

Marjo Oksaharju

Tutkimus uusien omakotitalojen
energiankulutuksesta

Rakennustekniikka

Lvi- suunnittelu

2014



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TUTKIMUS UUSIEN OMAKOTITALOJEN ENERGIANKULUTUKSESTA

Oksaharju, Marjo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Karirinne, Suvi
Sivumäärä: 52
Liitteitä: 1

Asiasanat: Energiatehokkuus, energiankulutus, rakentamismääräykset, energiatodistus, omakotitalo.

Euroopan Unionin ilmastostrategian vaikutuksesta ovat rakentamismääräykset tiukentuneet ja uusiutuvien energiamuotojen käyttö rakennuksissa lisääntynyt. Erityisesti tämä näkyy Suomen Rakentamismääräyskokoelman energiatehokkuutta käsittelevissä osissa. Opinnäytetyön aiheena oli tutkia uusien, vuoden 2010 rakentamismääräykset täyttävien omakotitalojen kokonaisenergiankulutusta. Tutkimus toteutettiin kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin ja toteutettiin kysely, jonka avulla selvitettiin tutkimukseen osallistuneiden kohteiden perustietoja sekä asukkaiden energiankulutustottumuksia. Seuraava vaihe oli hankkia kunkin kohteen energiankulutustiedot energiayhtiöiltä, sekä muokata tiedot tiettyyn muotoon jatkokäsittelyä varten. Energiankulutustiedot tuli saada energiayhtiöiltä tuntiperusteisina ja vähintään vuoden ajalta. Kyselyyn vastasi yhteensä 24 kotitaloutta, joista 15:lle tehtiin tarkempi energiankulutusprofiili. Kerättyä tietoa hyödynnetään Satakunnan ammattikorkeakoulun aurinkoenergian demoympäristössä osana SmartSolar-projektia.

Työn kirjallisessa osassa käsiteltiin Euroopan Unionin ilmastostrategiaa, sen vaikutusta Suomen rakentamismääräyksiin ja uudisrakentamiseen lähivuosina. Tarkasteltiin myös tutkimukseen osallistuneiden rakennusten lämmitysjärjestelmiä ja niiden vaikutusta kokonaisenergiankulutukseen. Tutkimukseen osallistuneista kohteista kaikilla oli päälämmitysjärjestelmänä maalämpö tai sähkölämmitys. Vertailtaessa kohteiden kokonaisenergiankulutusta voitiin energiankulutustietojen perusteella päätellä maalämpökohteilla olevan lähes puolta pienempi kokonaisenergiankulutus, kuin sähkölämmitteisillä kohteilla. Tarkemman mittaustiedon puuttuessa, tarkasteltiin lämpimän käyttöveden kulutusta ja sen tarvitsemaa energiaa Motivan laskentakaavalla. Tarkasteltiin myös erään tutkimukseen osallistuneen kohteen aurinkolämpökeräinten tuottamaa energiaa, sekä niillä saatavaa hyötyä lämmityksessä.

ENERGY CONSUMPTION PROFILE FOR NEW HOUSES

Oksaharju, Marjo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2014

Supervisor: Karirinne, Suvi

Number of pages: 52

Appendices: 1

Keywords: Energy efficiency, energy consumption, building regulations, energy certificate, single house.

Due to European Union's climate strategy, building regulations have tightened and consumption of renewable energy has increased. This is shown especially in Finland's building regulations of energy efficiency. The purpose of this thesis was to study energy consumption of new single houses, which were built by the building regulations of 2010. This study was made in two parts. The first part was to plan and carry through a questionnaire. The purpose of the questionnaire was to find out the basic information of the houses and the resident's habits of energy consumption. The second part was to get the energy consumption data of the households which took part in the questionnaire from the energy companies. The energy consumption data had to be at least from one year's period and based on hourly measurements. There were all together 24 households which took part in the questionnaire. More accurate energy consumption profile was made for 15 households. All the collected information will be used in a solar energy laboratory located in Satakunta University of Applied Sciences. This study is part of the SmatSolar-project.

The EU's climate strategy and its influence for the building regulations and new buildings in general, as well as main and additional heating systems were handled in the textual part of this study. Participating households had only two different heating systems, geothermal and electric heating. Comparing the households' energy consumption, it was quite obvious that houses with geothermal heating had much lower energy consumption than houses with electric heating. Energy consumption of heating the hot domestic water was also studied but because of the lack of accurate measurements, it was only calculated with Motiva's formula. One household had also solar thermal collectors for heating of the domestic water. So it was studied how much the collectors produce energy and how could such collectors decrease the energy consumption of the other participated households.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YHTEISTYÖKUMPPANIT	8
3	EU:N ILMASTOSTRATEGIA JA ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TOIMENPITEET	9
3.1	Suomen rakentamismääräykset.....	10
3.2	Energiatehokas pientalo	11
3.3	Energiatodistus.....	14
4	TUTKIMUKSEEN OSALLISTUNEIDEN OMAKOTITALOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	16
4.1	Päälämmitysjärjestelmät	16
4.1.1	Maalämpö	16
4.1.2	Sähkölämmitys	20
4.2	Lisälämmitysjärjestelmät	22
4.2.1	Ilmalämpöpumppu.....	22
4.2.2	Takka	23
4.2.3	Aurinkolämpökeräimet.....	24
4.3	Ympäristövaikutukset	25
5	TUTKIMUS	27
6	ENERGIANKULUTUSPROFIILIT	29
6.1	Lämmitysjärjestelmän vaikutus energiankulutukseen	30
6.1.1	Energiankulutus talviviikoilla	32
6.1.2	Energiankulutus kesäviikoilla	37
6.2	Veden kulutus tarkasteltavissa kohteissa	43
6.3	Aurinkolämpökeräimet lämmityksen lisänä	44
7	LOPPUPÄÄTELMÄT	47
	LÄHTEET.....	51
	LIITE	

1 JOHDANTO

Osana Euroopan Unionia, on Suomen sitouduttava noudattamaan Euroopan Unionin energiansäästötavoitteita. Euroopan Unionin energiansäästötavoitteet kuuluvat EU:n ilmastostrategiaan, jolla pyritään hidastamaan maapallon keskilämpötilan nousua. Tavoitteena on muun muassa parantaa energiatehokkuutta ja lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä. 40 % kokonaisenergiankulutuksesta johtuu rakennuksista (Hiller 2012, 376). Sen vuoksi rakennusten energiatehokkuutta pyritään huomattavasti parantamaan vuoteen 2020 mennessä. Tämä näkyy Suomessa rakentamismääräysten tiukentumisella tietyin väliajoin lähivuosina. Suomessa on otettu käyttöön myös rakennuksia koskeva energiatodistus, jolla pyritään ohjaamaan kuluttajia ympäristöystävällisempään energiankäyttöön.

Tähän opinnäytetyöaiheeseen päädyttiin Satakunnan ammattikorkeakoulun SmartSolar-projektissa ilmenneen tarpeen vuoksi tutkia uusien omakotitalojen kokonaisenergian kulutusta. Tutkimukseen otettiin mukaan vuoden 2010 rakentamismääräyksillä rakennettuja, tai 2010 rakentamismääräykset täyttäviä omakotitaloja. Tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa kysely ja kerätä energiankulutustietoa vähintään vuoden ajalta viidestätoista kohteesta. Kulutustiedon tuli olla tuntiperusteista ja saatavilla kaikilta vuodenajoilta. Tutkimukseen kerättiin profiileiltaan mahdollisimman erilaisia kohteita, joissa esimerkiksi rakennusten koko, lämmitysmuoto, asukastiedot (asukkaiden ikä, perheiden koko jne.), alue ja energiankulutustottumukset huomioitiin. Kyselyn ja energiankulutustietojen pohjalta kustakin kohteesta muodostettiin energiankulutusprofiilit. Energiankulutusprofiileissa kaikilta vuodenajoilta kerättiin tietyltä ajanjaksolta keskiarvokulutus vuorokauden jokaiselle tunnille arkena ja viikonloppuna. Kerättyjä tietoja pyritään hyödyntämään mahdollisimman tarkasti Satakunnan ammattikorkeakoulun aurinkoenergiajärjestelmien demoympäristössä. Kerättyjen kysely- ja kulutustietojen perusteella demoympäristöön simuloidaan mallit omakotitalojen energiankulutuksesta.

Kaiken kaikkiaan kyselyyn vastasi 24 omakotitaloutta. Suurin osa vastanneista oli Satakunnan alueelta, mutta muutamia kohteita saatiin mukaan myös muualta Suomesta. Kaikista kyselyyn vastanneista kohteista ei pystytty energiankulutusprofiilia muodostamaan vähäisen energiankulutustiedon vuoksi. Energiankulutusprofiili muodostettiin 15 kohteesta, joista kahdeksalla kohteella oli pälämmitysjärjestelmänä sähkö ja seitsemällä kohteella maalämpö. Viittä kohdetta tarkasteltiin lähemmin. Kaksi näistä kohteista oli maalämmöllä lämpiävää, kaksi sähkölämmitteistä ja yksi sähkölämmiteinen matalaenergiatalo. Energiankulutusta pyrittiin vertailemaan lähinnä pälämmitysjärjestelmän kautta sekä muodostamaan jonkinlainen käsitys siitä, kuinka paljon kummallakin järjestelmällä varustettu rakennus kuluttaa energiaa. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään myös asukkaiden energian- ja vedenkulutustottumuksia sekä lämpimän käyttöveden keskimäärin tarvitsema energia Motivan laskentakaavalla. Aurinkoenergian hyödyntämistä kulutushuippujen tasaajana tarkasteltiin erään tutkimukseen osallistuneen kohteen aurinkolämpökeräimien tuoton perusteella. Tutkimukseen osallistui myös energiayhtiöitä, joilta kotitalouksien tuntiperusteinen kulutustieto saatiin.

2 YHTEISTYÖKUMPPANIT

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia hyödynnetään Satakunnan ammattikorkeakoulun koordinoimassa SmartSolar -tutkimusprojektissa. Tutkimusprojektia toteutetaan yhteistyössä suomalaisten ja ulkomaalaisten tutkimuspartnerien, suomalaisten yritysten sekä Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus TEKESin kanssa. SmartSolar koostuu kolmesta eri työpaketista, joissa käsitellään aurinkoenergiajärjestelmien integrointia rakennettuun ympäristöön. Satakunnan ammattikorkeakoulun tiloissa toimii demoympäristö, jossa aurinkoenergiajärjestelmän toimintoja pystytään ohjaamaan, mittaamaan ja kehittämään. (Solarforumin www-sivut 2014.)

Vahvasti mukana opinnäytetyön teossa olivat myös kotitaloudet ja energiayhtiöt. Tutkimukseen osallistui kotitalouksia lähinnä Satakunnan alueelta. Kyselyyn vastasi kotitalouksia Porin lisäksi myös Ulvilasta, Harjavallasta, Siikaisista, Hämeenlinnasta, Haapavedeltä ja Ylivieskasta. Suurin osa tutkimukseen osallistuvista kohteista sijaitsi kuitenkin Porissa, joten Pori Energialla oli suurin rooli energiankulutustietojen luovuttamisessa. Muita mukana olleita energiayhtiöitä olivat Lammaisten Energia, Lankosken Sähkö, Herrfors, Vattenfall ja Fortum.

3 EU:N ILMASTOSTRATEGIA JA ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TOIMENPITEET

Euroopan Unioni ja sen jäsenvaltiot ovat asettaneet EU-maiden tavoitteeksi varmistaa, ettei maapallon keskilämpötila nouse yli kahta celsiusastetta esiteolliseen aikaan verrattuna. Ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi on EU:ssa asetettu ainakin seuraavia tavoitteita: parantaa EU:n energiatehokkuutta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä, nostaa uusiutuvien energialähteiden käyttö 20 %:iin vuoteen 2020 mennessä sekä laatia ympäristön kannalta turvallinen hiilidioksidin geologista varastointia koskeva politiikka. (Euroopa www-sivut 2014.)

Rakennukset aiheuttavat Euroopan Unionin alueella 40 % kokonaisenergiankulutuksesta ja noin 36 % hiilidioksidipäästöistä (Hiller 2012, 376). Tämän vuoksi on Euroopan parlamentti ja neuvosto antanut direktiivin, jossa ehdotetaan jäsenvaltioille rakennusten energiatehokkuuteen vaikuttavia menettelytapoja. Lähitulevaisuudessa tämä tarkoittaa tiukempia määräyksiä sekä uudisrakentamisessa että korjausrakentamisessa. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU (annettu 19.5.2010) rakennusten energiatehokkuudesta pyrkii edistämään rakennusten energiatehokkuutta muun muassa huomioimalla rakennusten lämpöominaisuudet, lämmitys- ja ilmastointilaitteet, lämpimän käyttöveden jakelun, valaistuksen ja sisäilmastolosuhteet. EU:n jäsenvaltioiden on hyväksyttävä laskentamenetelmä, joka huomioi edellä mainitut tekijät rakennusten energiatehokkuudesta. Laskentamenetelmän avulla pyritään vahvistamaan rakennusten energiankulutuksen vähimmäisvaatimukset ja saavuttamaan vuoteen 2020 mennessä taso, jossa uudet rakennukset olisivat lähes nollaenergiarakennuksia. Uusissa rakennuksissa tulee suosia lämmitysjärjestelmiä, jotka käyttävät uusiutuvaa energiaa. Samoin rakennusten muut tekniset järjestelmät, kuten lämminvesi- ja ilmastointijärjestelmien on vastattava vähimmäisvaatimuksia. Rakennusosien, joilla on merkittävä osa rakennuksen vaipan energiatehokkuuteen, täytyy näin ollen myös vastata vähimmäisvaatimuksia. Käytännössä tämä tarkoittaa lämmönläpäisyltään (U-arvoltaan) parempia rakennusosia, kuten ikkunoita ja eristykseltään parempia seinän, ylä- ja alapohjan rakenteita. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU.)

Direktiivillä velvoitetaan EU:n jäsenvaltiot laatimaan kansallinen suunnitelma, joka sisältää kuvauksen, kuinka jäsenvaltio soveltaa lähes nollaenergiarakennuksen määritelmää, välitavoitteet uusien rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi vuoteen 2015 mennessä sekä tiedot toimintatavoista ja rahoituksesta, joilla edistetään rakennusten energiatehokkuutta. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU.)

3.1 Suomen rakentamismääräykset

Viranomaissäännökset ovat tarpeellisia rakennusten energiankäytön ohjaamisessa, sillä energiataloudella on suuri vaikutus niin kansantalouteen kuin ympäristöönkin. Rakennusten energiankulutukseen ja energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa ja asettaa vaatimuksia usealla eri tavalla. Suomessa tämä tehdään rakentamismääräyskoelman avulla, joista neljä osaa käsittelee rakennusten energian käyttöä. (Seppänen 2001, 413.)

Rakentamismääräyksissä on sekä määräyksiä että ohjeita. Asetuksena annetut määräykset (säännökset) ovat velvoittavia, mutta ohjeet eivät sen sijaan ole velvoittavia. Tällä hetkellä voimassa olevia rakennusten energiatehokkuuteen vaikuttavia Suomen rakentamiskokoelman määräyksiä ja ohjeita ovat rakennusten eristystä koskevan osakokonaisuuden C osat C3 Rakennusten lämmöneristys, määräykset (2010) ja C4 Lämmöneristys, ohjeet (2003) sekä LVI ja energiataloutta koskevan osakokonaisuuden D osat D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet (2012) ja D5 Rakennusten energiatehokkuus ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet (2012). Lisäksi osassa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet (2012) on annettu sisäilmaston tavoitearvoja osittain energiataloudellisin perustein. Ilmanvaihdon lämmön talteenotolle on annettu hyötysuhdevaatimus sekä ilmanvaihdon suuruuteen ja puhaltimien energiankulutukseen on myös puututtu. (Seppänen 2001, 413; Ympäristöministeriön www-sivut 2014.)

Vuoden 2010 rakentamismääräyksillä energiatehokkuutta parannettiin noin 30 % aiempaan nähden. 2010 määräyksissä energiatehokkuus määriteltiin talon ominaisuuk-

silla. Vuoden 2012 heinäkuussa voimaan tulleet määräykset nostivat energiatehokkuuden vaatimuksia 20 % vanhoihin määräyksiin nähden. Uusissa määräyksissä otettiin käyttöön kokonaisenergiantarkastelu ja eri energialähteiden energiakertoimet, mutta U-arvojen vertailuarvot pysyivät vuoden 2010 tasolla. U-arvo eli lämmönläpäisykerroin kuvaa rakennusosan läpäisevää lämpövirran tiheyttä tietyllä lämpötilaerolla. Lämmönläpäisykerroimen yksikkö on $W/(m^2K)$. Voimassa olevat lämmönläpäisykerroimen vertailuarvot eri rakenneosille on ilmoitettu taulukossa 1. U-arvot eivät saa kuitenkaan ylittää seuraavia arvoja lämpimän tilan seinän, ylä- tai alapohjan osalta $0,6 W/(m^2K)$ sekä ikkunan ja oven osalta $1,8 W/(m^2K)$. Lämmönläpäisykerroimen vertailuarvot ovat suuntaa antavia ja ne voivat olla todellisuudessa tietyltä rakennusosalta huonompia. Tällöin jonkin muun energiatehokkuuteen vaikuttavan ominaisuuden tulee vastaavasti olla vertailuarvoa parempi. (Seppälä 2012; Suomen RakMk D3 2012, 11.)

Energiatehokkuuteen vaikuttavat aiempaa enemmän käytössä olevat energialähteet ja rakennuksen koko. Tavoitteet rakentamismääräyksille vuoteen 2015 mennessä on parantaa uusien rakennusten energiatehokkuutta taas noin 30 - 40 %. Tulevilla määräyksillä pyritään vähentämään sähkön käyttöä lämmityksessä ja lisäämään uusiutuvien energiamuotojen käyttöä. Materiaalitehokkuuden sisällyttäminen rakentamisen säädöksiin pyritään tekemään vuoteen 2017 mennessä. Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan kilpailukykyisten tuotteiden ja palveluiden aikaansaamista pienenevin materiaalipanoksin, siten että haitalliset vaikutuksen vähenevät tuotteen elinkaaren aikana (Motivan www-sivut 2014). Rakentamisessa tämä tarkoittaa vähemmän ympäristöä kuormittavien materiaalien käyttöä rakentamisvaiheessa, sekä koko rakennuksen elinkaaren aikana. Tiukentuvilla määräyksillä pyritään siihen, että vuonna 2019 kaikki julkisen sektorin rakennukset ja vuonna 2020 muut, kuten asuinrakennukset olisivat lähes nollaenergiarakennuksia, koskien uudisrakentamista. (Seppälä 2012.)

