parempi kuin mitä se laskennassa oletetaan olevan.

Tätä tutkimusta tehtäessä ilmeni muutamia parannusehdotuksia uusien tutkimuksien varten. Yksi puute oli maalämpöpumppujen sähkönkulutuksen ja hyötysuhteiden puute. Todellisen laitesähkön ja lämmitysenergian osuus olisi ollut helpompi määrittää lähemmäs todellista kulutusta noilla tiedoilla. Nyt tehty vertailu perustuu oletuksiin. Lämmönjakojärjestelmää olisi myös pitänyt kysyä kyselyssä, koska tiedot eivät löytyneetkään kaikista energiatodistuksista. Kaukolämpöä, puulämmitystä ja lämpöpumppuja (pois lukien maalämpöpumput) käytäviä kohteita oli tutkimuksessa melko vähän. Näiden lämmitysjärjestelmien kohdalla keskiarvot eivät välttämättä kuvaa parhaiten todellista kulutusta. Ulkorakennusten kohdalla olisi hyvänä lisäkysymyksenä voinut olla ulkorakennuksen mahdollinen energiankulutus, mikäli se on tiedossa. Lisäkysymys olisi ollut hyvä etenkin niissä tapauksissa, joissa ulkorakennus ja asuinrakennus on kytketty samaan sähkömittariin. Tällöin ulkorakennusten vaikutusta kulutukseen olisi voitu paremmin selvittää.

Tutkimuksen vastausprosentti jäi alle toivotun, joten kyselyn pituuteen ja kysymyksiin olisi todennäköisesti pitänyt kiinnittää vielä enemmän huomiota. Monissa kohdissa mietittiin mahdollisia lisäkysymyksiä, mutta ne päätettiin jättää pois, ettei kyselystä tule liian pitkä. Päätös oli oikea, sillä kyselystä saadun palautteen perusteella kysymyksiä ei olisi saanut olla ainakaan yhtään enempää. Kyselyyn vastaaminen vaikutti kuitenkin olevan helppoa, sillä vastaajilta ei tullut yhtään yhteydenottoa. Näyttäisi, että kysymysten asettelussa onnistuttiin hyvin, vaikka joidenkin kysymysten tulkinnassa vaikutti olevan joissakin vastauksissa hieman eroja.

Tutkimus osoittautui melko haastavaksi. Pelkästään oikeiden kysymysten laatiminen vaati paljon työtä. Kyselystä saatu aineisto oli hyvin laaja, ja sen läpikäyminen ja oleellisten asioiden huomioiminen oli haastavaa ja aikaa vievää. Saadun aineiston perusteella energiankulutusta voitaisiin tutkia vielä lisää ja

tarkemmin. Tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia laskennallisten kanssa, mutta hyvin suuntaa antavia. Johdannossa annettuihin tavoitteisiin kuitenkin päästiin melko hyvin tuloksin.

LÄHTEET

D3-2012. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 30.5.2011.

D5-2007. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskennasta. 19.6.2007.

