

Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011

Tutkimusraportti 26.2.2013

Johdanto	7
1.1 Tutkimuksen tausta.....	7
1.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	7
1.3 Tutkimusraportin rakenne ja tulosten hyödyntäminen.....	8
2 Menetelmät ja rajaukset.....	9
2.1 Menetelmän yleiskuvaus	9
2.2 Kotitalouksien sähkönkäyttö laiteryhmittäin.....	10
2.3 Asiakasviestinnässä käytettävät tulokset	11
3 Aineistot	13
3.1 Tausta-aineistot	13
3.2 Kyselyaineisto.....	14
4 Asuntojen sähkön loppukäyttö Suomessa.....	16
4.1 Taustamuuttujien merkitys ja niiden kehitys 1993- 2011.....	16
4.2 Laitesähkönkäytön kehitys vuodesta 1993 vuoteen 2011	18
4.3 Lämmityssähkön kehitys ajanjaksolla 2006-2011	20
4.4 Asuntojen sähkön loppukäyttö eri asuntotyypeissä.....	23
5 Esimerkkitaloudet.....	34
5.1 Kerrostaloesimerkit	34
5.2 Rivitaloesimerkit.....	37
5.3 Omakotitaloesimerkit	39
6 Kansainväliset vertailut	45
6.1 Energiankulutus ja lämmitystavat Pohjoismaissa.....	45
6.2 Lämmityskulutusten kehitys Pohjoismaissa	46
6.3 Laitteiden ominaiskulutus vertailu muihin Pohjoismaihin	47
7 Päätelmät.....	49
8 Yhteenveto tuloksista.....	51

Taulukko 1. Suomalaiset kotitaloudet asunnon tyyhin ja asukkaiden lukumäärän mukaan (esimerkkitaloudet on esitetty taulukossa tummennettuna).....	12
Taulukko 2. Aineiston asuntokuntien jakautuminen lääneittäin.....	14
Taulukko 3. Suomen kotitaloudet 1993, 2006 ja 2011	16
Taulukko 4. Asuntojen laitesähkön loppukäyttö 1993, 2006 ja 2011	19
Taulukko 5. Asuntojen lämmityssähkön loppukäyttö 2006 ja 2011.....	21
Taulukko 6. Tuki ja lisälämmitysmuodot vesikeskuslämmitteisissä omakotitaloissa 2011	22
Taulukko 7. Huonekohtaisen lämmityksen energialähde yhdistelmät omakotitaloissa 2011.....	22
Taulukko 8. Laite ja lämmityssähkön käytön muutos eri asuntotyypeissä 2006-2011.....	23
Taulukko 9. Kerrostalohuoneistojen sähkön loppukäyttö 2006 ja 2011	24
Taulukko 10. Rivitalohuoneistojen sähkönloppukäyttö 2006 ja 2011.....	26
Taulukko 11. Asuin- ja varastotilojen jakaantuminen rakennuksiin omakotitaloissa talon rakennusvuoden mukaan.	29
Taulukko 12. Omakoti- ja paritalojen sähkön loppukäyttö 2006 ja 2011.....	32
Taulukko 13. Lämmitysenergian lähteet sähkölämmitteisessä omakotitalossa	41
Taulukko 14. Kotitalouslaitteiden keskimääräisiä kulutuksia eri Pohjoismaissa.	48
Kuva 1. Aineistot ja niiden käsittely	9
Kuva 2. Asumisväljyys ja asuntokunnan keskikoko	17
Kuva 3. Valittujen laitteiden yleisyys suomalaisissa kotitalouksissa	17
Kuva 4. Sähkölämmitysten sähkönkäyttö pinta-alayksikköä kohden aineistossa	31
Kuva 5. Huonekohtaisen lämmityksen pinta-alalla jaettu sähkönkäyttö energialähde-yhdistelmän ja rakennusvuoden mukaan.	31
Kuva 6. Yhden asukkaan kerrostalohuoneisto tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011	35
Kuva 7. Kolmen asukkaan kerrostalohuoneisto tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011	36
Kuva 8. Yhden asukkaan kerrostalohuoneisto varustelutason vaikutus 2006 ja 2011	37
Kuva 9. Kaksi asukasta rivitalossa – tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011	38
Kuva 10. Kolme asukasta rivitalossa – tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011	38
Kuva 11. Neljä asukasta kaukolämpöomakotitalossa tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011	40
Kuva 12. Kaksi asukasta kaukolämpöomakotitalossa tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011	40
Kuva 13. Sähkölämmitteinen kahden asukkaan omakotitalo 2011	42
Kuva 14. Sähkölämmitteinen neljän asukkaan omakotitalo 2011	42
Kuva 15. Neljän asukkaan omakotitalo varustelutason vaikutus 2011	44
Kuva 16. Asumisen energiankäyttö Pohjoismaissa.....	46
Kuva 17.....	47