3.2 Energiatehokas pientalo

Vakituisesti asuttujen asuntojen sähkönkäyttö on kasvanut Suomessa vuosien 2006 ja 2011 välillä yli 2 terawattituntia. Pääasiassa tämä kasvu on peräisin lämmitykseen

käytetystä sähköstä. Suomessa kotitalouksien kokonaisenergiankulutus jakautuu karkeasti jaoteltuna seuraavalla tavalla: lämmitys, ilmanvaihto ja lämmin käyttövesi vievät noin 60 % kokonaisenergiankulutuksesta. Kodin laitteista suurimmat sähkönkuluttajat ovat valaistus (8 %), kodin elektroniikka (7 %) ja kylmälaitteet (7 %). (Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 7.) Samansuuntaisesti energiankulutus jakaantuu myös ruotsalaisissa pientaloissa. Erään Ruotsissa tehdyn, sähkölämmitteisten pientalojen energiankulutusta mittaavan tutkimuksen mukaan, energiankulutuksesta käytetään noin 60 % lämmitykseen ja ilmanvaihtoon, 20 % lämpimään käyttöveteen ja 20 % kotitaloussähköön. (Hiller 2012, 376.)

Hyvällä energiatehokkuudella pienennetään rakennuksen käytön aikaisia kustannuksia, sekä pystytään vaikuttamaan asumiskustannusten nousuun hillitsevästi energiakustannusten noustessa. Aiemman määrittelyn mukaan energiatehokkaan pientalon (matalaenergiatalon) tulisi kuluttaa vähintään puolta vähemmän energiaa, kuin mitä rakennusmääräykset antavat minimivaatimuksena pientalolle. Samassa suhteessa myös ympäristönkuormitus vähenee. Vanha määritelmä on ehkä helpommin ymmärrettävissä, kuin uusi versio, jonka mukaan matalaenergiarakennuksen laskennallisen lämpöhäviön tulisi olla enintään 85 % rakennuksen vertailulämpöhäviöstä. Passiivitalo on matalaenergiataloa vielä selvästi energiapihimpi. Matalaenergiatalossa lämmitysenergian tarve on noin 40 – 60 kWh/m² vuodessa ja passiivitalossa vastaavasti vieläkin vähemmän, riippuen säävyöhykkeestä. Esimerkiksi Etelä-Suomessa laskennallisesti passiivitalon lämmitysenergian tarve olisi vuosittain noin 20 kWh/m². Energiatehokkaan pientalon asumis- ja huoltokustannukset ovat pienemmät, mutta hankintahinta noin 3 – 4 % korkeampi tavalliseen taloon verrattuna. Takaisinmaksuajassa tämä tarkoittaa noin 6 – 10 vuotta. Passiivitalon rakentamiskustannukset ovat noin 5 – 10 % normaalitaloa kalliimmat. Energiatehokkaassa talossa sisäilmanlaatu on hyvä ja rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivat, suunnittelussa on huomioitu kokonaisuus niin talotekniikan kuin rakenteidenkin osalta. Yleisesti ottaen parantamalla energiatehokkuutta, parannetaan usein myös asumismukavuutta. Matalaenergia- ja passiivitalossa seinä- ja kattorakenteet on hyvä pitää yksinkertaisina, jolloin ulkovaiipan pinta-ala ei kasva liian suureksi suhteessa rakennuksen lämmitettävään tilavuuteen. Samoin pienet ikkunat ovat energiatehokkaille taloille ominaisia. Muun muassa näillä rakennusteknisillä ratkaisuilla rakennuksen lämpöhäviöt saadaan minimoitua. (Motivan www-sivut 2013; Ympäristöministeriön www-sivut 2014.)

Taulukossa 1 on nähtävissä nykyiset lämpöhäviöiden vertailuarvot eri rakenneosien läpi normitalossa, matalaenergiatalossa ja passiivitalossa. Esimerkiksi ilmanvaihdon ominaissähkötehoa (SFP-luku) on kiristetty vuonna 2012 voimaan tulleessa Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 Rakennusten energiatehokkuus. Normitalolle vuonna 2010 vaatimus oli $2,5 \text{ kW/m}^3\text{s}$, kun uusimmassa luku on normitalolle $2 \text{ kW/m}^3\text{s}$. Ilmanvaihdon ominaissähköteholla tarkoitetaan rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla. Vuoden 2008 jälkeen vaipanosten vertailuarvot ovat tiukentuneet huomattavasti. Edelleen vertailuarvot tulevat tiukentumaan kaikkien uusien pientalojen osalta vuoteen 2020 mennessä vähintään passiivitalon vaatimusten tasolle. Tavoitteena on rakentaa lähitulevaisuudessa lähes nollaenergiataloja, mikä tarkoittaa rakennuksia, jotka tuottavat energiaa yhtä paljon kuin kuluttavat sitä. Vuositasolla tarkasteltuna kokonaisenergiankulutus on siis nolla. Edelleen parempaan energiatehokkuuteen pyrkivä voi rakentaa plusenergiatalon, joka tuottaa enemmän energiaa vuositasolla tarkasteltuna kuin kuluttaa. Ylijäänyt energia voidaan esimerkiksi myydä yleiseen sähköverkkoon. (RakMk D3 2012, 15; Nollaenergiatalo www-sivut 2014.)

Taulukko 1. Lämmönläpäisykertoimen suuntaa antavia ohjearvoja energiatehokkaan talon rakentamiseen. Motiva 2013.

Vaipanosten vertailuarvot	Normitalo 2008	Normitalo 2010	Matala-energiatalo	Passiivitalo
Seinä ($\text{W/m}^2\text{K}$)	0,24	0,17	0,12	0,8-0,10
Hirsiseinä ($\text{W/m}^2\text{K}$)		0,4		
Yläpohja ($\text{W/m}^2\text{K}$)	0,15	0,09	0,08	0,07
Alapohja ($\text{W/m}^2\text{K}$)				
maanvarainen	0,24	0,16	0,12	0,1
ryömintätilaan rajoittuva	0,19	0,17	0,1	0,08
ulkoilmaan rajoittuva	0,15	0,09	0,08	0,08
Ikkunat ja ovet ($\text{W/m}^2\text{K}$)	1,4	1	0,8	0,4-0,7
LTO-laitteen vuosihyötysuhde	30 %	45 %	> 70 %	> 80 %
Ilmanvaihdon ominaissähköteho ($\text{kW/m}^3\text{s}$)	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 1,5

3.3 Energiatodistus

Ympäristöhallinnon verkkopalvelun (2014) mukaan energiato-distus on tärkeä työka-lu rakennusten energiatehokkuuden vertailuun ja parantamiseen myynti- ja vuokraus-tilanteissa. Energiatodistusta koskeva laki on säädetty Euroopan parlamentin ja neu-voston direktiivissä 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta energiato-distusta koskevassa osassa. Laki velvoittaa rakennuksen omistajaa hankkimaan energiato-distuksen uudisrakennuksessa rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Energiatodistus täy-tyy jatkossa esittää myös myydessä ja vuokratessa vanhaa rakennusta ja energialuo-kitus tulee ilmoittaa jo myynti- ja vuokrausilmoituksessa. Vanhoja rakennuksia kos-kien on määritelty tietyjä siirtymäkausia, milloin energiato-distus on esitettävä. Tällä hetkellä ei energiato-distusta tarvitse esittää, mikäli rakennuksen pinta-ala on alle 50 m², sen arvo on alle 50 000 euroa, mikäli kyseessä on vapaa-ajan asunto tai suojeltu talo tai jos kohdetta ei esitellä, eikä ilmoiteta myytäväksi tai vuokrattavaksi julkisesti. Ennen vuotta 1980 rakennetuissa kiinteistöissä on voimassa siirtymäaika ja energia-to-distus tarvitaan myynti- ja vuokraus-tilanteissa 1.7.2017 alkaen. Energiato-distus on ollut Suomessa käytössä vuodesta 2008, mutta nykyisessä muodossaan laki astui voimaan 1.6.2013. Todistuksen saa kirjoittaa ainoastaan päteväto-itynyt energiato-distuksen laatija. (RakMK D3 2012, 8; Lilja 2014, 24; Motivan www-sivut 2014.)

Energiato-distuksella pyritään ohjaamaan kuluttajia entistä ympäristöystävällisem-pään tapaan käyttää energiaa. Energiato-distuksessa on luokittelu, missä eri energia-muodoille on määritelty energiamuotokerroin. Kerroin on sähkölämmitteiselle ra-kennukselle 1,7, öljylämmitteiselle 1, kaukolämmitteiselle 0,7 ja uusiutuville ener-giamuodoille 0,5. Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus, E-luku, on energiamuotokertoimella painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohti rakennustyyppille ominaisella standardikäytöllä. E-luvun laskenta suoritetaan Rakennusmääräyskokoelman D3 ohjeiden mukaisesti. Rakennus luokitellaan E-luvun mukaan luokitteluasteikolle, jossa A-luokkaan kuuluva raken-nus on energiatehokkain ja G-luokkaan kuuluva vastaavasti energiatehokkuudeltaan heikompi. Luokitusasteikko on erilainen riippuen rakennuksen käyttötarkoituksesta, siis onko kyseessä pientalo, asuinkerrostalo tai liikerakennus. Rakennusten energia-luokan määräytyminen on aina tapauskohtaista ja se riippuu monesta eri energiate-hokkuuteen vaikuttavasta tekijästä. Tyypillinen F-luokkaan kuuluva pientalo voi olla

esimerkiksi 1940-luvulla rakennettu öljylämmitystalo. Uudet, vuoden 2012 määräyksillä rakennetut pientalot kuuluvat pääsääntöisesti luokkaan C. B-luokassa ovat matalaenergia- ja passiivitalot. A-luokkaan pääsee, mikäli rakennuksella on omaa energiantuotantoa. (RakMK D3 2012, 8; Lilja 2014, 24; Ympäristöministeriön www-sivut 2014.)

Nykyisessä muodossaan energiatodistus on herättänyt paljon keskustelua. Esimerkiksi Suomen Omakotiliitto käynnisti huhtikuussa 2013 kansalaisaloitteen, jolla pyritään saamaan aikaan muutos energiatodistukseen. Tavoitteena on muuttaa nykyistä lakia siten, että energian todellinen kulutus (ostoenergia) ilmoitettaisiin energiatodistuksessa laskennallisen kulutuksen lisäksi. Muutosta halutaan myös energiatodistuksen tehokkuusluokitukseen, siten ettei energiamuotokertoimia sovellettaisi vanhojen omakotitalojen kohdalla. Tammikuuhun 2014 mennessä jo yli 60 000 ihmistä oli allekirjoittanut kansalaisaloitteen. Myös Sähkölämmitysfoorumi ry:n ylläpitämällä Lämmin koti-internetsivustolla kyseenalaistetaan nykyinen energiatodistustilanne ja ha-
luttaisiin käyttöön todelliseen kulutukseen perustuva energiatodistus. Lämmin kotisivuston mukaan energiamuotokertoimia ei tulisi lainkaan käyttää energiatodistuksessa, koska niiden arvoja ei ole yksiselitteisesti, puolueettomasti ja luotettavasti määriteltävissä. Toisaalta energiatodistuksen hankkimalla voi saada samalla arvokasta tietoa rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ja välttyä vikainvestoinneilta. (Lilja 2014, 24; Lämmin koti www-sivut 2014; P. Seppälä 2014, 9.)

4 TUTKIMUKSEEN OSALLISTUNEIDEN OMAKOTITALOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011–tutkimuksessa (27) on jaoteltu Suomen omakotitalojen lämmitysmuotoja seuraavalla tavalla: sähkölämmitteisiä oli vuonna 2011 noin 44 % kaikista omakotitaloista, puulla lämmitettäviä oli noin 22 %, kevyellä polttoöljyllä noin 19 %, kaukolämmöllä 7 %, maalämmöllä 6 % ja noin 2 % käytti lämmittämiseen maakaasua. Tutkimuksen mukaan uusissa omakotitaloissa maalämmön suosio kasvaa nopeasti. Vuonna 2011 lähes puolet uuden pientalon rakentajista valitsivat lämmitysjärjestelmäkseen maalämmön (Lämpöä omasta maasta 2012).

4.1 Päälämmitysjärjestelmät

Maalämmön ja sähkölämmitteisten uusien omakotitalojen suosio kävi hyvin ilmi myös tehdyn kyselyn perusteella. Kaikilla kyselyyn vastanneilla oli päälämmitysjärjestelmänä joko maalämpö tai suora sähkölämmitys. Suurimmalla osalla oli päälämmitysjärjestelmän lisänä takka tai ilmalämpöpumppu. Yhdessä kohteessa oli myös aurinkolämpökeräimet, joiden tuottamalla lämmöllä käyttövesi lämmitetään. Lämmönjako oli suurimmassa osassa kohteista toteutettu joko vesikiertoisella lattialämmityksellä tai sähköllä toimivilla lattialämmityskaapeleilla.

4.1.1 Maalämpö

Maalämpöä voidaan käyttää joko yksin rakennuksen lämmönlähteenä tai jonkin muun lämmitysmuodon rinnalla, kuten sähkö-, puu-, öljy-, kaasulämmityksen tai aurinkolämpökeräimien lisänä. Maalämpöpumppu ottaa energiansa maahan varastoituneesta auringon säteilyn tuottamasta energiasta ja on siten uusiutuvaa energiaa. Maalämpö sinänsä on ilmaista, mutta sen keruujärjestelmän rakentaminen maksaa. Lisäksi pumppu tarvitsee toimiakseen sähköä. Suhteessa edullisinta maalämpö on laittaa suureen taloon, jossa lämmitettäviä neliöitä on paljon. Energian hinnan noustessa maalämpö tulee kannattavaksi myös pinta-alaltaan pienemmissä taloissa. Maalämpöpumpun COP–kerroin määrittelee sen, kuinka paljon lämpöenergiaa lämpöpumpulla pystytään tuottamaan ostettuun sähkönenergiaan nähden. Yleensä tämä lämpöpumpun

tehokkuutta kuvaava vuotuinen lämpökerroin on maalämpöpumppujärjestelmällä noin kolme. (Lämpöä omasta maasta 2012; Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 17.)

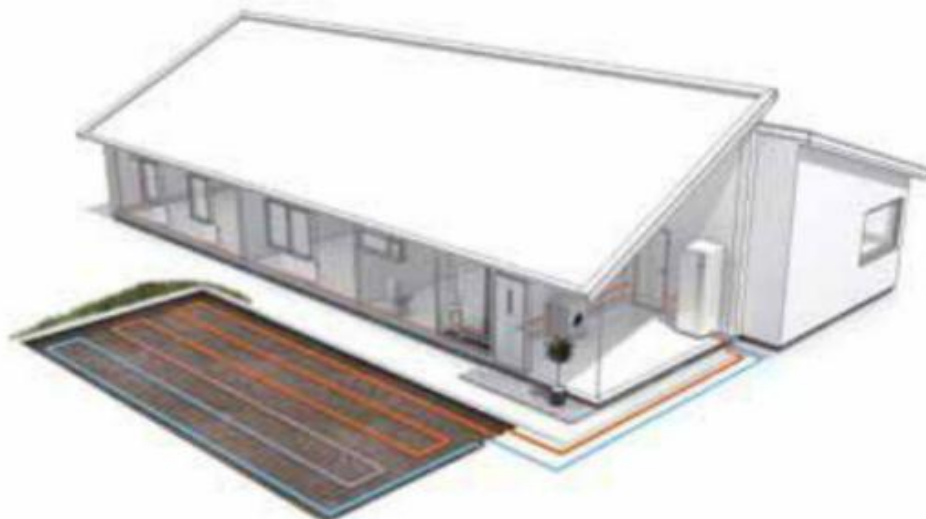
Maahan asennetaan liuksella täytetty putkisto, joka siirtää lämpöenergiaa maasta lämpöpumpulle. Keruupiiriksi tai maapiiriksi kutsuttu putkisto on putkisilmukka, jonka sisällä virtaama neste kulkee maalämpöpumpun höyrystimen läpi ja luovuttaa siinä lämpöenergiansa pumpulle, josta se edelleen siirretään lämminvesivaraajalle ja vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Maalämpöpumppu voidaan mitoittaa joko täystepholle tai osateholle. Täystephomitointi tarkoittaa sitä, että pumpun tuottama lämpö kattaa koko rakennuksen lämmitystehontarpeen. Osatehomitointuksella koviimmilla pakkasilla pumpun lisäksi lämmittämiseen käytetään sähkövastusta, joka ottaa energiansa sähköverkosta. Oikea mitoitin on tärkeää energiatehokkuuden kannalta. (Seppänen 2001, 385; SULPUn www-sivut 2014.)

Keruupiirejä on kolmea päätyyppiä: kaivo, kenttä ja vesistö. Kaivo on näistä tällä hetkellä suosituin maalämmön talteenottotapa. Porakaivo (kuva 1) on perustamiskustannuksiltaan kallein, mutta se ei vie tontilta paljoa tilaa ja sen lämpötila pysyy melko tasaisena ympäri vuoden. Lisäksi porakaivosta saatava energiamäärä on suurempi muihin keruutapoihin verrattuna. Vuositasolla kaivosta saatavan energian määrä on noin 50 – 150 kWh/m. Kaivon syvyys voi vaihdella tontin maaperästä ja lämmitettävän talon koosta riippuen n. 100 – 250 metriin. (SULPUn www-sivut 2014; Lämpöä omasta maasta 2012; Niben www-sivut 2014.)