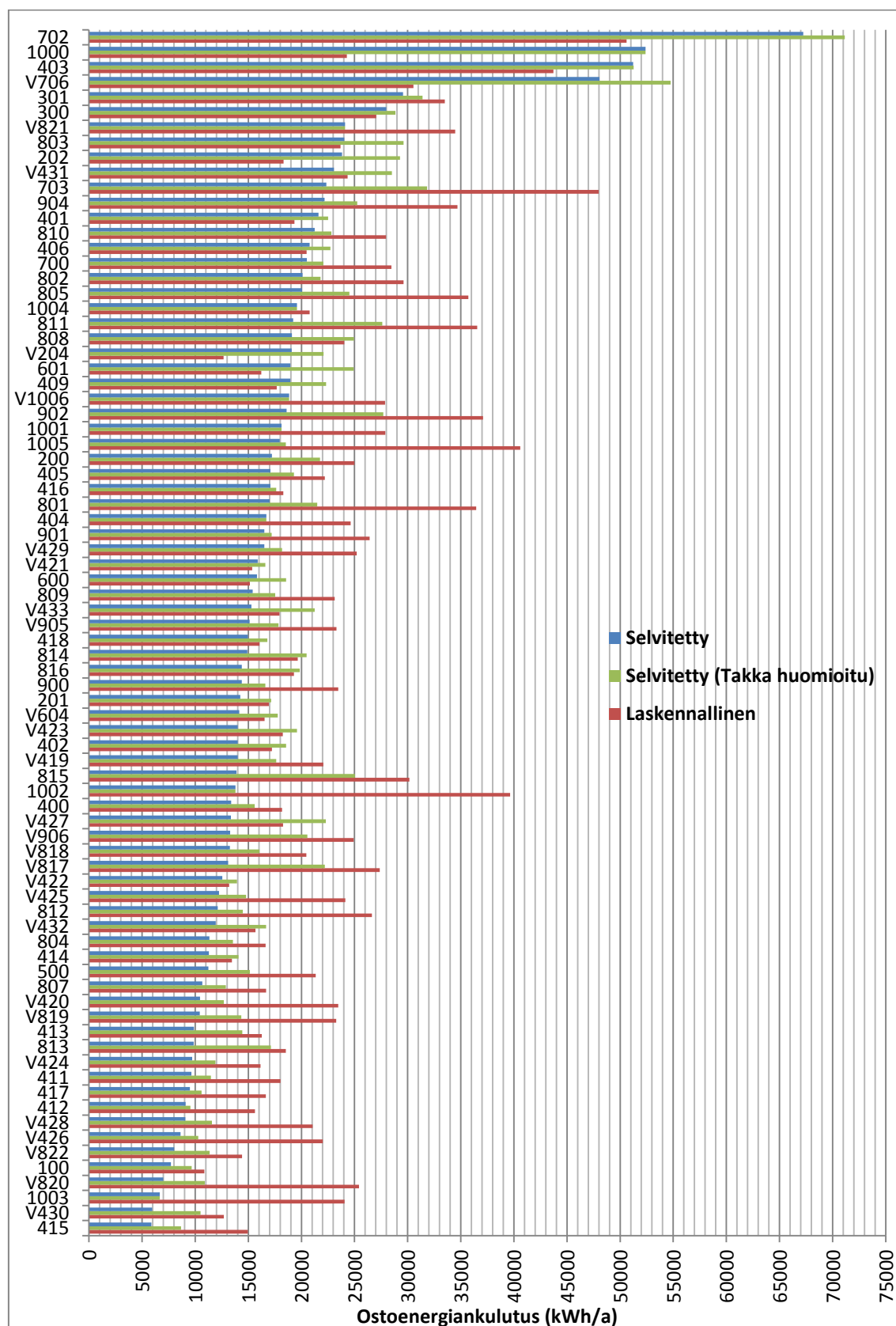
D5-2007. 2007. Liitteet 1-6, kohta 2.2.2. Lämpimän käyttöveden energiankulutus. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/5424.pdf>. Hakupäivä 15.5.2013.

Energiatodistusopas 2007. 2009. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen energiatodistuksen ja energiatehokkuusluvun määrittämisestä. 2.7.2009.

Energiatodistus 2013. 2013. Motiva. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>. Hakupäivä 14.12.2013.

Hirsitaloteollisuus. 2011. Lehistötiedote vuoden 2012 energiamääräyksistä 31.10.2011. Saatavissa: http://hirsitaloteollisuus.fi/content_images/lehistotiedotteet/lt_vuoden_2012_energiamaarayksista_31102011.pdf. Hakupäivä 20.12.2013.

Ympäristö. 2013. Rakennuksen energiatodistus. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus. Hakupäivä 14.12.2013



Lämpöpumppuja käyttävissä kohteissa laskennallinen kulutus on jaettu pumpun hyötysuhteella.

KUVIO 39. Ostoenergiankulutus kohteittain

TAULUKKO 23. Kohteiden perustietoja

Kohdenumeron edessä oleva V-kirjain tarkoittaa, ettei kohteen kokonaisvedenkulutus ole tiedossa.