ALKUSANAT

Idea kotitalouksien sähkönkäyttötutkimusten metodista syntyi 1980-luvun lopulla. Kotitalouksien sähkönkäyttö 1993 oli ensimmäinen hanke, joka toteutettiin idean pohjalta. Sen tuloksia käytettiin pitkään. Päivityshanke käynnistyi vuonna 2006 ja valmistui vuonna 2008. Säännöllisten päivitysten tarve kävi ilmeiseksi ja uusi päivityshanke käynnistettiin 2011.

Tutkimushankkeen ovat rahoittaneet työ- ja elinkeinoministeriö, Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ja Energiateollisuus ry. Sähkøyhtiöt osallistuivat hankkeen rahoitukseen työpanoksellaan.

Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat: toimitusjohtaja Juhani Kalevi Adato Energia Oy, asiantuntija Riina Heinimäki Energiateollisuus ry, ylitarkastaja Bettina Lemström TEM, johtava asiantuntija Lea Gynther Motiva Oy ja viestintäpäällikkö Kirsi-Maaria Forssell Motiva Oy sekä projektipäällikkö Virve Rouhiainen Adato Energia Oy.

Projekti on toteutettu Adato Energia Oy:n ja sähkøyhtiöiden yhteistyönä. Adato Energian projektiryhmään kuuluivat: asiantuntija Virve Rouhiainen ja tutkimusavustajat Jani Mäkelä ja Antti Mattila. Projektiryhmä on saanut apua seuraavilta henkilöiltä Risto Heliö, Maarit Stenfors ja Jani Vitikka.

Hankkeeseen osallistuivat seuraavat yhtiöt: *Fortum Oyj*, *Helen sähköverkot*, *Lahti Energia*, *Pohjois-Karjalan Sähkö Oy* ja *Turku Energia*. Yhtiöiden kontaktihenkilöt ansaitsevat erityisen kiitoksen. Edelliseen selvitykseen osallistuneet yhtiöt on listassa kursivoitu.

Adato Energia vastasi projektin koordinoinnista, yhteistyöstä sähkøyhtiöiden kanssa ja nettikyselyn toteutuksesta ja analysoinnista.

Hankkeessa on hyödynnetty aikaisempia Kotitalouksien sähkönkäyttö tutkimuksia, joissa tehty työ on luonut hyvän pohjan tälle projektille.

Projektiryhmä haluaa kiittää kaikkia hankkeeseen eri tavalla osallistuneita.

Tiivistelmä

Tutkimuksen kaksi tavoitetta olivat suomalaisten kotien laiteryhmittäisen sähkönkäytön selvittäminen vuonna 2011 ja sähköyhtiöiden kuluttajaviestinnässä käyttämien esimerkkien ja viiteryhmien päivittäminen. Tulosten jaottelu muutettiin vastaamaan uutta asumisen energiatilastointia ja vuoden 2006 tulokset ja osin myös vuoden 1993 tulokset esitetään vastaavalla jaottelulla. Tilastokeskuksen käsittemuutoksen taustalla on energiatilastointia koskeva EU-direktiivi.