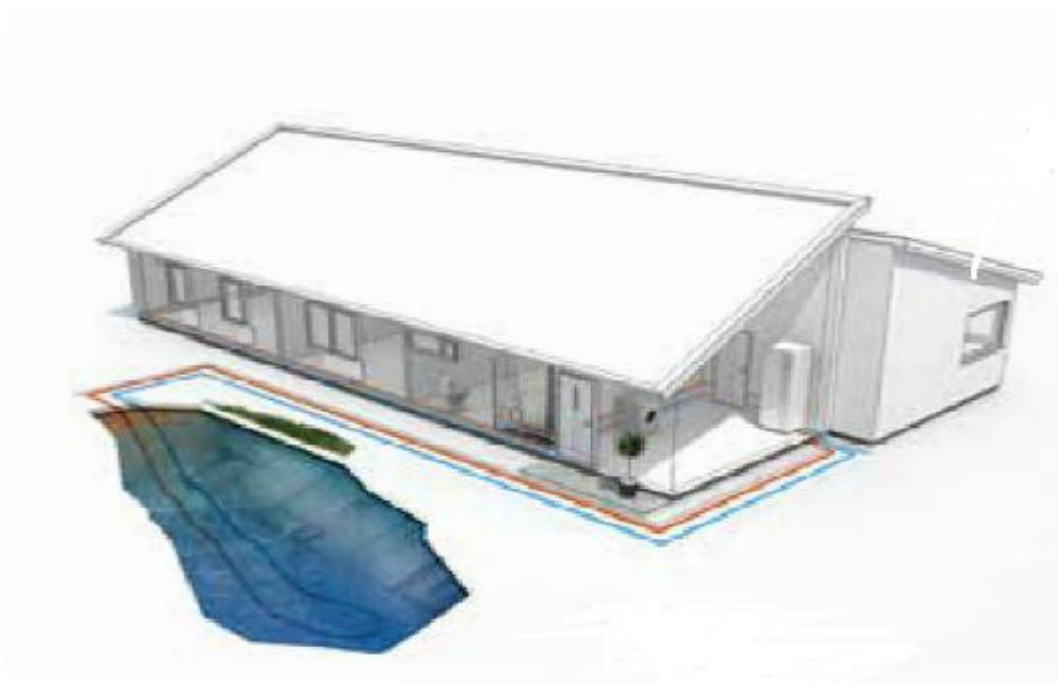
Kuva 1. Keruupiirinä porakaivo (Niben www-sivut 2014).

Mikäli tontilla on paljon tilaa, on kenttään asennettava keruupiiri (kuva 2) perustamiskustannuksiltaan edullisempi ratkaisu. Keruuputkisto asennetaan noin 1 - 1,5 metrin syvyyteen ja lenkit 1,5 metrin päähän toisistaan. Vuodenaikojen mukaan maan lämpötila maapiirissä vaihtelee, jolloin talvella suurimman energiantarpeen aikana maapiiri on viileimmillään ja kesällä päinvastoin. Maaperällä on merkitystä saatavaan energiamäärään. Tiiviit ja kosteat maa-ainekset ovat parhaita. Kenttään asennetusta keruupiiristä saatava energiamäärä vaihtelee myös maantieteellisestä sijainnista riippuen. Eteläisessä Suomessa vuositasolla saatava energiamäärä on 30 – 60 kWh/m, kun taas pohjoisessa Suomessa 0 – 35 kWh/m, maaperästä riippuen. (SULPUn www-sivut 2014; Lämpöä omasta maasta 2012; Niben www-sivut 2014.)

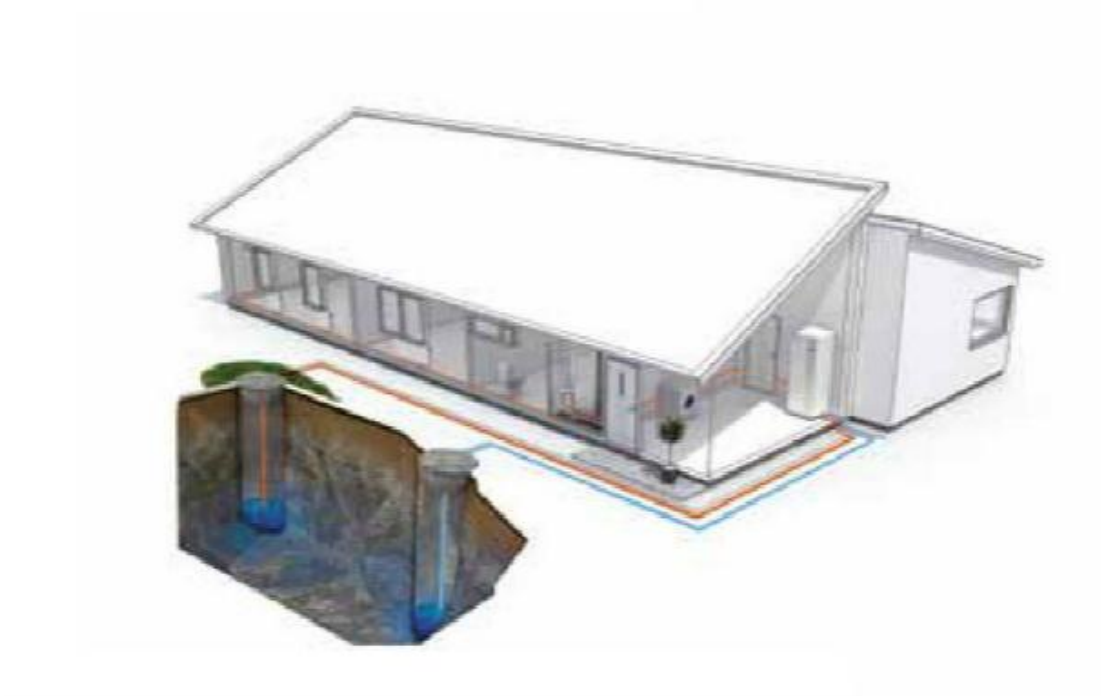


Kuva 2. Kenttään asennettava keruupiiri (Niben www-sivut 2014).

Rantatontilla ehdottomasti helpoin ja edullisin tapa perustaa keruupiiri, on sijoittaa se vesistöön (kuva 3). Keruuputki upotetaan painoilla vesistön pohjaan ja vain rakennuksen ja vedenrajan välinen osuus kaivetaan maahan. Etuna vesistöön upotetussa keruupiirissä on, että lämpötila pysyy vuodenaajoista riippumatta aina lähes samana, olettaen että keruuputki on riittävän syvällä vesistön pohjassa. Vesistöön upotetun keruupiirin vuosittainen energiansaanti on noin 70 – 80 kWh/m. Lämmönlähteenä voidaan käyttää myös pohjavettä (kuva 4), koska sen lämpötila on ympäri vuoden 4 – 12 °C. Lämpöpumppu ottaa varastoituneen aurinkoenergian pohjavedestä, jolloin käytetään yleensä kahta eri kaivoa. Pohjavesi pumpataan ensimmäisestä kaivosta ja palautetaan toiseen kaivoon. (SULPUn www-sivut 2014; Lämpöä omasta maasta 2012; Niben www-sivut 2014.)



Kuva 3. Vesistöön asennettu keruupiiri (Niben www-sivut 2014).



Kuva 4. Keruupiiri pohjavedessä (Niben www-sivut 2014).

4.1.2 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on perustamiskustannuksiltaan edullinen ja etenkin uusissa energia-
tehokkaissa ja asuinpinta-alaltaan pienehköissä taloissa varteen otettava vaihtoehto.
Nelihenkisen perheen uusi sähkölämmitteinen 120 m² omakotitalo kuluttaa ostoener-
giaa vuodessa keskimäärin 20 000 kWh. Lämmitys vie tästä suurimman osan, noin

10 000 kWh ja noin 4000 kWh käyttöveden lämmitykseen. Loput 6000 kWh kuluu taloussähköön. Pientalossa asuvalle kuluttajalle sähkölaitokset myyvät sähköä käyttötarkoituksesta riippuen eri tariffeilla. Yleistariffi on yleensä edullisin vaihtoehto, kun vuotuinen sähkön kulutus on alle 9000 kWh. Aikatariffia käytetään silloin, kun päivä- ja yönsähkön käyttö halutaan eritellä. Päiväsähkön siirtohintana on noin kaksi kertaa kalliimpaa yönsähköön verrattuna, myyntihinnassa ei ole suurta eroa (Pori Energian kokonaishinnasto, 1.9.2013 voimaan tulleet hinnat). Vuodenaikatariffissa on pääsulakekoon mukaan määräytyvä vuotuinen perusmaksu, jonka lisäksi energiamaksu on kaksiaikahinnoiteltu päivä- ja yönsähköön. Tavallisesti uusiin omakotitaloihin laitettavien sulakkeiden koot ovat 3*25 ampeeria ja siitä tarvittaessa suurempia, oli lämmitysmuoto mikä tahansa. Lisäksi sähköyhtiöillä voi olla tarjolla dynaamisia tariffeja ja tehotariffeja. Tariffijärjestelmä saattaa määrätä jo ennakolta, minkälaiseen sähkölämmitysjärjestelmään päädytään. Esimerkiksi yönsähköä käyttävää järjestelmää suunniteltaessa on hyvä selvittää ennakkoon sähkölaitoksen toimitusvalmiudet. (Seppänen 2001, 353.)

Sähkölämmitys voidaan jakaa eri järjestelmiin seuraavasti: suora sähkölämmitys, varaava sähkölämmitys, vesikiertoinen sähkölämmitys ja varaava vesikiertoinen sähkölämmitys. Suorassa sähkölämmityksessä sähköenergiaa kuluu lämmön tarvetta vastaava määrä. Järjestelmän säädettävyyden on helppoa ja nopeaa. Mikäli lämpökuormanostaa huoneen lämpötilaa, katkeaa lämmönsiirto varsin nopeasti, mikä säästää energiaa. Vastaavasti voidaan huonelämpötilaa nostaa helposti ja tarkasti säätämällä termostaatti haluttuun lämpötilaan. Yleisin käytössä oleva lämmönjakotapa suorassa sähkölämmityksessä on huonekohtaiset patterit. Erityisesti passiivi- ja matalaenergiataloissa käytetään myös ilmalämmitystä, jossa huoneeseen tuleva ilma lämmitetään ilmanvaihtokoneen tuloilman päätelaitteessa olevalla sähkövastuksella. Lämmöntalteenottolaitteen noin 15 celsiusasteen lämpötilaan esilämmittämää ilmaa lämmitetään lisää huonekohtaisia termostaatteja säätämällä. (Seppänen 2001, 356; Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 22.)

Varaavassa sähkölämmityksessä pyritään hyödyntämään yönsähkön halvempaa hintaa varaamalla halvemman tariffin aikana lämpöä korkeamman tariffin ajaksi. Tämä tapahtuu siten, että yön aikana lämmitetään tiettyä rakennetta, esimerkiksi lattiaa, erillistä massavaraajaa tai vesisäiliötä. Kalliimman tariffin aikana varattu lämpömäärä

luovutetaan lämmitettävään tilaan. Varsinkin suurissa tiloissa ja kylminä aikoina saatetaan joutua käyttämään lisäksi myös päiväsähköä. Yleisin tapa varaavassa sähkölämmityksessä on varaava lattialämmitys, joka toteutetaan noin 10 cm paksuun betonilaattaan asennettavilla lämmityskaapeleilla. Täysin varaava lattialämmitysratkaisu ei ole välttämättä hyvä ratkaisu huonon säädettävyyden takia. Lisäksi varaavuus lisää energiankulutusta. Varaavaa lattialämmitystä voidaan täydentää esimerkiksi patteri- tai kattolämmityksellä. (Seppänen 2001, 362; Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 22.)

Vesikiertoinen sähkölämmitys voidaan toteuttaa esimerkiksi sähkökattilalla. Järjestelmälle ominaista on, ettei siinä ole lämmönvaraajaa, vaan sähköenergiaa käytetään lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tarvitsema määrä. Lämmönjakotapana on usein vesikiertoiset patterit tai lattialämmitys. Lämpöä ei yleensä varata, mutta järjestelmään on mahdollista liittää käyttövesivaraaja. Varaavassa vesikiertoisessa sähkölämmityksessä sen sijaan lämpö varataan veteen. Tämä on joustavampi vaihtoehto, eikä vuorokautisilla sähkön hinnan vaihteluilla ole niin suurta merkitystä vesivaraajan tasoittaessa lämmöntuotannon ja tarpeen väliset erot. Yleensä myös käyttövesi lämmitetään varaajassa. (Seppänen 2001, 366; Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 23.)

4.2 Lisälämmitysjärjestelmät

Lisälämmitykseen oli tutkimukseen osallistuneet taloudet käyttäneet pääosin takkaa. 24:stä kyselyyn vastanneesta 23 ilmoitti käyttävänsä lisälämmitykseen varaavaa takkaa. Kolmessa kohteessa oli ilmalämpöpumppu ja yhdessä kohteessa aurinkolämpökeräimet. Tässä kohteessa aurinkolämpökeräimiä käytetään lämpimän käyttöveden lämmittämiseen.

4.2.1 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate on sama kuin kaikilla lämpöpumpuilla. Se koostuu ulko- ja sisäyksiköstä. Ilmalämpöpumpulla otetaan ulkona olevan höyrytimen avulla lämpöenergiaa ulkoilmasta ja kylmäaineen välityksellä siirretään lämpö si-

säyksikköön. Sisäyksikkö kierrättää sisäilmaa lämmittäen sitä samalla. Ilmalämpöpumppujen tekniikka on parantunut ja nykyisillä pumpuilla voidaan tuottaa jopa 30 – 40 % asunnon lämmitysenergiasta. Toki tähän vaikuttavat sisäyksikön sijoittaminen, huonejako ja lämpöpumpun mitoitus. Saatavan lämmitysenergian määrä riippuu ulkolämpötilasta. Mitä kylmempi ulkoilma on, sitä vähemmän pumpulla pystytään lämpöä tuottamaan. Paras hyöty saadaan +10 °C ja -10 °C välisillä lämpötiloilla. Nykyiset pumput toimivat kuitenkin jopa -20 °C pakkasillakin kannattavasti. Kuumina hellepäivinä ilmalämpöpumppua voi käyttää myös viilennykseen. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 33.)

4.2.2 Takka

Tulisijassa puita polttamalla voidaan saada merkittävä hyöty huonetilojen lämmityksessä ja siten vähentää ostoenergian kulutusta. Tulisija voi olla varaava, jolloin tulisija luovuttaa varatun lämmön hitaasti huonetilaan tai esimerkiksi suoravetoinen kamiina, jolloin tulisija luovuttaa lämpöenergian nopeasti ja suurella teholla. Uudessa, hyvin eristetyssä omakotitalossa on varaava takka järkävä valinta lämmitystehon säädettävyyden vuoksi. Uuden varaavan takan hyötysuhde voi olla jopa 80 – 85 %. Hyötysuhteen lisäksi myös palamisen puhtaus on kehittynyt. Kuiva puu on sekä lämpöarvoltaan parempaa että palamiseltaan puhtaampaa, kuin kostea puu. Liian pienellä tai suurella palamisilmalla poltetu puu tuottaa myös enemmän päästöjä. Lämpöarvoltaan kuiva koivuhalko on ehdottomasti paras valinta, noin 1700 kilowattituntia pinokuutiota kohti. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 30.)

Takka on hyvä sijoittaa keskeiselle paikalle rakennuksessa, jolloin lämpö pääsee ja kaantumaan tasaisesti eri huonetiloihin. Takka tarvitsee savuhormin, jonka on vedettävä moitteettomasti käyttöolosuhteista riippumatta. Lisäksi takka tarvitsee paloaikana palamisilmaa, joka voidaan johtaa suoraa talon ulkopuolelta. Varsinkin uusissa passiivi- ja matalaenergiataloissa voi tulla veto-ongelmia tiiveytensä vuoksi. Silloin talon ulkopuolelta johdettu palamiseen tarvittava ilma on hyvä ratkaisu. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 31.)

4.2.3 Aurinkolämpökeräimet

Aurinkolämmitys voidaan jakaa passiiviseen ja aktiiviseen tekniikkaan. Passiivisesta aurinkoenergian hyödyntämisestä puhutaan silloin, kun otetaan jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa huomioon esimerkiksi ikkunoiden suuntaus, siten että ne vähentävät rakennuksen muun lämmitysenergian tarvetta. Aktiivinen aurinkolämmitys edellyttää lisälaitteiden asentamista (aurinkolämpökeräimet), joilla pyritään hyödyntämään aurinkoenergiaa. Suomessa suurin ongelma aurinkoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä on auringon säteilyn vähäisyys silloin, kun lämmitystarve on suurimmillaan. Aktiivinen aurinkolämmön kerääminen tapahtuu joko taso- ja keskittävillä aurinkolämpökeräimillä tai tyhjiöputkikeräimillä. Suomessa käytetyimpiä ovat tasokeräimet, koska ne pystyvät hyödyntämään auringon hajasäteilyä. Tasokeräimiä jopa vieläkin tehokkaammin hajasäteilyä hyödyntävät tyhjiöputkikeräimet. Ne ovat kuitenkin hankintahinnaltaan huomattavasti kalliimpia kuin tasokeräimet. Hajasäteilyn määrä auringon kokonaissäteilyn määrästä on Suomessa huomattava. Keskittävien keräinten käyttö vaatii toimiakseen suoraa, voimakasta auringonsäteilyä, jonka vuoksi niiden käyttö Suomen olosuhteissa ei ole järkevää. Keräinten sijoitus ja suuntaus tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa sellaiseksi, että mahdollisimman suuri auringon säteily saataisiin siirrettyä keräimen avulla hyötykäyttöön. Mitä suurempi pinta-ala keräimellä on, sitä suurempi energiamäärä sillä voidaan kerätä. (Seppänen 2001, 337.)

Tasokeräimistä yleisin käytössä oleva keräintyyppi on nestekiertoinen tasokeräin. Auringonsäteily lämmittää mustaa absorptiolevyä, joka on pinnoitettu esimerkiksi selektiivisellä lasilla. Absorptiolevy on lämpöeristetty alapuolelta ja lisäksi sen ja katteen välissä voi olla lämpöhäviöitä vähentävä alumiini- tai teflonkalvo. Keräimen sisällä on putkisto, jonka sisällä virtaa joko vettä tai ympärivuotisessa käytössä vesiglykoliseosta. Keräimessä kiertävä neste lämmitetään aurinkoenergialla, josta se siirretään lämmitysjärjestelmään tai varaajaan. Tyhjiöputkikeräimessä on rinnakkain lasisia putkia, joiden lämpöeristeenä toimii tyhjiö. Tyhjiöputkikeräimillä voidaan tuottaa jopa 30 % enemmän energiaa neliötä kohti kuin tasokeräimillä erilaisen rakenteensa vuoksi Tyhjiöputkikeräimillä on suurempi apertuuriala ja rakenteensa vuoksi ne asennetaan pystympään asentoon, jolloin neste putken sisällä pääsee valumaan alas. Tyhjiöputkikeräimiä on toteutettu esimerkiksi niin sanotulla Heat pipe

tekniikalla, missä lämmön luovutus tapahtuu syklein. Tämä tarkoittaa sitä, että lämmönsiirtoneste putken sisällä kerääntyy putken päässä olevaan lämmönluovuttajaan, missä lämpöpurkaus tapahtuu. Purkauksen jälkeen liuos palaa putkeen ja purkautunut lämpö jatkaa luovuttajasta lämmönvaihtimen kautta varaajaan. Purkauksen jälkeen sykli alkaa aina alusta. (Seppänen 2001, 339; Motivan www-sivut 2014; Lähde ym. 2012, 13.)