VA T/L = Varaava takka/leivinuuni T = Takka (kamina- malli) ILP = Ilmalämpöpumppu IVLP = Ilmavesilämpöpumppu PILP = Poistoilmalämpöpumppu S = Sähkö AK = Aurinkokeräin								
KOH- DENU- MERO	Ensisijai- nen lämmi- tysjärjes- telmä	Lisä- lämmi- tys- järjes- telmät	Huo- neis- toala	Asu- kkai- ta yht.	Todis- tuk- sessa ilmoi- tettu asukas- kas- määrä	Kerros- luku- määrä	Kokonais- vedenkulu- tus vuonna 2012 (m3/vuosi)	Sisä- lämpö- tilan kes- kiarvo (°C)
100	Ilmalämpö- pumppu	VA T/L + ILP + S	70	1	3	1	15	20
200	Ilma- vesilämpö- pumppu	VA T/L + IVLP + S	156,7	3	4	-	35	23
201	Ilma- vesilämpö- pumppu	VA T/L	107	3	3	1	140	22
202	Ilma- vesilämpö- pumppu	VA T/L + PILP	123,7	2	4	1	86	23
300	Kaukolämpö	VA T/L	130,3	5	5	1	69	22
301	Kaukolämpö	VA T/L	174,5	7	4	2	120	24
400	Maalämpö	VA T/L	160,1	2	4	1	130	22
401	Maalämpö	VA T/L	176	5	6	1 1/2	69	23
402	Maalämpö	VA T/L	146	5	5	1	140	24
403	Maalämpö	T	373	4	5	2	120	23
404	Maalämpö	VA T/L	195	9	8	2	177	23
405	Maalämpö	VA T/L	180	5	4	1 1/2	70	24
406	Maalämpö	VA T/L	166	2	3	2	60	21
409	Maalämpö	VA T/L	135	5	5	1	100	20
411	Maalämpö	VA T/L	152	4	4	1 1/2	35	22
412	Maalämpö	-	135,4	4	4	-	120	22
413	Maalämpö	VA T/L	145	3	4	1	110	-
414	Maalämpö	VA T/L	109	3	4	1	75	22
415	Maalämpö	VA T/L	91	2	3	1 1/2	134	20
416	Maalämpö	VA T/L	140	4	5	1 1/2	160	23
417	Maalämpö	VA T/L	139,5	3	4	1	78	21
418	Maalämpö	VA T/L	120	4	3	1 1/2	80	22
500	Muu (Sa- vumax)	VA T/L + AK	85	2	3	1	80,4	22
600	Poistoilma- lämpö- pumppu	VA T/L	115	5	4	1 1/2	150	22
601	Poistoilma- lämpö- pumppu	VA T/L	133,3	4	4	1	113	21

KOH-DENU-MERO	Ensisijai- nen lämmit- ysjärjes- telmä	Lisä- lämmit- ysjärjes- telmät	Huo- neis- toala	Asuk- kaita yht.	Todis- tuk- sessa ilmoi- tettu asukas- kas- määrä	Kerros- luku- määrä	Kokonais- vedenkulu- tus vuonna 2012 (m3/vuosi)	Sisä- lämpö- tilan kes- kiarvo (°C)
700	Puulämmit- tys	VA T/L	130	2	4	1	66	22
702	Puulämmit- tys	VA T/L + ILP	286	5	7	2	120	23
703	Puulämmit- tys	AK	194	3	4	-	100	24
801	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	147,5	4	4	1	75	21
802	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	151	3	4	1 1/2	80	-
803	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	104	2	3	1 1/2	79	21
804	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	74,4	2	2	1	68	21
805	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	178	5	4	2	150	22
807	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	71	1	3	1	245	19
808	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	118	2	3	1	110	22
809	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	107	3	4	1	132	21
810	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	134	4	5	1	117	22
811	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP + S	158	4	3	1 1/2 + kellari	200	24
812	Suora sähkö- lämmitys	PILP	121	3	3	1	70	22
813	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	84	4	3	1	75	22
814	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	80	4	3	1 1/2	125	21
815	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	134	2	3	1	100	23
816	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + S	92	2	3	1	72	19
900	Varaava sähköläm- mitys	VA T/L	107	3	4	1	61	23