Laiteryhmittäisen kulutuksen arvioimiseksi kerättiin kyselyaineisto, johon osallistujien luvalla saatiin kulutustiedot sähköyhtiöltä. Kyselyaineisto mallinnettiin eri lähteistä kerätyn laitteiden kulutuksia koskevan tiedon ja aikaisemman mittaustiedon avulla. Saatua mallia testattiin tilastollisesti ja sen jälkeen aineisto painotettiin vastaamaan suomalaisia kotitalouksia ja painotetusta aineistosta laskettiin laiteryhmittäiset kulutukset ja muodostettiin esimerkkitaloudet.

Tulokset koskevat vakituisesti asuttujen asuntojen sähkönkäyttöä. Se on kasvanut lähes 2 TWh ajanjaksolla 2006-2011 ja kasvu on kokonaisuudessaan asuntojen lämmityksen liittyvää sähkönkäyttöä.

Uuden tilastointikäsitteistön mukainen lämmityksen, lämpimän veden ja ilmanvaihdon osuus asuntojen sähkönkäytöstä on noin 60 % ja tässä ryhmässä vuotuinen energiankulutuksen kasvu on ollut reilu 4 %. Perinteinen sähkölämmitys vie reilun puolet sähkön lämmityskulutuksesta. Perinteisen sähkölämmityksen ja lämpimän veden osuus sähkön lämmityskulutuksesta on noin 70 % ja asuntojen kokonaiskulutuksesta 42 %. Lämmityksessä on lievää laskua, veden lämmityksessä lähinnä maalämmön nopean yleistymisen takia jonkin verran nousua. Voimakasta kasvua sen sijaan on havaittavissa sähkön lämmityskäytössä muiden päälämmitystapojen rinnalla. Sähköisten lattialämmitysten ja ilmalämpöpumppujen sähkönkäyttö muiden lämmitystapojen rinnalla on enemmän kuin kaksinkertaistunut ajanjaksolla 2006-2011.

Lämpöpumput yleistyvät myös päälämmitystapana niin uudis- kuin korjausrakentamisessa, mikä kasvattaa sähkönkäyttöä, sillä korjausrakentamisessa maalämpöön siirrytään yleisimmin öljylämmityksestä. Maalämmöllä lämpiävien talojen neliötä kohden lasketun sähkönkäytön muita lämmitysmuotoja suurempi hajonta kuvanee eroja käytännön toteutusten toimivuudessa. Englannissa Energy Saving Trustin kenttämittauksissa tunnistettiin useita tilanteita, joissa maalämmön energiatehokkuus muodostui ennakoitua heikommaksi. Vaikka jo lämmitystarpeessakin on eroja, hajonnassa havaittu piirre viittaa siihen, että vastaavia tilanteita esiintyy myös Suomessa.

Perinteisen sähkölämmityksen lievän laskun taustalla on kaksi tekijää. Ensinnäkin n. 40 %:ssa huonekohtaisissa sähkölämmityksissä on ilmalämpöpumppu, mikä pienentää sähköenergian tarvetta. Toiseksi kolmessa neljästä huonekohtaisesta sähkölämmityksestä käytetään myös puuta lämmitykseen. Tehdyn mallinnuksen mukaan lämmitystapayhdistelmässä ilmalämpöpumppu, puu ja suora sähkö pääosa tilojen lämmitykseen käytetystä sähköstä on ilmalämpöpumppujen sähkönkäyttöä.

Kodin laitteiden ja valaistuksen sähkönkäyttö ei kokonaisuutena ole kasvanut, sillä valaistuksen ja televisioiden ja niiden lisälaitteiden valmiustilakulutusten lasku kattaa muiden laitteiden kulutuksen kasvun. Laiteryhmien sähkönkäytön laskun taustalla on eko-suunnitteludirektiivi.