4.3 Ympäristövaikutukset

Maalämpö luokitellaan uusiutuvaksi energialähteeksi. Vaikka maalämpöpumppu tarvitseekin toimiakseen sähköenergiaa, mielletään se silti ympäristöystävällisemmäksi vaihtoehdoksi, kuin sähkölämmitys. Mikäli kaikki pohjoismaiset pientalot käyttäisivät lämmitykseen lämpöpumppua, vähenisi kokonaisenergiankulutus jopa 43 %, typioksidipäästöt lähes 30 %, hiilivetypäästöt 80 % ja hiilidioksidipäästöt 36 %. Maalämpöpumpun lämpökertoimen ollessa kolme, voidaan olettaa, että maalämmöllä tuotetun lämpöenergian päästökerroin on kolmasosa siihen käytetyn sähkön päästökertoimesta (200 - 400 g-CO₂/kWh). Jos siis oletetaan pientalon lämmitystehontarpeen olevan noin 10 000 kWh vuodessa, voidaan laskea lämmityksestä syntyvien hiilidioksidipäästöjen olevan noin 0,7 – 1,3 tonnia vuodessa. (Niben www-sivut 2014; Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 17.)

Sähköllä lämmitettäessä ei ympäristöä haittaavia päästöjä synny itse käyttöpaikalla. Sähkön tuotannosta syntyy kuitenkin päästöjä. Sähkön päästökerroin vaihtelee vuosittain noin 200 g-CO₂/kWh, mutta lämmitykselle käytetty päästökerroin on noin 400 g-CO₂/kWh. Lämmityssähkön päästökertoimessa otetaan huomioon, että suurin osa tästä sähköstä käytetään ja tuotetaan talvella. 10 000 kWh:a lämmitysenergiaa käyttävän pientalon hiilidioksidipäästöt ovat siis noin kahdesta neljään tonnia vuodessa, riippuen kertoimesta. Päästöjen määrään voi vaikuttaa valitsemalla uusiutuvala energialla tuotettua sähköä. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 23.)

Aurinkolämpökeräimet ja ilmalämpöpumppu käyttävät uusiutuvaa energiaa. Samoin takka. Takassa poltetut puut aiheuttavat kuitenkin pienhiukkaspäästöjä, joita voidaan merkittävästi vähentää polttamalla kuivaa puuta ja nuohoamalla säännöllisesti. Puu-

polttoaineet eivät laskennallisesti aiheuta haitallisia kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään, koska puu on kasvaessaan sitonut hiilidioksidia ilmakehästä. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 16.)

5 TUTKIMUS

Tutkimusta alettiin suunnitella selvittämällä mahdollisuus saada yksityishenkilöiden energiankulutustietoja energiayhtiöiltä. Selvitettiin myös voiko energiatietoja saada tuntiperusteisina. Energiayhtiöt luovuttivat tuntiperusteiset energiankulutustiedot sähköisessä muodossa valtakirjaa vastaan. Taustatietoja kohteista kerättiin tähän tarkoitukseen laaditulla kyselylomakkeella, joka täytettiin yhdessä tutkimukseen osallistuneiden kiinteistöjen omistajien/asukkaiden kanssa. Samalla käytiin tutustumassa tutkimuskohteisiin. Suurin osa kohteista sijaitsi Satakunnan alueella, mutta myös Pohjois-Suomesta ja Kanta-Hämeestä saatiin muutamia kotitalouksia mukaan tutkimukseen. Kauempana sijaitsevat kohteet osallistuivat tutkimukseen postitettavan kyselyn avulla. Näihin kohteisiin ei käyty erikseen paikan päällä tutustumassa. Kaiken kaikkiaan tutkimukseen osallistui 24 kotitaloutta, joista 15:een tehtiin energiankulutusprofiilit. Kaikista tutkimukseen osallistuneista kohteista ei saatu muodostettua profiilia vähäisen energiankulutustiedon vuoksi.

Tutkimus aloitettiin syyskuun alussa 2013 laatimalla kyselylomake (Liite 1) omakotitalojen energiankulutuksesta. Kyselylomakkeeseen laadittiin kysymyksiä, joilla saisi mahdollisimman yksityiskohtaista tietoa omakotitalouksien sähkönkäyttötottumuksista. Kyselylomakkeella haluttiin selvittää tiedot kiinteistön asukkaista, perustiedot kiinteistöstä sekä tiedot energiayhtiöstä ja asukkaiden kulutustottumuksista. Energian kulutukseen vaikuttavat rakennuksen niin rakennustekniset ominaisuudet, kuten eristeet ja niiden paksuudet, kuin lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihtokin. Samoin haluttiin selvittää asukkaiden kulutustottumuksia liittyen valaistukseen, veden kulutukseen sekä saunan ja auton lämmitykseen. Asukkaiden haluttiin myös arvioida vuorokaudenajat, koska energiankulutus on korkeimmillaan arkena ja viikonloppuisin. Kysymyksistä pyrittiin tekemään selkeitä ja helposti vastattavia. Samalla kyselylomakkeella toteutettiin kaksi erillistä tutkimusta, joista tämä tehtiin vuoden 2010 rakennusmääräykset täyttäviin omakotitaloihin ja toinen vanhempiin omakotitaloihin. Tämän vuoksi kyselylomakkeella pyrittiin selvittämään myös energiatehokkuuteen vaikuttavat remontit, jotka harvemmin ovat tarpeellisia uusissa omakotitaloissa.

Lokakuu käytettiin tietojen keräämiseen, sekä selvitettiin eri sähköyhtiöiden käytäntöjä luovuttaa yksityistalouksien energiankulutustietoja. Suurin ongelma tietojen keräämisessä oli se, että energiayhtiöt ovat vasta hiljattain alkaneet asentamaan omakotitaloihin etäluettavia sähkömittareita. Ilman etäluettavaa mittaria ei tuntiperusteista tietoa ole mahdollista saada, ellei asukkaalla itsellään ole sähkönkulutuksestaan tarkempaa mittausjärjestelmää ja harvalla on. Koska etäluettavat mittarit ovat melko tuore asia, on niiden luennassa myös ollut ongelmia. Luentateknisistä ongelmista johtuen jäi tuntiperusteinen energiankulutustieto saamatta muutamasta kohteesta, vaikka etäluettava mittari olikin asennettu tutkimuksen kannalta riittävän ajoissa.

Marras- joulukuun aikana hankittiin energiankulutustiedot eri energiayhtiöiltä. Suurin työ oli tuntiperusteisen energiankulutustiedon käsittelemisessä haluttuun muotoon. Valmiit energiankulutusprofiilit kustakin kohteesta toimitettiin toimeksiantajalle joulukuun lopulla 2013.

6 ENERGIANKULUTUSPROFIILIT

Tutkimukseen osallistuneista kohteista viidelletoista (15) tehtiin tarkemmat energiankulutusprofiilit, joissa tarkasteltiin kunkin kohteen kokonaisenergiankulutusta kahden viikon keskiarvokulutuksena jokaisena vuodenaikana vuonna 2013. Viikot, joilta keskiarvokulutusta tarkasteltiin, valittiin summittain ja ne ovat kaikilla tutkimukseen osallistuneilla samat vertailtavuuden vuoksi. Talven tarkasteltaviksi viikoiksi valittiin viikot 5 ja 10, kevään viikoiksi 15 ja 20, kesää koskien tarkasteltiin viikkoja 26 ja 30 sekä syksyiltä viikkoja 40 ja 45. Lisäksi, mikäli energiankulutustietoja oli tarpeeksi pitkältä ajalta saatavilla, tarkasteltiin myös vuoden 2012 jouluviiikon energiankulutusta (20. – 26.12.2012). Keskiarvokulutusta tarkennettiin myös erottelemalla arkipäivien ja viikonlopun kulutus toisistaan. Arkipäivinä suurimmassa osassa talouksista aikuiset ovat päiväsaikaan töissä ja lapset koulussa sekä päivähoidossa. Viikonloppuisin ollaan usein enemmän kotona. Profiileista ero arjen ja viikonlopun kulutuksen välillä käy hyvin ilmi.

Suomi on jaettu neljään eri säävyöhykkeeseen, joilla mitoittava ulkoilman lämpötila eroaa toisistaan (RakMK D3 2012, 29). Tutkimukseen osallistui kotitalouksia kolmelta eri säävyöhykkeeltä. Säävyöhykkeet vaikuttavat pääosin laskennallisesti rakennuksen energiankulutukseen, mutta myös käytännössä voidaan olettaa rannikolla olevan lauhemmat talvet, kuin Pohjois-Pohjanmaalla. Tämä vaikuttanee varsinkin talviviikkojen energiankulutukseen. Tarkasteltavien viikkojen vuorokauden keskilämpötilat on esitetty taulukossa 2. Selkeää useamman päivän pakkasjaksoa ei talviviikoille osunut Porin alueella (viikot 5 ja 10), joka olisi osaltaan vaikuttanut energiankulutusta lisäävästi. Kevätviikoilla 15 ja 20 vuorokauden keskilämpötilat vaihtelivat melko paljon. Kesän ja syksyn viikkojen osalta lämpötilat olivat melko tasaisia. Porin lisäksi kohteita, joista energiankulutusprofiilit muodostettiin, oli myös Haapavedeltä, Harjavallasta ja Hämeenlinnasta. Näiltä paikkakunnilta ei vuorokauden keskilämpötiloja selvitetty.

Taulukko 2. Tarkasteltavien viikkojen vuorokauden keskilämpötilat Porissa.

Tarkasteltavien viikkojen vuorokauden keskilämpötilat Porin alueella									
Viikko	5	10	15	20	26	30	40	45	Joulu
Päivä	Vuorokauden keskilämpötila [°C]								
ma	-2	-9	-1	15	21	15	5	6	-9
ti	2	-1	-2	12	22	18	5	5	-12
ke	1	0	0	11	26	23	4	5	-14
to	1	-5	2	16	23	21	7	4	-14
pe	-3	-8	5	21	20	20	9	5	-10
la	-4	-11	3	20	18	21	9	7	-11
su	-4	-12	5	21	19	22	11	5	-12

Kohteesta numero 11, jossa käyttövesi lämmitetään aurinkolämpökeräimillä, ei valitettavasti saatu tuntiperusteista energiankulutustietoa niin pitkältä ajalta, että tarkempi energiankulutusprofiili olisi pystytty muodostamaan. Tämän vuoksi päädyttiin tarkastelemaan aurinkolämpökeräimien tuottamaa lämpöä vastaavilla viikoilla, mitä muista kohteista tehdyt energiankulutusprofiilit ovat. Näin saatiin jonkinmoinen käsitys siitä, minkälainen lisähyöty lämmitykseen saataisiin käyttämällä aurinkolämpökeräimiä. Vaikkei etäluettavaa mittaria ollut asennettu tutkimuksen kannalta tarpeeksi ajoissa, oli kohteen vuosikulutus kuitenkin mahdollista saada.

6.1 Lämmitysjärjestelmän vaikutus energiankulutukseen

Muodostettuja energiankulutusprofiileja voisi vertailla ja analysoida monellakin tapaa. Tarkkaa tietoa energiankulutuksen muodostumisesta ei kuitenkaan saada, sillä kohteiden sähköä kuluttaviin laitteisiin ei asennettu minkäänlaisia mittausjärjestelmiä. Tämän vuoksi esimerkiksi lämmitykseen (mukaan lukien lämmin käyttövesi), ilmanvaihtoon tai taloussähköön kuluva energia perustuu täysin arvioon. Koska tutkimukseen osallistuneet omakotitalokohteet ovat uusia, on kaikissa lämmön talteenotolla varustettu ilmanvaihto. Päälämmitysjärjestelminä ovat maalämpö ja sähkö sekä lähes kaikissa kohteissa lisälämmitykseen varaava takka. Asukkaiden määrä vaihteli kahden aikuisen taloudesta yhdeksän hengen lapsiperheeseen, millä on toki suuri vaikutus energiankulutukseen. Energiankulutusprofiileja päädyttiin tarkastelemaan ja vertailemaan lähinnä päälämmitysjärjestelmän kautta, ottaen huomioon asukkaiden määrä ja mahdollisuuksien mukaan heidän kulutustottumuksensa.

Taulukossa 3 on esitetty kaikki tutkimukseen osallistuneet kohteet, joista oli tarpeeksi tuntiperusteista energiankulutustietoa saatavilla profiilin muodostamista varten. Rakennuksen pinta-ala on asuinpinta-ala. Taulukon viimeiseen sarakkeeseen on kokonaisenergia jaettu rakennuksen asuinpinta-alalla, jolloin eri kohteiden energiankulutusta on helpompi verrata keskenään. Kohteesta numero 19 oli tuntiperusteista energiankulutustietoa saatavilla vain noin 10 kuukauden ajalta ja tämän vuoksi vuosikulutus jää huomattavasti muita maalämpökohteita vähäisemmäksi. Taulukosta käy hyvin ilmi maalämmöllä varustettujen omakotitalojen noin puolta pienempi kokonaisenergiankulutus asuinpinta-alaan suhteutettuna. Haapavedellä sijaitsevat kohteet numeroilla 1 ja 6 ovat pohjoisempina ja kylmemmällä säävyöhykkeellä, kuin muut maalämmöllä varustetut kohteet. Haapavedellä sijaitsevien kohteiden keskinäinen energiankulutusero johtunee asukkaiden lukumäärästä. Sähkölämmitteisistä kohteista asuinpinta-alaan suhteutettu vuosikulutus on pienin kohteella numero 20, mikäli matalaenergiataloa (kohde numero 14) ei huomioida. Suurin kulutus sekä vuositasolla että asuinpinta-alaan suhteutettuna on kohteella numero 8. Kokonaisenergiankulutus ei ole kuitenkaan selitettävissä ainoastaan lämmitysjärjestelmällä, asukkaiden lukumäärällä tai rakennuksen koolla. Asukkaiden kulutustottumuksilla on suuri rooli energiankulutukseen ja pienillä muutoksilla voisi saada kulutusta pienemmäksi. Lisäksi sisätiloissa pidettävä lämpötila, lisälämmitysjärjestelmä, mahdolliset ulkorakennukset, niissä pidettävä lämpötila ja lämmitysjärjestelmä, vaikuttavat kohteiden kokonaisenergiankulutukseen.

Taulukko 3. Tutkimukseen osallistuneet kohteet, joista energiankulutustietoa oli tarpeeksi saatavilla. (*aurinkolämpökeräimet, **matalaenergiatalo, ***energiankulutus 10 kk:n ajalta).

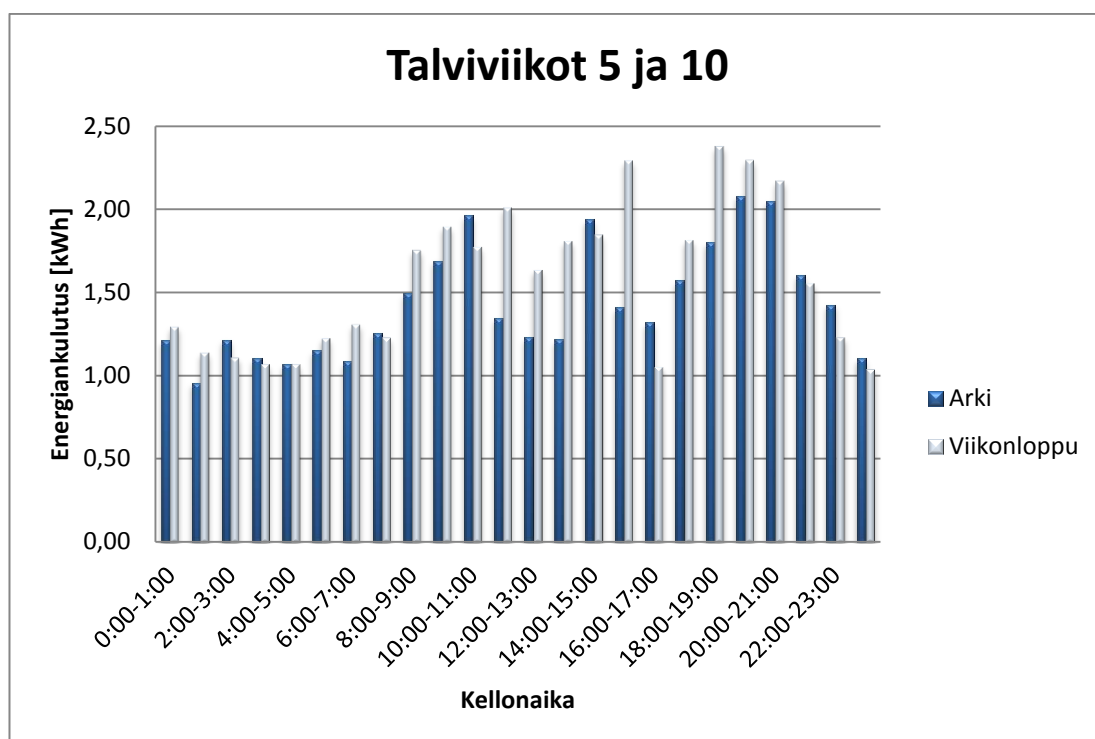
Kohde	Paikkakunta	Asukkaiden lkm	Rakennusvuosi	Pinta-ala [m ²]	Energiankulutus [kWh/a]	Päälämmitysjärjestelmä	kWh/m ²
1	Haapavesi	5	2012	169	12 400	Maalämpö	73
5	Hämeenlinna	4	2012	150	8 400	Maalämpö	56
6	Haapavesi	2	2012	126	8 300	Maalämpö	66
7	Pori	4	2011	166	10 800	Maalämpö	65
8	Pori	4	2011	166	27 600	Sähkö	166
11	Pori	4	2011	127	14 800	Sähkö*	117
10	Pori	9	2011	211	25 400	Sähkö	120
14	Pori	2	2011	150	12 500	Sähkö**	83
17	Harjavalta	4	2011	140	18 800	Sähkö	134
18	Pori	5	2011	154	19 700	Sähkö	128
19	Pori	3	2009	138	7 700***	Maalämpö	56
20	Pori	3	2009	210	20 900	Sähkö	100
21	Pori	4	2010	147	19 000	Sähkö	129
23	Pori	3	2010	174	11 700	Maalämpö	67
24	Pori	5	2011	158	13 700	Maalämpö	87

Lähemmin analysoidaan viittä kohdetta, joista kaksi on sähkölämmitteistä ja kaksi maalämmöllä lämpiävää kohdetta. Viides kohde on sähkölämmiteinen matalaenergiatalo. Kohteet on merkitty taulukkoon 3 harmaalla. Kohteiden energiankulutusta tarkastellaan talviviikoilta, jolloin lämmitys muodostaa oman osansa energiankulutukseen sekä kesäviikoilta, jolloin lämmityksestä muodostuva energiankulutus on vähäisimmillään.