KOH-DENU-MERO	Ensisijainen lämmitysjärjestelmä	Lisälämmitysjärjestelmät	Huoneistoala	Asukkaita yht.	Todistuksessa ilmoitettu asukasmäärä	Kerroslukumäärä	Kokonaisvedenkulutus vuonna 2012 (m3/vuosi)	Sisälämpötilan keskiarvo (°C)
901	Varaava sähkölämmitys	AK	112,2	2	2	1 1/2	91	22
902	Varaava sähkölämmitys	VA T/L	122	5	4	1 1/2	80	20
904	Varaava sähkölämmitys	VA T/L	140,5	5	5	1 1/2	140	22
1000	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L	114	2	3	2	160	21
1001	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L	129	2	4	1	84	22
1002	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L	191	2	4	1 1/2	85	21
1003	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L + S	101	2	2	1	60	21
1004	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L + ILP	84,5	2	3	1	30	22
1005	Takka/leivinuuni (varaava)	VA T/L	111	6	4	1+kellari	147	21
V204	Ilmavesilämpöpumppu	VA T/L + AK	84	2	3	1+kellari	oma kaivo	23
V419	Maalämpö	VA T/L + S	192	3	5	1 1/2	oma kaivo	21
V420	Maalämpö	VA T/L	164	2	3	1	oma kaivo	24
V421	Maalämpö	T + PILP	132	1	3	-	oma kaivo	23
V422	Maalämpö	VA T/L	111	4	4	1	oma kaivo	24
V423	Maalämpö	VA T/L	136	5	4	1	ei ilmoitettu	23
V424	Maalämpö	VA T/L	133	3	4	1	ei ilmoitettu	22
V425	Maalämpö	VA T/L	196	5	5	2	ei ilmoitettu	22
V426	Maalämpö	VA T/L	167	1	4	1 1/2	oma kaivo	21
V427	Maalämpö	VA T/L	159	2	4	1	oma kaivo	24

KOH-DENU-MERO	Ensisijainen lämmitysjärjestelmä	Lisälämmitysjärjestelmät	Huoneistoala	Asukkaita yht.	Todistuksessa ilmoitettu asukasmäärä	Kerroslukumäärä	Kokonaisvedenkulutus vuonna 2012 (m3/vuosi)	Sisälämpötilan keskiarvo (°C)
V428	Maalämpö	VA T/L	212	2	5	1+kellari	oma kaivo	22
V429	Maalämpö	VA T/L	180	3	4	1 1/2	ei ilmoitettu	21
V430	Maalämpö	VA T/L	114	3	3	1	oma kaivo	21
V431	Maalämpö	VA T/L	205	3	5	1 1/2	ei ilmoitettu	22
V432	Maalämpö	VA T/L	127,5	4	4	1	oma kaivo	22
V433	Maalämpö	VA T/L	145	4	5	1 1/2	oma kaivo	22
V604	Poistoilma- lämpöpump- pu	VA T/L + PILP	121	2	4	2	oma kaivo	23
V706	Puulämmitys	VA T/L + S	117	3	3	1 1/2	ei ilmoitettu	21
V817	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	112	5	5	1	oma kaivo	23
V818	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	89	1	3	1	oma kaivo	22
V819	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + ILP	80	1	3	1	oma kaivo	20
V820	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	92	2	3	1	oma kaivo	22
V821	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L + S	129	3	5	1 1/2	ei ilmoitettu	21
V822	Suora sähkö- lämmitys	VA T/L	56	1	2	1	ei ilmoitettu	22
V905	Varaava sähkölämmi- tys	VA T/L	90	2	3	1 1/2	ei ilmoitettu	21
V906	Varaava sähkölämmi- tys	VA T/L + PILP	98	2	3	1	oma kaivo	22
V1006	Tak- ka/leivinuuni (varaava)	VA T/L + S	113	3	4	1	ei ilmoitettu	23