6.1.1 Energiankulutus talviviikoilla

Kohde numero yksi sijaitsee Haapavedellä. Asuinrakennus on vuonna 2012 valmistunut, asuinpinta-alaltaan 169 m² ja puurunkoinen omakotitalo. Talo on puolitoistakerroksinen ja siellä asuu viisihenkinen lapsiperhe. Päälämmitysjärjestelmänä on maalämpö. Huonelämpötilaa tässä kohteessa pidetään 21 ja 23 celsiusasteen välillä ja lisälämmitykseen käytetään varaavaa takkaa. Keskiarvokulutus talviviikoilla pysyttelee pääsääntöisesti yhden ja kahden kilowattitunnin tuntumassa (kuvio 1). Kulutus-hiiput ajoittuvat viikonloppuna iltapäivään ja iltaan, jolloin keskiarvokulutus kohoaa

yli kahteen kilowattituntiin. Samoin aamuisin, sekä arkena että viikonloppuisin on selvästi havaittavissa hieman korkeampi kulutus. Alimmillaan kulutus on 0,96 kilowattituntia arkena aamuyöllä kello yhden ja kahden välillä ja ylimmillään 2,38 kilowattituntia viikonloppuiltaisin kello kuuden ja seitsemän välillä. Sauna on tässä kohteessa puulämmitteinen, joten sen lämmittäminen ei aiheuta profiilissa vastaavanlaista kulutushuippua, kuten kohteessa seitsemän, jossa on sähkölämmitteinen sauna (kuvio 2). Kokonaisenergiankulutus vuodelta 2012 on 12 400 kWh.

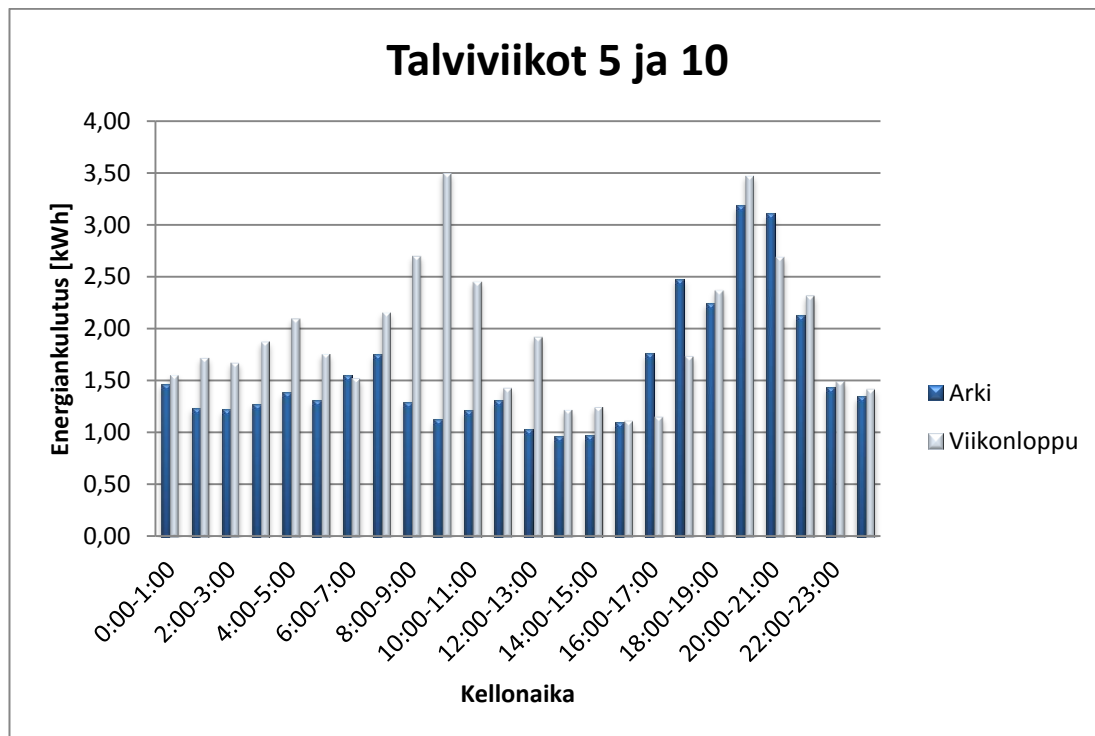


Kuvio 1. Kohteen numero 1 keskimääräinen energiankulutus talviviikoilla 5 ja 10 vuonna 2013 (maalämpö).

Kohteet numeroilla seitsemän ja kahdeksan ovat Porissa sijaitsevia, puurakenteisia asuinpinta-alaltaan 166 m² ja vuonna 2011 valmistuneita omakotitaloja. Kummassakin asuu nelihenkinen lapsiperhe. Kohde numero seitsemän on maalämmöllä varustettu yksikerroksinen talo, jossa varaava takka on lämmityskaudella (loka- maaliskuu) ahkerassa käytössä. Kohde numero kahdeksan on sähkölämmitteinen, kahdessa kerroksessa oleva talo. Takkaa on muuton jälkeen koitettu kerran, eikä asukkaiden mukaan sähkön käytössäkään pihistellä. Asukkaiden mukaan huonelämpötilaa pidetään 21 ja 23 celsiusasteen välillä molemmissa tarkasteltavissa kohteissa. Kohteessa numerolla kahdeksan huonelämpötila saattaa kesäisin nousta korkeammaksi. Sen jälkeen kun etäluettava sähkömittari asennettiin Porissa sijaitseviin kohteisiin kesä-

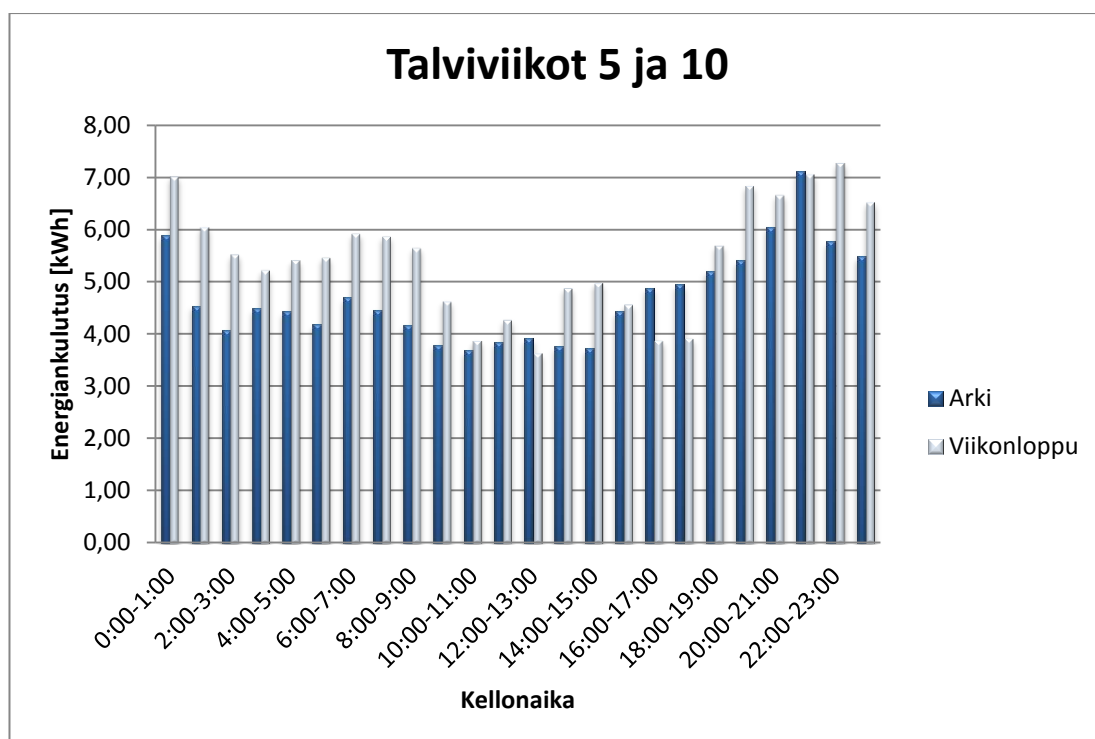
kuussa 2012, oli ensimmäisen vuoden kokonaisenergiankulutus kohteessa numero 8 noin 27 600 kWh (kesäkuu 2012 – kesäkuu 2013). Maalämmöllä lämpiävän kohteen numero 7 kokonaisenergiankulutus ensimmäiseltä vuodelta mittarin asentamisen jälkeen oli 10 800 kWh (kesäkuu 2012 – kesäkuu 2013).

Kohteen numero 7 energiankulutus tunneittain talviviikoilla pysyttelee yhden ja kahden kilowattitunnin tuntumassa selviä kulutushuippuja lukuun ottamatta (kuvio 2). Kulutushuiput ovat viikonloppuaamuisin kello kahdeksan ja yhdentoista välillä ja iltaisin sekä arkena että viikonloppuna noin kello viiden ja yhdeksän välillä. Alimmillaan kulutus on talviviikoilla 0,96 kilowattituntia iltapäivällä kello yhden ja kahden välillä arkisin. Ylimmillään kulutus on 3,5 kilowattituntia viikonloppuaamuisin kello yhdeksän ja kymmenen välillä. Iltaisin kulutukseen vaikuttaa ainakin saunan lämmitys, jota lämmitetään vähintään kaksi kertaa viikossa. Viikonloppuaamuisin on tässä kohteessa asukkaan mukaan tapana pestä pyykkiä ja osa pyykistä kuivatetaan kuivausrummussa. Tämä on todennäköisesti yhtenä voimakkaana tekijänä viikonloppuaamujen korkeampaan energiankulutukseen.



Kuvio 2. Kohteen numero 7 keskimääräinen energiankulutus talviviikoilla 5 ja 10 vuonna 2013 (maalämpö).

Sähkölämmitteisen kohteen numero 8 tuntikulutus vaihtelee neljän ja kuuden kilowattitunnin välillä, eivätkä kulutushuiput ole yhtä huomattavia, kuten maalämpökohhteessa (kuvio 3). Toki ero ei johdu ainoastaan lämmitysjärjestelmästä, vaan kaikki kulutustottumukset vaikuttavat kokonaiskulutukseen, kuten esimerkiksi valaistus sisällä ja ulkona, saunan lämmitys, huonelämpötila sekä kodinkoneiden ja veden käyttö. Ylimmillään kohteen numero 7 energiankulutus talviviikoilla on 7,28 kilowattituntia viikonloppuiltaisin kello kymmenen ja yhdentoista välillä. Alimmillaan kulutus on 3,64 kilowattituntia viikonloppuisin keskipäivällä.

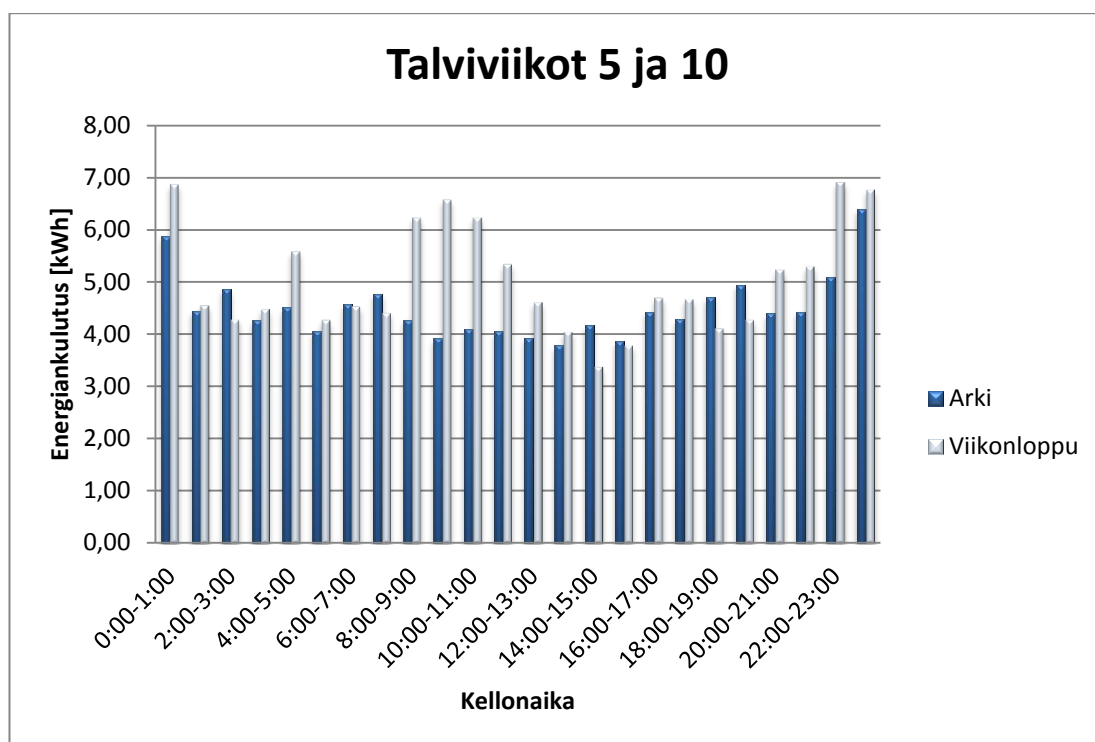


Kuvio 3. Kohteen numero 8 keskimääräinen energiankulutus talviviikoilla 5 ja 10 vuonna 2013 (sähkölämmitteinen).

Kohteet numeroilla 10 ja 14 ovat molemmat Porissa sijaitsevia puurakenteisia ja sähkölämmitteisiä omakotitaloja. Kohde numero 10 on kaksikerroksinen, asuinpinta-alaltaan 211 m², jossa asuu yhdeksän henkinen lapsiperhe. Tässä kohteessa kokonaisenergiankulutus etäluettavan sähkömittarin asentamisen jälkeen oli ensimmäiseltä vuodelta 25 400 kWh (kesäkuu 2012 – kesäkuu 2013). Kohde numero 14 on yksi-kerroksinen, asuinpinta-alaltaan 150 m², kahden aikuisen asuttama matalaenergiatalo. Kohdetta on alettu rakentaa ennen vuotta 2010, mutta se täyttää myös nykyiset rakentamismääräykset. Kohteessa on lisälämmitystä varten vesikiertoinen, varaava takka sekä ilmanvaihdon tuloilmaa lämmittävä, maahan asennettu lämmönkeruuput-

kisto. Vesikiertoisella takalla lämmitetään muun muassa kylpyhuoneen ja WC:n lattiat. Kokonaisenergiankulutus kesäkuusta 2012 kesäkuuhun 2013 oli 12 500 kWh.

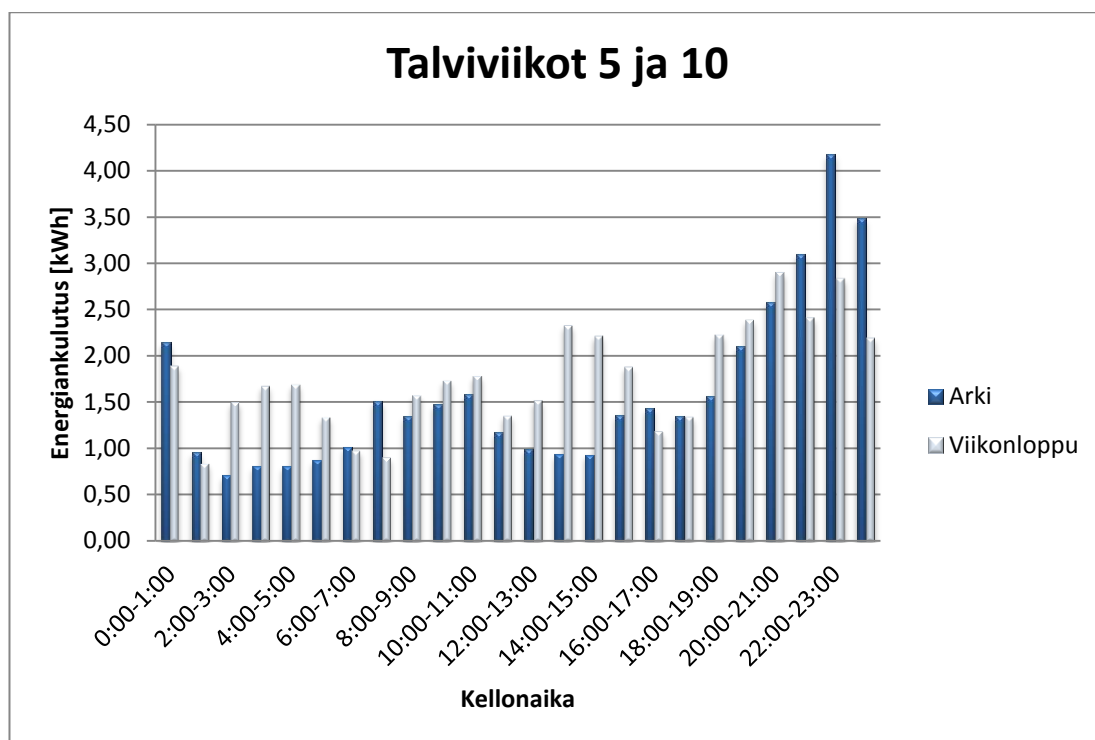
Kohteessa numero 10 energiankulutus on melko tasaisesti neljän kilowattitunnin tietämissä (kuvio 4). Kulutushuiput osuvat yöaikaan ja viikonloppuisin aamupäiviin. Ylimmillään kulutus on 6,91 kilowattituntia viikonloppuisin illalla kello kymmenen ja yhdentoista välillä, jonka jälkeen kulutus jatkuu lähes yhtä suurena yhteen asti yöllä. Kulutuksen nousu juuri kymmenen aikaan illalla johtuu todennäköisesti siitä, että sähkö ostetaan sähköyhtiöltä aikatariffilla ja yösähkön edullisempi hinnoittelu alkaa silloin. Yöaikaan osuvat kulutushuiput johtuvat todennäköisesti tilojen ja lämminvesivaraajan lämmityksestä. Lämpö jaetaan huoneisiin lattialämmityksellä, joka on toteutettu sähkökaapelilla. Alimmillaan kulutus on 3,38 kilowattituntia viikonloppuisin iltapäivisin kello kahden ja kolmen välillä.



Kuvio 4. Kohteen numero 10 keskimääräinen energiankulutus talviviikoilla 5 ja 10 vuonna 2013 (sähkölämmitteinen).

Kohteen numero 14 energiankulutuksessa on huomattavasti enemmän vaihtelua, kuin edellisen kohteen kulutuksessa (kuvio 5). Pääsääntöisesti kulutus pysyttelee hieman alle yhden ja kahden kilowattitunnin välillä. Selkeä kulutushuippu on 4,17 kilowattituntia arki-iltaisoin kello kymmenen ja yhdentoista välillä. Alimmillaan kulutus on 0,7

kilowattituntia arkisin aamuyöllä kello kahden ja kolmen välillä. Tämän matalaenergiatalon lämmön jakavat sähköpatterit, lukuun ottamatta tiloja, jotka lämpiävät vesikiertoisen takan luovuttamalla lämmöllä. Aaltoileva energiankulutus voi johtua siitä, että termostaatilla varustetut sähköpatterit alkavat lämmittää tiloja aina lämpötilan laskettua tarpeeksi matalalle. Iltaisin ollaan myös yleensä enemmän kotona, joka vaikuttaa arki-iltojen korkeampaan kulutukseen.



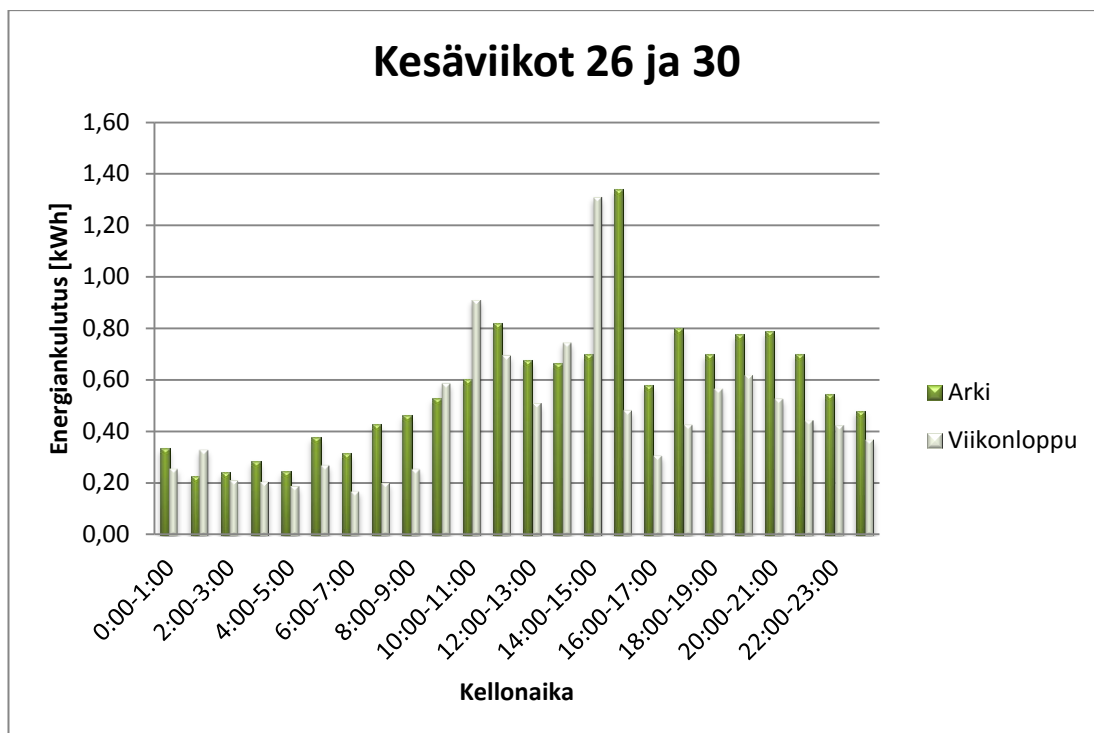
Kuvio 5. Kohteen numero 14 keskimääräinen energiankulutus talviviikoilla 5 ja 10 vuonna 2013 (sähkölämmitteinen matalaenergiatalo).

6.1.2 Energiankulutus kesäviikoilla

Kesäviikoilla vertailun alaisena olevien kohteiden kulutuserot toisiinsa nähden eivät ole yhtä suuria, kuin talvella. Yhtä selkeää eroa ei ole havaittavissa maalämmöllä ja sähköllä lämpiävien kohteiden kesken. Verratessa kunkin kohteen lämmityskauden talviviikkojen energiankulutusta kesän kulutukseen, on suurin ero kulutuksessa sähkölämmitteisillä kohteilla. Lämpö tuotetaan ostoenergialla, joten se näkyy suoraan sähköyhtiöltä saatavissa energiankulutustiedoissa. Vaikka vastaavan määrän lämmitysenergiaa tarvitsevat muillakin lämmitysmuodoilla lämpiävät rakennukset, ei kulu-

tus näy kuitenkin ostettavassa energiassa. Kesäviikoilta voi arvioida myös rakennuksen peruskulutuksen, kun lämmitys on pienimmillään. Peruskulutusta tarkastellaan kaikissa kohteissa niiltä tunneilta, jolloin kulutus on alimmillaan. Hyvä tarkasteluajankohta on esimerkiksi aamuyön tunnit, sillä silloin todennäköisimmin eivät ylimääräiset sähkölaitteet ole käytössä. Peruskulutuksella tarkoitetaan tässä sitä, minkä verran rakennus kuluttaa ollessaan niin sanotussa lepotilassa.

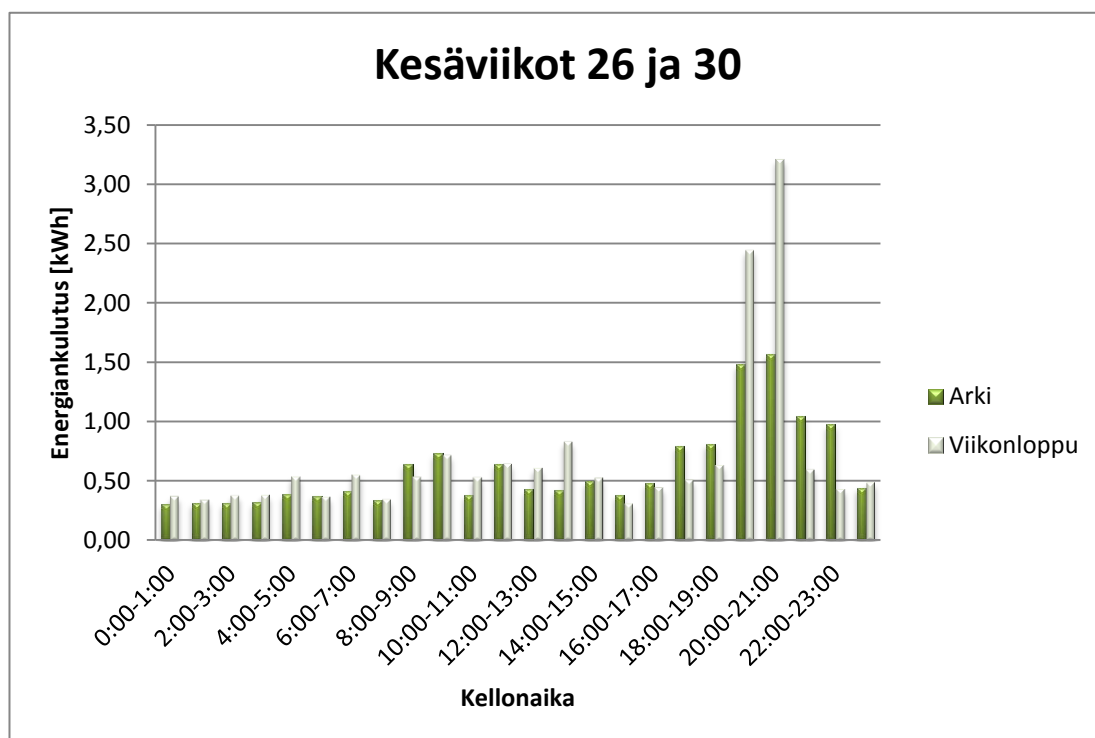
Maalämmöllä lämpiävän kohteen numero 1 energiankulutuksessa yön kulutus eroaa selkeästi päivän vaihtelevammasta kulutuksesta (kuvio 6). Keskiyöstä aamu seitsemään energiankulutus pysyy selkeästi alle 0,4 kilowattitunnin sekä arkena että viikonloppuna. Alimmillaan kulutus on 0,17 kilowattituntia viikonloppuaamuisin kello kuuden ja seitsemän välillä. Kulutushuiput osuvat iltapäivään. Ylimmillään kesäviikkojen kulutus on 1,34 kilowattituntia arkisin iltapäivällä kello kolmen ja neljän välillä. Talviviikoilta yhtä selkeää kulutushuippua ei tässä kohteessa ollut, vaan päiväsaikaan kulutus oli tasaisempaa (kuvio 1). Talviviikkoina kulutus on alimmillaan 0,96 kilowattituntia ja ylimmillään 2,38 kilowattituntia. Peruskulutuksella talvi- ja kesäviikoilla on eroa noin 0,8 kilowattituntia. Tämä ero muodostuu siis niiltä tunneilta, jolloin energiankulutus on alimmillaan talvella ja kesällä. Asukkaan oman arvion mukaan kulutus on ylimmillään arkena ja viikonloppuina iltapäivällä kello kahden ja kuuden välillä sekä lisäksi viikonloppuina aamupäivisin kello kymmenestä puoleen päivään. Asukkaiden arvio korkeamman kulutuksen ajankohdista täsmää hyvin todelliseen kulutukseen. Kesäviikoilla tämän kohteen energiankulutus on korkeimmillaankin todella vähäistä.



Kuvio 6. Kohteen numero 1 keskimääräinen energiankulutus kesäviikoilla 26 ja 30 vuonna 2013 (maalämpö).

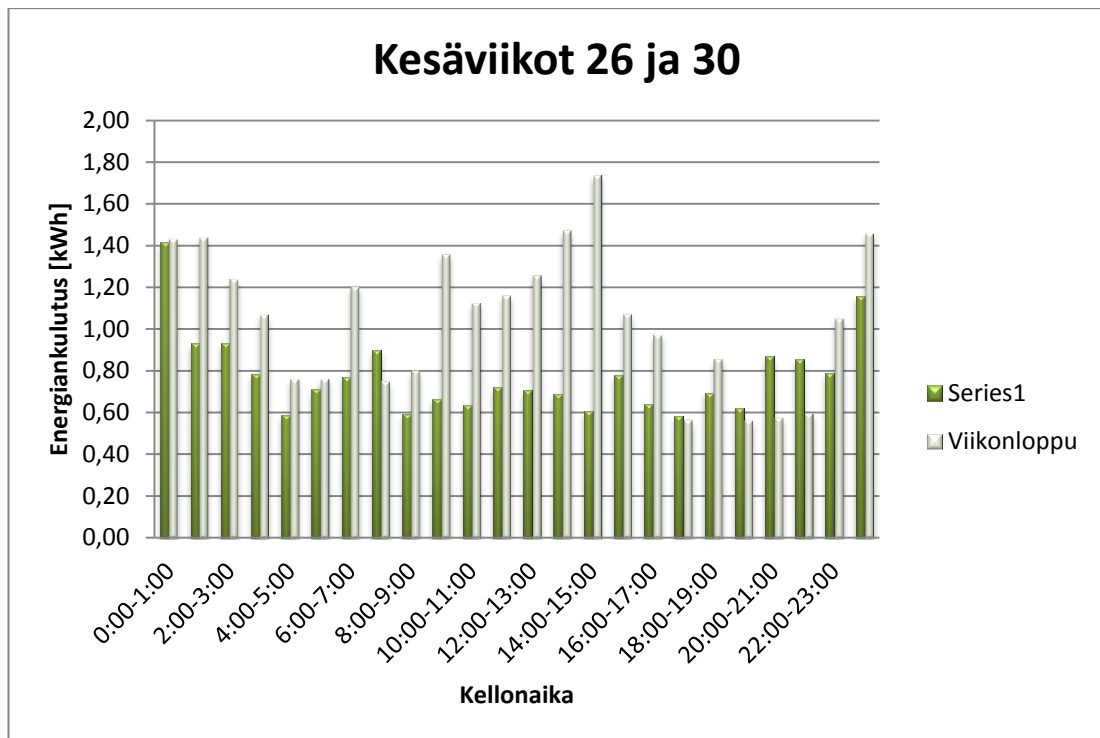
Maalämmöllä lämpiävän kohteen numero 7 kulutus on keskimäärin tasaista sekä arkena että viikonloppuina yhtä iltaan kohdistuvaa kulutushuippua lukuun ottamatta (kuvio 7). Kulutus jää tunneittain keskimäärin hyvinkin alle yhden kilowattitunnin. Alimmillaan kulutus on 0,3 kilowattituntia arkisin puolen yön aikaan. Lähes samansuuruista kulutusta on läpi yön niin arkena kuin viikonloppuisinkin. Ylimmillään kulutus on 3,21 kilowattituntia viikonloppuisin illalla kello kahdeksan ja yhdeksän välillä. Alimmillaan kulutus on talviviikoilla 0,96 kilowattituntia ja ylimmillään 3,5 kilowattituntia (kuvio 2). Peruskulutuksessa on eroa kesä- ja talviviikkojen välillä noin 0,7 kilowattituntia. Tässä kohteessa on kesäisin viilennystä varten käytössä ilmalämpöpumppu, jota pidetään usein iltaisin päällä. Samoin saunaa lämmitetään kesäisin vähintään kaksi kertaa viikossa iltaisin. Nämä ovat varsin todennäköisiä syitä illan korkeampaan kulutukseen. Asukkaan arvion mukaan kulutus on korkeimmillaan arkisin aamulla kello kuuden ja kahdeksan välillä sekä iltapäivisin ja illalla kello neljän ja kahdeksan välillä. Viikonloppuisin asukkaan oman arvion mukaan kulutus on melko tasaista koko päivän. Arvio täsmää arkipäivien osalta talviviikoilla parhaiten kulutuksen selkeästi kohotessa kello neljän jälkeen iltapäivisin. Kesällä ei viikonloppuisin aamupäivälle muodostu samanlaista kulutushuippua, kuten talvivi-

koilla. Erityisesti kuivausrummun käyttö on kesällä vähäisempää, sillä pyykit kuivataan ulkona.



Kuvio 7. Kohteen numero 7 keskimääräinen energiankulutus kesäviikoilla 26 ja 30 vuonna 2013 (maalämpö).

Kohteessa numero 8 hajonta arki- ja viikonloppukulutuksen välillä on melko suuri kesäviikkoisin (kuvio 8). Eron arki- ja viikonloppukulutuksessa huomaa myös verrattaessa talviviikkoihin (Kuvio 3), joissa viikonloppun kulutus ei poikkea paljoa arjen kulutuksesta. Kesäviikkoisin kulutus on alimmillaan 0,57 kilowattituntia viikonloppuisin iltapäivällä kello viiden ja kuuden välillä. Ylimmillään se on 1,74 kilowattituntia viikonloppuisin iltapäivällä kello kahden ja kolmen välillä. Vastaavasti talviviikkojen kulutus on alimmillaan 3,64 kilowattituntia ja ylimmillään 7,28 kilowattituntia. Peruskulutuksessa eroa kesä- ja talviviikkojen välillä on noin 3,1 kilowattituntia. Maalämpökohteisiin verrattuna syntyy huomattavasti suurempi ero talven ja kesän peruskulutuksessa. Aukkaan arvion mukaan kulutus on suurimmillaan sekä arkena että viikonloppuina iltapäivisin kello neljän ja kuuden välillä ja iltaisin kello kahdeksasta puoleenyöhön. Talviviikkojen kohdalla arvio pitää paremmin paikkaansa illan korkeamman kulutuksen suhteen, mutta kesäviikoilla arjen kulutus on suhteellisen tasaista ja viikonloppuisin kulutus on korkeimmillaan päiväsaikaan.