Hirsitalojen energiankulutustutkimus

1. Vastaajan tiedot

* - merkityt tiedot ovat pakollisia

Etunimi *

Sukunimi *

Sähköposti *

Osoite *

Puhelinnumero

Postinumero *

Postitoimipaikka *

2. Onko hirsitalonne vakituisessa asuinkäytössä? *

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei

3. Mikä yritys toimitti talonne?

- ☐ Honkarakenne
- ☐ Kontio
- ☐ Finnlamelli
- ☐ Mammutihirsi
- ☐ Kimara
- ☐ En osaa sanoa

4. Kuka talonne on rakentanut?

- ☐ Kokonaan tehdas
- ☐ Kokonaan itse
- ☐ Kokonaan joku muu
- ☐ Osittain tehdas ja osittain itse
- ☐ Osittain tehdas ja osittain joku muu
- ☐ Osittain itse ja osittain joku muu
- ☐ En osaa sanoa

5. Milloin talonne on otettu käyttöön?

Tämän tiedon löydät talon käyttöönottopöytäkirjasta.

- ☐ 2009
- ☐ 2010
- ☐ 2011
- ☐ 2012

6. Mikä on talonne kerroslukumäärä?

Mikäli talonne on esimerkiksi 1-kerroksinen ja siinä on kellari, merkitkää tällöin kohdat 1-kerroksinen ja kellarikerroksellinen. Jos taas talonne on osittain 2 - kerroksinen ja osittain 1 - 1-kerroksinen, merkitkää nämä tiedot kohtaan muu mikä.

- ☐ 1 - kerroksinen
- ☐ 1 ¹/₂ - kerroksinen
- ☐ 2 - kerroksinen
- ☐ kellarikerroksellinen

Muu mikä?

☐ _____

- ☐ En osaa sanoa

7. Mikä on talonne asukasmäärä?

Aikuisia (Kpl)

Lapsia (Kpl)

Sisällä asuvat kotieläimet (Kpl)

8. Mitä muita sähköä ja energiaa kuluttavia rakennuksia pihapiirissänne on talonne lisäksi?

Merkittävä tekstikenttään rakennustyyppi, rakennuksen lämmitysmuoto ja lämmitetty neliömäärä. Kohtiin autotalli, autokatos ja yhdistetty autotalli ja autokatos, merkitkää vain rakennuksen lämmitysmuoto ja lämmitetty neliömäärä.

Esimerkiksi (Erottakaa tiedot toisistaan viivalla esimerkin mukaisesti).

Autotalli: Suora sähkölämmitys - 30 m²

Muu mikä? Varasto - puulämmitys - 45 m²

Mikäli koko rakennus on lämmitetty, merkitkää kohta KOKO rakennus on lämmitetty. Jos rakennuksesta vain osa on lämmitetty (esim. autokatos, jossa lämmitetty varasto), merkitkää kohta OSA rakennuksesta on lämmitetty. Kun kyseessä on rakennus mikä ei ole lämmitetty, mutta se kuluttaa sähköä, merkitkää kohta Kyllä, mutta ei lämmitetty.

	Kyllä, mutta ei lämmitetty	<u>KOKO</u> rakennus on lämmitetty	<u>OSA</u> raken- nuksesta on lämmitetty
Autotalli _____	☐	☐	☐
Autokatos _____	☐	☐	☐
Yhdistetty autotalli ja autoka- tos _____	☐	☐	☐
Muu mikä? _____	☐	☐	☐
Muu mikä? _____	☐	☐	☐
Muu mikä? _____	☐	☐	☐
Muu mikä? _____	☐	☐	☐

9. Mikä on talonne ensisijainen lämmitysjärjestelmä?

- ☐ Maalämpö
- ☐ Kaukolämpö
- ☐ Suora sähkölämmitys (patterit, kattolämmitys tai lattialämmitys)
- ☐ Maakaasu
- ☐ Öljy
- ☐ Pelletti
- ☐ Puubriketti
- ☐ Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)
- ☐ Ilmalämmitys (sähkölämmitys)
- ☐ Ilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)
- ☐ Poistoilmalämpöpumppu (sähkölämmitys)
- ☐ Ilmavesilämpöpumppu (sähkölämmitys)
- ☐ Sähkölämmitys (vesikiertoiset patterit tai lattiaputkisto)
- ☐ Takka/leivinuuni (varaava)

Muu mikä?

☐ _____

☐ En osaa sanoa

10. Mikä on talonne **ensisijaisen** lämmitysjärjestelmän vuotuinen kulutus?

HUOM! Sähkölämmitystä/maalämpöä käyttävät voivat ohittaa tämän kysymyksen.

Merkitkää kenttään toteutunut kulutus vuodelta 2012.

Puupolttoaine

(**irto-m³/vuosi** TAI **pino-m³/vuosi**, **merkitse käytettyä yksikkö**

valitse myös käyttämäne puupolttoaine oikealla olevasta alavetovalikosta)

2012

☐ -

☐ Hake

☐ Pilke

2012

Kaukolämpö (kWh/vuosi)

☐ Koivuhäly

2012

☐ Sekahäly

Puubriketti (kiloa/vuosi)

☐ En osaa sanoa

2012

Öljy (litraa/vuosi)

2012

Maakaasu (m³/vuosi)

2012

Pelletti (kiloa/vuosi)

11. Mitä lisälämmitysjärjestelmiä talossanne on?

- ☐ Takka/leivinuuni (varaava)
- ☐ Takka (kamina-malli eli ei varaava)
- ☐ Ilmalämpöpumppu
- ☐ Ilmavesilämpöpumppu
- ☐ Poistoilmalämpöpumppu
- ☐ Aurinkolämpö (aurinkokeräin)
- ☐ Aurinkosähkö (aurinkokenno)
- ☐ Tuulienergia
- ☐ Sähkö
- ☐ Pelletti
- ☐ Puubriketti
- ☐ Puulämmitys (hake-, pilke- tai halkokattila)
- ☐ Ei lisälämmitystä

Muu mikä?

☐ _____☐ En osaa sanoa**Mitä puupolttoainetta käytätte tulisijassa?**

- ☐ -
- ☐ Hake
- ☐ Pilke
- ☐ Sekahalot
- ☐ Koivuhalat
- ☐ En osaa sanoa

12. Jos käytätte aurinko- ja/tai tuulisähköä, mitkä ovat sen/niiden tuottolukemat vuodessa?

Mikäli ette käytä aurinko- ja/tai tuulisähköä siirtykää seuraavaan kysymykseen ja jättäkää kentät tyhjiksi.

Aurinkosähkö (kWh/vuosi)

Tuulisähkö (kWh/vuosi)

☐ Tuottolukemia ei ole erikseen mitattu

☐ En osaa sanoa

13. Paljonko sähköenergiankulutus on ollut talossanne?

Merkitkää kenttään toteutunut kulutus vuodelta 2012. **Tiedot löytyvät sähkölaskusta.**

2012
(kWh/vuosi)

☐ En osaa sanoa

14. Arvioikaa takan/leiviuunin käyttöä eri vuodenaikoina.

Arvioikaa kuinka monta kertaa lämmitätte takkaa ja/tai leivinuunia TALVELLA

- ☐ 1-2 kertaa päivässä
- ☐ joka toinen päivä
- ☐ 2-3 kertaa viikossa
- ☐ kerran viikossa
- ☐ 1-3 kertaa kuukaudessa
- ☐ kerran kuukaudessa
- ☐ 3-8 kertaa vuodessa
- ☐ 1-2 kertaa vuodessa
- ☐ Talossamme ei ole tulisijaa
- ☐ En osaa sanoa

Arvioikaa kuinka monta kertaa lämmitätte takkaa ja/tai leivinuunia KESÄLLÄ

- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ yli 10
- ☐ En osaa sanoa

15. Kuinka paljon arvioitte polttopuita kuluvan tulisijassa vuodessa?(irto-m³/vuosi **TAI** pino-m³/vuosi, **merkitse käytettävä yksikkö**)

Arvioikaa kulutusta esimerkiksi puuliiterin/varaston tilavuuden avulla tai voitte arvioida kulutusta punnitsemalla täyden puukorin ja suorittamalla seuraavan laskutoimituksen.