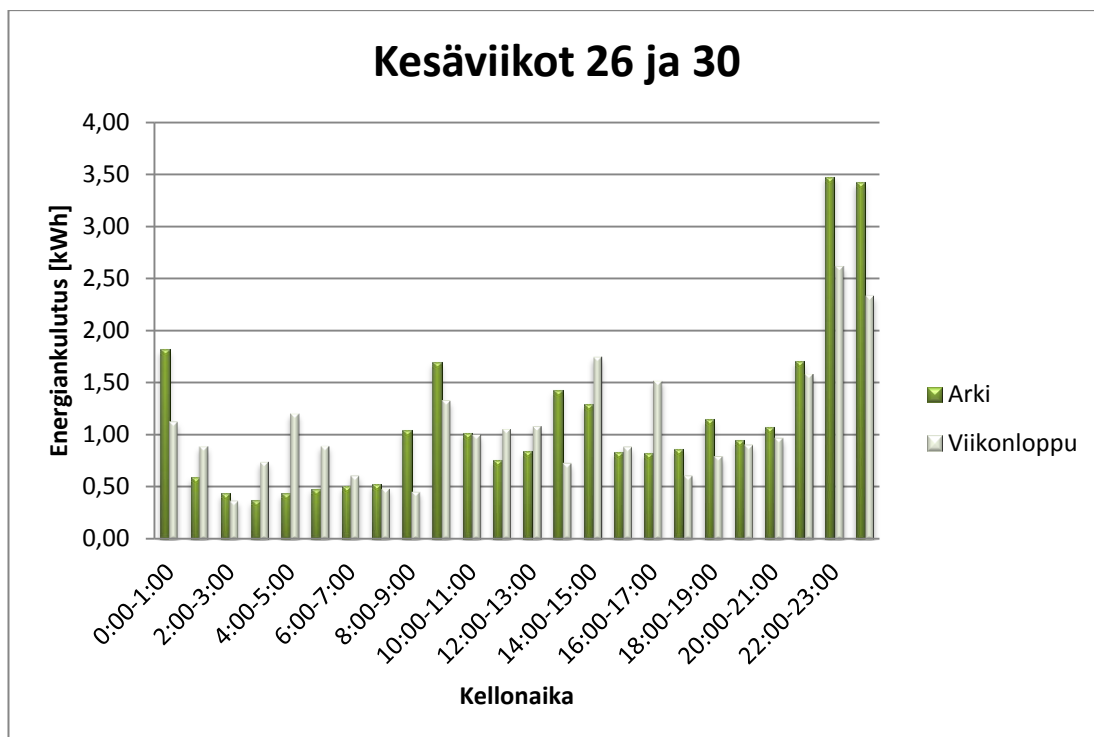
Kuvio 8. Kohteen numero 8 keskimääräinen energiankulutus kesäviikoilla 26 ja 30 vuonna 2013 (sähkölämmiteinen).

Kesäviikoilla kohteen numero 10 kulutus on melko tasaista, lukuun ottamatta illan ja alkuyön aikana tapahtuvaa suurempaa kulutusta (kuvio 9). Kulutus nousee huomattavasti illalla kymmen aikoihin, josta voi päätellä yösähköllä lämmitettävän esimerkiksi lämminvesivaraajaa. Ylimmillään se on 3,19 kilowattituntia puolenyön aikoihin. Alimmillaan energiankulutus on 0,24 kilowattituntia varhain aamulla. Yleisesti ottaen kulutus pysyy kesäviikoilla puolet vuorokaudesta alle 0,5 kilowattitunnin samassa rakennuksessa, jossa kulutus lämmityskaudella talviviikkoina ei alimmillaanakaan juuri laske alle 4 kilowattitunnin. Talviviikkojen energiankulutus on ylimmillään 6,91 kilowattituntia ja alimmillaan 3,38 kilowattituntia (kuvio 4). Eroa peruskulutuksessa on talvella ja kesällä 3,1 kilowattituntia, samoin kuin edellisessä sähkölämmitteisessä kohteessa. Asukkaan oman arvion mukaan korkein kulutus kohdistuu aamupäiviin kello kymmenen ja kahdentoista välille ja iltoihin kello neljän ja kymmenen välille. Hieman korkeampaa kulutusta on viikonloppuisin aamupäivällä kesällä ja talvella, mutta minkäänlaista suurempaa kulutuspiikkiä ei asukkaan arvioimiin ajankohtiin kohdistu.



Kuvio 9. Kohteen numero 10 keskimääräinen energiankulutus kesäviikoilla 26 ja 30 vuonna 2013 (sähkölämmiteinen).

Matalaenergiatalon energiankulutus kesäviikoilla on melko vaihtelevaa (kuvio 10). Selkeät kulutushuiput osuvat arki-iltoihin. Pienempiä korkeamman kulutuksen ajanjaksoja on pitkin päivää sekä arkisin että viikonloppuisin. Korkeimmillaan kulutus on 3,48 kilowattituntia kello kymmenen ja yhdentoista välissä illalla ja alimmillaan 0,37 kilowattituntia kahden ja neljän välillä yöllä. Talviviikoilla kulutus on korkeimmillaan 4,17 kilowattituntia ja alimmillaan 0,7 kilowattituntia (kuvio 5). Talven ja kesän kulutusta verrattaessa eroa on vain 0,3 kilowattituntia, joten peruskulutus on lähes sama vuodenajasta riippumatta. Asukkaiden arvion mukaan kulutus on korkeimmillaan arkisin iltaisin neljän ja kymmen välillä ja viikonloppuisin puolestapäivästä ilta kahdeksaan. Arvio pitää hieman enemmän paikkaansa talviviikkojen osalta, jolloin kulutus on selvästi korkeampaa arki-iltaisin ja pieniä korkeamman kulutuksen jaksoja on havaittavissa myös viikonlopuilta pitkin päivää.



Kuvio 10. Kohteen numero 14 keskimääräinen energiankulutus kesäviikoilla 26 ja 30 vuonna 2013 (sähkölämmitteinen matalaenergiatalo).

6.2 Veden kulutus tarkasteltavissa kohteissa

Veden kulutus kohteissa perustuu asukkaiden arvioihin. Osa tutkimukseen osallistuneista tarkasti vuosikulutuksen vesimittarista. Yhdessä taloudessa oli pidetty kirjaa kuukausitasolla veden kulutuksesta. Koska veden kokonaiskulutusta tai lämpimän käyttöveden kulutusta ei mitattu kohteissa, on todellista kulutusta ja sen vaikutusta energiankulutukseen mahdoton arvioida. Motivan www-sivujen (2014) mukaan lämpimän käyttöveden kulutus on noin 40 % kaikesta veden kulutuksesta koskien asuinrakennuksia. Tämän mukaan pystytään laskemaan suuntaa antava lämpimän käyttöveden tarvitsema energia vuositasolla. Veden kulutus vaihteli tutkimukseen osallistuneiden kesken 65 m^3 :sta vuodessa 250 m^3 :on vuodessa. Asukkaiden lukumäärällä ei ollut veden kulutuksen kanssa tekemistä, vaan veden kulutus vaihteli asukasta kohden 20 m^3 :sta 75 m^3 :on vuodessa. Lähemmin tarkasteltavissa kohteissa veden kulutus asukasta kohti oli noin 30 m^3 vuodessa lukuun ottamatta kahden aikuisen asuttamaa matalaenergiataloa, jossa kulutus oli 75 m^3 vuodessa henkilöä kohti. Myös yhdeksänhenkisen lapsiperheen vedenkulutus poikkesi muista kohteista, sen

ollessa vain 20 m^3 asukasta kohti vuodessa. Käyttötottumusten lisäksi myös vesikalusteet vaikuttavat kotitalouksien veden kulutukseen. Keskimäärin Suomessa käytetään vettä noin $30 - 100 \text{ m}^3$ vuodessa asukasta kohti riippuen kulutustottumuksista (Motivan www-sivut 2014).

Lämpimän käyttöveden tarvitsema energia voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv} ,$$

jossa V_{lkv} on kulutetun lämpimän käyttöveden määrä vuodessa (m^3/vuosi) ja 58 on veden (lämpötilaero $50 \text{ }^\circ\text{C}$) lämmittämiseen tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden kWh/m^3 . Mikäli lämpimän käyttöveden (V_{lkv}) kulutusta ei ole mitattu erikseen, lasketaan sen olevan 40 % veden kokonaiskulutuksesta. Mikäli nelihenkisen perheen veden kokonaiskulutus vuodessa olisi noin 120 m^3 , olisi lämpimän käyttöveden tarvitsema energia yllä olevalla kaavalla laskettuna tällöin

$$Q_{lkv} = 58 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \times 120 \text{ m}^3 = 6960 \text{ kWh}.$$

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä olisi noin 19 kilowattituntia vuorokaudessa, olettaen että vuoden jokainen päivä tarvittava energiamäärä ja veden käyttö olisivat vakiot. Keskimääräinen vedenkulutus vuorokaudessa olisi tässä tapauksessa 328 litraa. Myös ruotsalaisen omakotitalojen energiankulutusta käsittelevän tutkimuksen mukaan keskimääräinen vedenkulutus on noin 330 litraa vuorokaudessa kotitaloutta kohti (Hiller 2012, 381). Suurin osa tutkimukseen osallistuneista kotitalouksista kuluttivat vettä keskimäärin yllä olevan määrän, joka on Motivan suositusten mukainen sekä samansuuruinen ruotsalaisiin kotitalouksiin verrattuna.

6.3 Aurinkolämpökeräimet lämmityksen lisänä

Yhteen Porissa sijaitsevaan tutkimukseen osallistuneesta kohteesta on asennettu aurinkolämpökeräimet helmikuussa 2013. Keräimet ovat merkiltään Wagner C 20 AR,

mitkä olivat asukkaan mukaan hankintahetkellä markkinoiden tehokkaimpia tasokeräimiä. Keräimiä on kaksi kappaletta, yhteispinta-alaltaan 5 neliometriä. Aurinkolämpökeräimien tuottama lämpö varataan Jäspi Solar 300 lämminvesivaraajaan. Varaajan lämmittämisestä yli jäänyttä lämpöenergiaa ei johdeta mihinkään muualle, vaan se on hukkalämpöä. Kuviossa 11 on kyseisen kohteen tuottama lämpöenergia viikoilta 10, 26 ja 30. Viikolta 5 ei ollut keräinten tuottoa saatavilla. Koska keräinten tuotto on riippuvainen auringon paisteesta, ei joiltakin päiviltä saada lämpöenergiaa lainkaan. Esimerkiksi kevättalvella tuotto voi aurinkoisina päivinä olla yhtä suuri kuin kesällä, jolloin tuotto on parhaimmillaan. Toisaalta aurinkoisina päivinä voi olla ylituotantoa. Tarkasteltavilla viikoilla parhaimmillaan tuottoa saatiin torstaina viikolla 10 11,3 kilowattituntia ja sunnuntaina viikolla 26 11,9 kilowattituntia. Asukkaan mukaan keräinten tuottamalla lämpöenergialla on saatu hyvin katettua perheen lämpimän käyttöveden tarpeet.



Kuvio 11. Aurinkokeräimien tuotto viikoilla 10, 26 ja 30 vuonna 2013.

Aurinkolämpökeräimillä tuotetulla lämmöllä saisi tarkasteltavissa sähkölämmitteisissä kohteissa lämmitettyä esimerkiksi lämpimän käyttöveden, kuten esimerkkikohteessakin. Tällä pystyttäisiin tasaamaan iltaan ja yöaikaan osuvia kulutushuippuja, jotka todennäköisimmin johtuvat juuri lämminvesivaraajan lämmittämisestä. Selkeimmin kulutushuiput tulevat esille kohteista 10 ja 14 (kuviot 4, 5, 9 ja 10). Aiemman laskelman lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvitseman energiamäärän mukaan näillä keräimillä ei saisi tuotettua kokonaisuudessaan tarvittavaa energia-

määrää. On kuitenkin huomioitava, että lämpimän veden kulutus vaihtelee todellisuudessa paljonkin. Samoin keräinten tuottama lämpöenergia vaihtelee. Aurinkoisina päivinä keräimet voivat tuottaa enemmän, kuin käyttöveden lämmittämiseen kuluu energiaa. Ylijäänyttä lämpöenergiaa pystyisi hyödyntämään esimerkiksi tilojen lämmityksessä. Käytettäessä aurinkolämpökeräimiä sähkölämmityksen lisänä, tapahtuu lämmönjako huonetiloihin parhaiten vesikiertoisen lattia- tai patterilämmityksen tai ilmalämmityksen avulla (Auringosta lämpöä ja sähköä, 5). Yksinkertaisinta aurinkolämpökeräinten yhdistäminen lämmitykseen on, kun se huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa. Sinänsä päälämmitysjärjestelmällä ei ole merkitystä. Aurinkolämpökeräimet voidaan yhdistää niin sähkö-, öljy- kuin pellettilämmitysjärjestelmäänkin. Myös useimmissa maalämpöjärjestelmissä on mahdollista liittää järjestelmään aurinkolämpökeräimet, mutta hyöty ei muutenkin suhteellisen pienen ostettavan lämmitysenergian tarpeen vuoksi olisi yhtä suuri kuin sähkölämmitteisessä rakennuksessa.

7 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kokonaisenergiankulutusta tarkasteltiin 15 kyselyyn vastanneesta kohteesta, joista tehtiin myös tarkemmat energiankulutusprofiilit. Energiankulutustietoja muokattaessa kävi selvästi ilmi maalämpökohteiden noin puolta pienempi kokonaisenergiankulutus vuosittain, mitä sähkölämmitteisillä kohteilla. Suurin kokonaisenergiankulutus oli sähkölämmitteisellä kohteella numero 8, 27 600 kWh vuodessa ja pienin kulutus 8 300 kWh, kohteella numero 6, jossa on maalämpö. Pori Energian yleissähkön myynti- ja siirto hinnalla (10,18 snt/kWh) laskettuna vuosittainen erotus sähkölaskussa on noin 1965 € maalämmön hyväksi. Suurin kokonaisenergiankulutus maalämmöllä lämpiävistä kohteista oli 13 700 kWh kohteella numero 24. Reilusti muita sähkölämmitteisiä kohteita energiapihimpi oli tutkimuksen ainoa matalaenergiatalo, kohde numero 14, jonka vuosittainen kokonaisenergiankulutus oli vain 12 500 kWh. Ei ainoastaan lämmitysjärjestelmällä, vaan myös muilla omilla valinnoillaan voi vaikuttaa energiankulutukseen ja omaan sähkölaskuunsa. Luotettavamman arvion maalämmön ja suoran sähkölämmityksen kulutuseroista saisi suuremmalla otannalla. Tällöin yksittäisten talouksien kulutustottumukset olisivat vähemmän merkityksellisiä tarkasteltaessa kohteiden kokonaisenergiankulutuksen keskiarvoja.

Energiankulutusprofiileissa tarkasteltiin uusien omakotitalojen todellista ostoenergiankulutusta. Valitettavasti kyselyssä ei huomioitu lainkaan rakennusten energiatodistusta. Jälkikäteen energiatodistus saatiin kohteista 7 ja 8. Kummankin kohteen energiatodistus on tehty vuoden 2010 rakentamismääräysten mukaisesti. Kohteen numero 7 energiatodistuksen laskennallinen energiankulutus on 34 683 kilowattituntia ja se kuuluu energialuokkaan A. Kohde numero 8 kuluttaa laskennallisesti 34 719 kilowattituntia vuodessa ja kuuluu energialuokkaan C. Todellinen ostoenergiankulutus oli vuoden ajalta kohteessa 7 10 800 kilowattituntia ja kohteessa 8 27 600 kilowattituntia. Erot energialuokissa johtuvat lämmitysjärjestelmistä. Uusien voimassa olevien rakentamismääräysten mukaan kumpikin näistä kohteista putoaisi energialuokituksessa pari pykälää alemmas. Asuinpinta-alaltaan, asukasmäärältään ja rakennusmateriaaleiltaan edellä mainitut kohteet ovat hyvin verrattavissa. Kohteet eroavat muun muassa lämmitysjärjestelmänsä osalta, toisen ollessa maalämmöllä ja toisen sähköllä lämmitettävä. Rakennusten energiatodistuksen laskennalliset kulutukset

ovat suuruusluokaltaan lähes samanlaiset, ostettavat energiankulutukset eivät. Energiatodistuksen vuosikulutusta tarkastellessa täytyy huomioida, että luku on laskennallinen, eikä sillä ole todellisen kulutuksen kanssa mitään tekemistä. Mitä laskennallinen energiankulutus sitten kertoo tavalliselle kuluttajalle? Useimmiten ihmisiä kiinnostaa kuitenkin se, kuinka paljon rakennus todellisuudessa kuluttaa ja mitä se maksaa. Olisi ollut mielenkiintoista tarkastella energiatodistuksen mukaisia laskennallisia energiankulutusarvoja ja verrata niitä todelliseen rakennusten ostoenergiankulutukseen hieman laajemmassa mittakaavassa. Lisäksi olisi pystynyt vertailemaan useammasta rakennuksesta sitä, kuinka paljon eroa energiatodistusten laskennallisella kulutuksella on ostoenergiankulutukseen.

Monesta eri lähteestä on käynyt ilmi energiatodistusten epäoikeudenmukaisuus. Esimerkiksi Kari Liljan Piha ja pientalo-lehden (1/2014) artikkelissa kritisoitiin voimakkaasti nykyistä energiatodistuslakia. Suomen Omakotiliitto käynnisti kansalaisaloitteen huhtikuussa 2013, jonka tarkoituksena on saada muutos nykyiseen energiatodistuslakiin. Pyrkimyksenä on muuttaa lakia siten, että todellinen ostoenergiankulutus ilmoitettaisiin todistuksessa laskennallisen luvun rinnalla. Lisäksi tavoitteena on, ettei tehokkuusluokituksessa sovellettaisi energiamuotokertoimia vanhojen omakotitalojen kohdalla. (Lilja 2014, 24.) Toisaalta energiatodistuksen laskennallinen energiankulutus antaa viitettä siitä, miten paljon rakennus enimmillään kuluttaa energiaa ja sen avulla voi eri rakennuksia verrata keskenään esimerkiksi uuden talon ostotilanteessa. Esimerkiksi rakennuksen lämmitykseen kuluu laskennallisesti tietty energiamäärä, kun taas ostettavaan energian määrään voi kukin vaikuttaa lämmitysjärjestelmän valinnalla. Ostoenergia on kuitenkin hyvin riippuvainen asukkaiden kulutustottumuksista ja valinnoista.

Energiayhtiöillä on tarjolla erilaisia sopimuksia kuluttajille, jossa kuluttaja voi päättää ostamansa sähkön tuotantotavan. Kuluttaja voi valita esimerkiksi tuulivoimalla tuotettua sähköä. Tätä ei huomioida energiatodistuksessa lainkaan, sillä kyse on kuluttajan omasta valinnasta. Samoin valaistus, saunan lämmitys ja muu taloussähkön käyttö, ovat tottumuskysymyksiä. Saman rakennuksen ostoenergiankulutus ei välttämättä ole samanlainen erilaiset kulutustottumukset omaavilla asukkailla.