Esimerkki. Taloudessa kuluu talviaikaan (syyskuu - > huhtikuu) viikossa noin kolme korillista puuta. Täysi kori punnitaan vaa'alla ja painoksi saadaan 10kg. Irtokuutio puuta painaa keskimäärin 200 kiloa.

7 kuukauden aikana koreja kuluu **3 koria x 4 viikkoa x 7kk = 84 koria**, jolloin kulutettu puu painaa **84 koria x 10kg = 840kg**. Tällöin kuutiomääräksi saadaan **840kg/200kg/irto-m³ = 4,2 irto-m³**

Irtokuutio = (IRTO-m³) kuutiometriä vastaava määrä polttopuuta heiteltynä esim. traktorin lavalle. Irtokuutiometristä käytetään myös nimeä heittokuutiometri tai heittomotti.

Pinokuutio = (PINO-m³) tarkoittaa kuutiometrin kokoista polttopuupinoa. Pinokuutiometristä käytetään myös nimeä pinomotti.

16. Kuinka paljon vedenkulutus on ollut talossanne?

Ilmoittakaa vesilaskusta saatava toteutunut kulutus vuodelta 2012.

Kokonaisvedenkulutus vuonna 2012 (m³/vuosi)

17. Mikä on talonne sisäilman tyypillinen lämpötila esitetyillä aikaväleillä?

Toukokuu - elokuu (°C)

☐ En osaa sanoa

Syyskuu - huhtikuu (°C)

18. Mikä on ilmanvaihtokoneenne tyyppi?

Merkitse kenttään koneen valmistaja ja halutessanne koneen malli.

☐ En tiedä ilmanvaihtokoneemme tyyppiä

Mikä on ilmanvaihtokoneenne LTO:n (lämmöntalteenoton) jälkilämmitystapa?

☐ Sähkö

☐ Vesipatteri

☐ En osaa sanoa

19. Kuinka usein arvioitte lämmittävänne autoanne/autojanne viikossa talvikaudella?

Jos taloudessanne on useampi auto, merkitkää lämmityskerrat-sarakkeeseen, kuinka monta kertaa **yhteensä** lämmitätte autojanne.

Esim. Taloudessa on 2 autoa. Toista autoa lämmitetään 4 kertaa viikossa ja toista 2 kertaa viikossa --> yht. lämmityskertoja on 6 krt/viikko.

Autoja (Kpl)

Lämmityskerrat (Kertaa/viikko)

20. Onko autossanne/autoissanne sisätilanlämmitin?

Kyllä (merkitkää sisätilanlämmittimien määrä viereiseen sarakkeeseen)

☐

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

21. Mitä normaalin talon sähkölaitteista poikkeavia laitteita talossanne on?

Esim. erilaiset työkoneet (sirkkeli, hitsauskone ym.), kitaravahvistin, bassovahvistin ym.

Laite	Kpl

Laite	Kpl

Laite	Kpl

Laite	Kpl

Laite	Kpl

☐ En osaa sanoa

22. Kuinka paljon talossanne on valaisimia?

SISÄLLÄ**Hehkulamppu (Kpl)**

Halogeeni (Kpl)

Loisteputkilamppu (Kpl)

Miniloisteputkilamppu (Kpl)

LED-lamppu (Kpl)

Energiansäästölamppu (Kpl)

ULKONA**Hehkulamppu (Kpl)**

Halogeeni (Kpl)

Loisteputkilamppu (Kpl)

Miniloisteputkilamppu (Kpl)

LED-lamppu (Kpl)

Energiansäästölamppu (Kpl)

23. Kiuas

Onko talossanne
puu- vai sähkö-
kiuas?

- ☐ Puu
- ☐ Sähkö
- ☐ Talossamme ei
ole saunaa
- ☐ En osaa sanoa

Jos talossanne on säh-
kökiuas, minkä tyyppi-
nen se on?

- ☐ -
- ☐ Kertalämmitteinen
peruskiuas
- ☐ Jatkuvasti lämmitet-
tävä (aina valmis)
- ☐ En osaa sanoa

Jos talossanne on
puukiuas, paljonko
arvioitte polttopuita
kuluvaan vuodessa?

(irto-m³/vuosi)

- ☐ En osaa sanoa

24. Kiuas

Monenko kilowatin sähkökiuas talossanne on?

- ☐ 6 kW
- ☐ 9 kW
- muu mikä?

☐ _____

- ☐ En osaa sanoa

Kuinka usein lämmitätte saunan?

- ☐ joka päivä
- ☐ joka toinen päivä
- ☐ 2-3 kertaa viikossa
- ☐ kerran viikossa
- ☐ 1-3 kertaa kuukaudessa
- ☐ kerran kuukaudessa
- ☐ 3-8 kertaa vuodessa
- ☐ 1-2 kertaa vuodessa
- ☐ En osaa sanoa

25. Kuinka monta lämminvesivaraajaa talossanne on ja mitkä ovat niiden tilavuudet ja lämmitysmuodot?

HUOM! Kaukolämpöä käyttävät voivat ohittaa tämän kysymyksen.

Merkitkää varaajien tilavuudet **LITROINA** tekstikenttiin. Kentät aukeavat, kun olette valinneet oikealta varaajan lämmitysmuodon.

Jos talon päälämmitysjärjestelmä on sähkö (ja varaaja lämpenee sähköllä), merkitkää tällöin kohta varaajaa lämmitetään päälämmitysjärjestelmällä.

Mikäli talossanne on esim. kaksi varaajaa, mutta ette tiedä varaajien lämmitysmuotoa, valitkaa tällöin oikealta en tiedä lämmitysmuotoa - vaihtoehto kohdista varaaja 1 ja varaaja 2.

		Varaaja	
	Varaaja lämpenee pää- lämmitysjärjestelmällä	lämpenee sähköllä	En tiedä lämmitysmuotoa
Varaaja 1 _____	☐	☐	☐
Varaaja 2 _____	☐	☐	☐
Varaaja 3 _____	☐	☐	☐
Varaaja 4 _____	☐	☐	☐

26. Käytättekö talossanne jäähdytystä?

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En osaa sanoa

27. Mitä muuta erityisesti sähkönkulutusta lisäävää toimintaa talossanne ja/tai pihapiirinne muissa rakennuksissa mahdollisesti on?

Esim. bändin harjoitustilat, puutyöverstas ym.

28. Säästättekö energiaa jotenkin erityisesti?

Ostatteko kenties aina mahdollisimman energiatehokkaita laitteita tai sammutatteko aina virran sähkölaitteista? Vai säädättekö kenties ilmanvaihdon aina pienemmälle, kun asunnossa ei oleskella? Kirjoittakaa vapaasti erilaisista toimista joilla pyritte säästämään energiaa.

29. Onko talonne ilmatiiveys mitattu?

Ilmatiiveys voidaan ilmoittaa, joko **rakennuksen ilmanvuotolukuna n_{50}** (yksikkö 1/h) tai **rakennusvaipan ilmanvuotolukuna q_{50}** (yksikkö $\text{m}^3/\text{h m}^2$)

Kyllä **n_{50}** (Jos mitattu tulos on tiedossanne merkitkää se viereiseen kenttään)

☐ _____

Kyllä **q_{50}** (Jos mitattu tulos on tiedossanne merkitkää se viereiseen kenttään)

☐ _____

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

30. Kuinka tyytyväinen olette talonne energiatehokkuuteen asteikolla 1-5?

1 = en ole tyytyväinen

5 = olen hyvin tyytyväinen

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