Selkeät kulutushuiput profiileissa johtuvat osittain asukkaiden käyttötottumuksista, eivätkä oikein ole vertailukelpoisia keskenään. Ennemmin vertailtavaksi voisi ottaa sen, kuinka vähän kukin rakennus kuluttaa lepotilassa. Alimmillaankin kunkin rakennuksen kulutus vaihtelee jonkin verran tunneittain. Luotettavimman arvion peruskulutuksesta saisi pidemmältä aikajaksolta lasketun keskiarvokulutuksen perusteella, kun asukkaat eivät ole kotona. Pienin ero rakennuksen peruskulutuksessa talvi- ja kesäviikoilla oli matalaenergiatalolla (kohde numero 14). Jopa maalämpökohteiden (kohteet numeroilla 1 ja 7) erotus talven ja kesän alimman kulutuksen kesken oli suurempi. Toki maalämpöpumppu tarvitsee toimiakseen sähköä ja lämmityskaudella tämä näkyy ostoenergiankulutuksena. Maalämpökohteissa energiankulutukseen vaikuttaa myös se, onko maalämpöjärjestelmä mitoitettu täysteholle vai osateholle. Varsinkin kovina pakkastalvina osateholle mitoitettu maalämpöpumppu joutuu käyttämään enemmän sähkövastusta lämmön tuottamiseen, mikä näkyy suoraan sähkölaskussa.

Aurinkolämpökeräimillä voidaan tuottaa myös aurinkosähköä. Aurinkosähköä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi kotitalouslaitteiden ja valaistuksen tarpeisiin. Ylijäänyt tuotettu aurinkosähkö voitaisiin varata akkujärjestelmään tasaamaan kulutushuippuja tai jakaa ja myydä yleiseen sähköverkkoon (plusenergiatalo). Aurinkosähkö olisi ihanteellinen lisä maalämpökohteissa, joissa ostoenergiankulutus on huomattavasti vähäisempää, kuin sähkölämmitteisissä asuinrakennuksissa. Aurinkosähkön avulla kotitaloussähkön kulutus ostoenergiana saataisiin minimoitua ja saavutettaisiin tai päästäisiin ainakin lähemmäs vuoden 2020 vaatimuksia ja nollaenergiataloa. Tässä opinnäytetyössä ei aurinkosähköön otettu kantaa tämän enempää aiheen rajauksen vuoksi. Tavoitteena oli tarkastella aurinkolämpökeräimiä vain lämmitysjärjestelmän lisänä sekä käyttöveden lämmön tuottajina.

Mielenkiintoista olisi kerätä laajempi otos, jotta saataisiin luotettavampi kokonaiskuva omakotitalouksien energiankulutuksesta. Voisi myös verrata muidenkin lämmitysjärjestelmien vaikutusta energiankulutukseen, sekä ottaa energiatodistukset vahvemmin mukaan tutkimukseen. Energiatodistus on otettu käyttöön Suomessa vuonna 2008. Energiatodistuksen elinkaarta ja kehitystä, sekä energiatodistuksen tarkoituksellisuutta olisi mielenkiintoista seurata jatkossa. Millä tavoin ihmisten erilaiset kulutus-

tottumukset voitaisiin huomioida energiatodistuslaissa, mikäli ostoenergia ilmoitetaan energiatodistuksissa laskennallisen luvun rinnalla?

LÄHTEET

Europa www-sivut. Tiivistelmät EU:n lainsäädännöstä, Euroopan energiapolitiikka. Viitattu 15.1.2014.

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l28188_fi.htm

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU. Viitattu 16.1.2014.

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0021_fi.htm

Hiller, Carolina. Influence of residents on energy use in 57 Swedish houses measured during four winter days. Teoksessa Energy and Buildings. Elsevier 2012.

Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011. Tutkimusraportti 26.2.2013. Viitattu 22.9.2013.

http://www.motiva.fi/files/7168/Kotitalouksien_sahkonkaytto_2011_raportti.pdf

Kotitalouksien sähkönkäyttö 2006. Tutkimusraportti 2.10.2008. Viitattu 24.9.2013.

http://www.motiva.fi/files/1353/Kotitalouksien_sahkonkaytto_2006_-raportti.pdf

Lilja, Kari. Energiatodistukset – missä mennään vuonna 2014? Pientalo ja piha 1/2014. Sivulla 24.. Freemium Media Oy.

Lähde, Petri, Karirinne, Suvi, Rantamäki, Saku & Teräsvirta, Antti. Aurinkoenergiajärjestelmien integrointi rakennuksiin ja kiinteistöautomaatioon. 24.02.2012. Viitattu 16.3.2014.

http://www.prizz.fi/sites/default/files/asiakaskuvat/Siirretyt%20Prizztech/Rakennointegroitu%20aurinkoenergia-%20ja%20ohjausautomaatioselvitys_liite2.pdf

Lämpöä omasta maasta. Motiva. Libris 7/2012. Viitattu 20.5.2014.

http://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf

Motivan www-sivut 2014. Viitattu 21.1.2014. <http://www.motiva.fi>

Niben www-sivut. Maalämpöpumppuopas. Viitattu 22.1.2014.

<http://www.nibe.fi/upload/haato/Ohjeet/NIBE%20MLP%20OPAS%201335-6.pdf>

Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva 2009. Viitattu 20.5.2014.

http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf

SolarForum www-sivut. Viitattu 15.1.2014.

<http://www.solarforum.fi/solarforum/projects/view/smartsolar>

Seppälä, Pauli. Rahareikä vai arvopaperi? A&K Omakoti 1/2014. Sivulla 9-11. Media Potentia Oy.

Seppälä, Pekka 2012. ERA17. Tulevaisuuden energiatehokkuus – suuri mahdollisuus vai hallitsematon riski. Oulun rakennusvalvonnan laatupäällikkö Pekka Seppälän luentomateriaali 7.-8.3.2012. Viitattu 17.1.2014.

<http://www.woodinno.fi/assets/Uploads/liitteet/era17seppala.pdf>

Seppänen, Olli. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto, 2. päivitetty painos 2001. sivut 385, 413

Suomen lämpöpumppuyhdistys ry:n www-sivut. Lämpöpumput. Viitattu 21.1.2014. <http://www.sulpu.fi/lampopumput>

Sähkölämmitysfoorumi ry. Lämmin koti www-sivut. Viitattu 16.3.2014. <http://www.lamminkoti.fi/uutiset.php?aid=18811&k=17619>

Ympäristöministeriön www-sivut. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Viitattu 21.1.2014. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

Ympäristöministeriön www-sivut. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. Viitattu 4.3.2014. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto/Rakennusten_energiatehokkuutta_koskeva_l\(3664\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto/Rakennusten_energiatehokkuutta_koskeva_l(3664))

Kyselylomake kotitalouksien energiankulutuksesta Satakunnan ammattikorkeakoulun aurinkoenergiaprojekteissa käytettäväksi

Vastatkaa seuraaviin kysymyksiin mahdollisimman tarkasti. Voitte jättää vastaamatta niihin kysymyksiin, jotka eivät mielestänne koske teidän kiinteistöänne.

Tiedot kiinteistön asukkaista

1 Kiinteistön omistajan nimi/omistajien nimet

2 Kiinteistön katuosoite, postinumero ja -toimipaikka

3 Kiinteistössä asuvien henkilöiden lukumäärä

4 Kiinteistössä asuvien henkilöiden syntymävuodet

5 Saako nimenne julkaista Satakunnan ammattikorkeakoulun www-sivuilla SmartSolar-projektin yhteydessä tutkimukseen osallistujina?

Kyllä

Ei

6 Saako teihin olla yhteydessä keväällä 2014 opiskelijatyönä toteutettavaan aurinkoenergiaprojektiin liittyen, jossa valikoituihin kiinteistöihin suunniteltaisiin aurinkoenergiajärjestelmä veloituksetta?

Kyllä

Ei

Tiedot kiinteistöstä

- 7 Asuinrakennuksen valmistumisvuosi _____
- 8 Asuinrakennuksen asuinpinta-ala _____ m²
- 9 Asuinrakennuksen kokonaispinta-ala _____ m²
- 10 Asuinrakennuksen huonekorkeus _____ m
- 11 Kerroslukumäärä _____
- 12 Sijainti, kaupunki/kaupunginosa _____

13 Asuinrakennuksen asemointi tontilla

Etelään suunnatun julkisivun ikkunoiden

- Lukumäärä _____
- Pinta-ala _____ m²

Onko tontilla puita, jotka varjostavat asuinrakennusta?

- Kyllä
- Ei

14 Runkomateriaali

- Kivirunko/betoni
- Puurunko
- Hirsirunko
- Metallirunko/teräs

15 Eristeet

	Seinäarakenteessa	Alapohjassa	Yläpohjassa
Mineraalivilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vuorivilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ekovilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polyuretaani	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sahanpuru (kutteri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pellava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huopalevy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Styrox	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Joku muu, mikä?	_____		

16 Eristepaksuus/arvio _____ mm mm mm

17 Onko rakennuksen perustus

- Perusmuuri ja maanvarainen alapohja
- Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari
- Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila

18 Asuinrakennuksen ulko-ovien pinta-alat yhteensä _____ m²

19 Asuinrakennuksen ikkunoiden pinta-alat yhteensä _____ m²

- Ikkunat kaksinkertaiset
- Ikkunat kolminkertaiset
- Ikkunat nelinkertaiset

20 Onko asuinrakennukseen tehty energiatehokkuutta parantavaa remonttia? (katso kohta 21)

- Kyllä
- Ei

21 Jos vastasit edelliseen kohtaan kyllä, niin mitä seuraavista? Milloin?

Vuosi

- Ikkunat vaihdettu
- Lisätty lämmöneristettä
- Katto uusittu
- Lämmitysjärjestelmä uusittu
- Ilmanvaihto uusittu
- Muuta, mitä? (vastatkaa alle)

22 Mikäli asuinrakennukseen on laitettu lisälämmöneristettä, niin mitä ja paljonko?

23 Mikäli lämmitysjärjestelmälle ja tai muulle talotekniikalle (esim. ilmanvaihdolle) on tehty muutoksia, niin mitä?

Tiedot energiayhtiöstä ja kulutustottumuksista

24 Energiayhtiö

- Pori Energia Oy
- Fortum
- Vattenfall
- Koillis-Satakunnan Sähkö Oy
- Kokemäen Sähkö Oy
- Tampereen Sähkölaitos Oy
- Vatajankosken Sähkö Oy
- Rauman Energia Oy
- Joku muu, mikä? _____

25 Montako kuukautta ennen muuttoa sähkösopimus on tehty, koskien vuoden 2010 jälkeen rakennettuja rakennuksia (rakennusaika)? _____ kk

26 Päälämmitysjärjestelmä

- Sähkö
- Maalämpö
- Kaukolämpö
- Puu
- Pelletti/hake
- Öljy
- Aurinkokeräimet
- Muu lämpöpumppu, mikä? _____
- Yhdistelmäkatilla, mikä? _____

27 Lämmitysjärjestelmän tekniset tiedot, laitteen merkki, koko/teho?

28 Kuinka monena kuukautena vuodesta käytätte päälämmitysjärjestelmää? _____ kk

29 Päälämmitysjärjestelmän lisänä oleva lämmitys

Takka tai muu tulisija

Varaava

Suoraveto

Ilmalämpöpumppu

Muu lämpöpumppu, mikä? _____

30 Lämmönjakojärjestelmä, merkitkää kaikki käytössä olevat

Vesikiertoinen lattialämmitys

Lattialämmitys sähköllä

Vesikiertoinen patterilämmitys

Sähköpatterilämmitys

Kattolämmitys

Ilmakiertoinen lämmitys

31 Arvio polttoaineen kulutuksesta lämmityksessä (puu pinokuutioina/pelletti/öljy)

Päälämmitysjärjestelmä _____ m³/a

Lisälämmitysjärjestelmä _____ m³/a

32 Mikäli osaatte arvioida polttoaineen kulutuksen kuukausittain, niin kuinka se on jakaantunut eri kuukausille viimeksi kuluneen vuoden aikana (lokakuu 2012 - syyskuu 2013)?

Lokakuu	_____	Huhtikuu	_____
Marraskuu	_____	Toukokuu	_____
Joulukuu	_____	Kesäkuu	_____
Tammikuu	_____	Heinäkuu	_____
Helmikuu	_____	Elokuu	_____
Maaliskuu	_____	Syyskuu	_____

33 Jos puuta on käytetty lämmityksessä, onko käytetty

- Koivua
- Havupuuta
- Sekapuuta

34 Onko asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmä sama, kuin päälämmitysjärjestelmä kaikissa rakennuksen kerroksissa?

- Kyllä
- Joku muu, mikä? _____

35 Huonelämpötila normaalisti

- 18 - 20°C
- 21 - 23°C
- 24 °C tai yli

36 Onko asuinrakennuksessa

- Koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla
- Koneellinen ilmanvaihto, ei lämmöntalteenottoa
- Painovoimainen ilmanvaihto

37 Onko asuinrakennuksessa

- Viilennys ilmanvaihdon yhteydessä
- Lämpöpumpulla toteutettava viilennys

38 Kuuluuko kiinteistöön lämmitettäviä talous-/ulkorakennuksia?

- Kyllä _____ m² _____ m³
- Ei

39 Onko talous-/ulkorakennuksen lämmitysjärjestelmä sama, kuin päärakennuksessa?

- Kyllä
- Ei, mikä? _____

40 Lämpötila ulkorakennuksessa

- 10 - 14 °C
- 15 - 19 °C
- 20 °C tai yli

41 Kotona vietetty aika keskimäärin vuorokaudessa, kun vähintään yksi henkilö on paikalla _____ h/vrk

42 Mihin kellonaikaan vuorokaudessa taloudessanne ollaan eniten kotona klo 6 - 24 välillä? Voitte valita useamman vaihtoehdon.

Arkisin

- klo 6 - 8
- klo 8 - 12
- klo 12 - 16
- klo 16 - 20
- klo 20 - 24

Viikonloppuisin

- klo 6 - 8
- klo 8 - 12
- klo 12 - 16
- klo 16 - 20
- klo 20 - 24

43 Mihin aikaan vuorokaudesta kodinkoneet kuormittavat sähkönkulutusta arviolta eniten (esim ruoanlaitto, saunan lämmitys)? Voitte valita useamman vaihtoehdon.

Arkisin

Viikonloppuisin

 klo 6 - 8 klo 6 - 8 klo 8 - 10 klo 8 - 10 klo 10 - 12 klo 10 - 12 klo 12 - 14 klo 12 - 14 klo 14 - 16 klo 14 - 16 klo 16 - 18 klo 16 - 18 klo 18 - 20 klo 18 - 20 klo 20 - 22 klo 20 - 22 klo 22 - 24 klo 22 - 24

44 Saunan lämmitys

_____ krt/vko

 Sähkölämmitteinen Heti valmis Puulämmitteinen

45 Mikäli sauna on sähkölämmitteinen, kuinka monta tuntia päällä/kerta?

46 Lämminvesivaraajan koko

_____ l

47 Lämminvesivaraajan lämmitys

 Sähkö (päivä/yö) (ympyröikää käytössä oleva) Kaukolämpö Maalämpö Ilma-/vesilämpöpumppu Joku muu, mikä? _____

48 Veden kulutus keskimäärin vuodessa

_____ m³/a

49 Mikäli osaatte arvioida veden kulutuksen kuukausittain, niin kuinka se on jakaantunut eri kuukausille viimeksi kuluneen vuoden aikana (lokakuu 2012 - syyskuu 2013)?

Lokakuu	_____	Huhtikuu	_____
Marraskuu	_____	Toukokuu	_____
Joulukuu	_____	Kesäkuu	_____
Tammikuu	_____	Heinäkuu	_____
Helmikuu	_____	Elokuu	_____
Maaliskuu	_____	Syyskuu	_____

50 Merkitkää mitä seuraavista kodinkoneista taloudessanne on. Mikäli laitteita on useampi, merkitkää myös kappalemäärät.

	Kpl
<input type="checkbox"/> Jääkaappi	_____
<input type="checkbox"/> Pakastin	_____
<input type="checkbox"/> Mikroaaltouuni	_____
<input type="checkbox"/> Sähköliesi/-uuni	_____
<input type="checkbox"/> Astianpesukone	_____
<input type="checkbox"/> Pyykinpesukone	_____
<input type="checkbox"/> Kuivausrumpu	_____
<input type="checkbox"/> Kuivauskaappi	_____
<input type="checkbox"/> Televisio	_____
<input type="checkbox"/> Tietokone/pelikonsoli	_____
<input type="checkbox"/> DVD-soitin	_____
<input type="checkbox"/> CD/-levysoitin	_____

- 51 Arvioikaa valaistustottumuksianne sisätiloissa seuraavien väittämien perusteella. Ympyröikää mielestänne parhaiten kuvaava vaihtoehto. (1 = ei kuvaa lainkaan, 2 = kuvaa jonkin verran, 3 = ei kuvaa hyvin, eikä huonosti, 4 = kuvaa melko hyvin, 5 = kuvaa hyvin)

Kotona ollessa valot palavat niissä tiloissa, joissa oleskellaan	1	2	3	4	5
Valot sammutetaan aina huoneesta pois lähdetessä	1	2	3	4	5
Valoja ei juurikaan käytetä päiväsaikaan	1	2	3	4	5
Suurin osa valaistuksesta on toteutettu LED-valoilla	1	2	3	4	5
Valoja ohjaa liiketunnistimet (sammuu ja syttyy huoneeseen tultaessa/pois lähdetessä)	1	2	3	4	5

- 52 Ulkovalojen määrä tontilla (sähköllä toimivat) _____ kpl

- 53 Arvioikaa ulkovalojen käyttötottumuksianne seuraavien väittämien perusteella. Ympyröikää mielestänne parhaiten kuvaava vaihtoehto. (1 = ei kuvaa lainkaan, 2 = kuvaa jonkin verran, 3 = ei kuvaa hyvin, eikä huonosti, 4 = kuvaa melko hyvin, 5 = kuvaa hyvin)

Vähintään yksi ulkovalo päällä myös päiväsaikaan	1	2	3	4	5
Kaikki ulkovalot palavat aina hämärällä ja pimeällä	1	2	3	4	5
Paloaika on säädetty hämärä-/kellokytkimellä	1	2	3	4	5
Vain osa valoista on jatkuvassa käytössä	1	2	3	4	5
Ulkovalot sammutetaan aina yöksi	1	2	3	4	5
Ulkovalot sytytetään vain ulkona liikuttaessa (liiketunnistin)	1	2	3	4	5

- 54 Käytättekö autossanne sisätila- tai moottorilämmitintä?

Kyllä

Ei

- 55 Jos vastasitte kyllä, niin montaako autoa lämmitetään? _____ kpl

- 56 Kuinka kauan keskimäärin lämmitys on päällä kerrallaan? _____ h/auto

57 Lisätietoja