Laitteista kulutukseltaan kolme suurinta ryhmää (v. 2011) olivat valaistus (8%), kodin elektroniikka (7%) ja kylmlaitteet (7 %). Kodin elektroniikkaan lasketaan televisiot ja tietokoneet lisälaitteineen. Suurin n. 40 % kulutuksen lasku ajanjaksolla 2006-2011 on tapahtunut valaistuksessa. Kodin elektroniikka -ryhmässä tietotekniikan kulutus on viidessä vuodessa kaksinkertaistunut, koska laitteet ovat yleistyneet voimakkaasti. Vuonna 2011 noin 85 % talouksista omisti laajakaistan ja vähintään yhden tietokoneen, kun vuonna 2006 näiden talouksien osuus oli noin 60 %. Samalla tietokoneiden käyttöaika on kasvanut. Laitekannassa tapahtunut tehostuminen – siirtyminen pöytäkoneista kannettaviin – ei riitä kumoamaan volyymikasvua.

Televisioiden lukumäärä ei juuri kasva. Vuosina 2007-2010 myytiin yhteensä yli 1 760 000 taulutelevisiota, joten pääosa laitekannasta uudistui. Uusissa laitteissa valmiustilakulutus on ekosuunnittelun mukaisesti alle 1 W ja useimmissa on sisäänrakennettu digiviritin. Televisioiden valmiustilakulutusten lasku on vaikutukseltaan selvästi suurempi kuin kulutusta kasvattavat tekijät esim. ruutukoon kasvu. Kokonaisuutena televisioiden ja niiden lisälaitteiden kulutus laski noin 30 % ajanjaksolla 2006-2011.

Auton lämmitykseen käytettävä sähkön määrä on myös selvässä kasvussa, koska lohkolämmittimen rinnalla käytetään yhä useammin sisätilalämmitintä. Samoin laitesähkön käyttöä kasvattaa myös edelleen yleistyvä astianpesukone. Sen yleistyminen tosin pienentää lämpimän veden käyttöä.

Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Energian käytön ja tuotannon tehostaminen on jo pitkään ollut merkittävä osa Suomen energia- ja ympäristöpolitiikkaa. Energiansäästön yhtenä tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Energiatohokkuus on myös keskeinen EU:n tavoite. Esimerkiksi energiapalveludirektiivi asettaa jäsenmaille yleisen indikaatiivisen säästötavoitteen 9 % yhdeksässä vuodessa direktiivin voimassaolojaksolla 2008–2016. Veloitteen täyttyminen tulisi olla todennettavissa.

Sähkönkäytön jakoa laitekohtaisiin loppukäyttöihin on alun perin käytetty pitkän aikavälin sähkönkysyntäennusteiden laatimisessa, joista niitä siirryttiin käyttämään erilaisissa energiatohokkuuden potentiaalia koskevissa arvioissa. Energiatohokkuuteen liittyvät politiikkatavoitteet ovat nyt luoneet tarpeen kehityksen seurannalle, kuten mm. uusi energiailastointia koskeva direktiivi osoittaa.

Energiatohokkuudella tarkoitetaan yleensä saman palvelun tuottamista pienemmällä energiamäärällä. Tiukasti määriteltynä energiatohokkuuden kehityksen seuraaminen on erittäin kallista, koska se edellyttää tarkkoja mittauksia. Toisaalta aikaisemmat kokemukset ovat osoittaneet, ettei laitteiden teknisten ominaisuuksien ja myyntitietojen pohjalta voida muodostaa kovin luotettavaa kuvaa sähkönkulutuksen laitekohtaisen jakauman ja energiatohokkuuden kehityksestä.

Kotitalouksien sähkönkäytön jakautumista on Suomessa selvitetty yhdistämällä kenttämittauksiin laaja kyselyaineisto, jota on täydennetty talouskohtaisella sähkönkäyttö tiedolla. Ensimmäinen vuotta 1993 koskevan selvityksen teki Suomen Sähkölaitosyhdistys. Toisen vuotta 2006 koskevan selvityksen teki Adato Energia Oy. Tämä on kolmas samalla lähestymistavalla tehty tutkimus.

Käytetyn lähestymistavan tavoitteena on systemaattisesti eri aineistoja yhdistämällä luoda riittävän luotettava kuva laitekohtaisen sähkönkäytön ja siihen liittyen energiatohokkuuden kehityksestä. Metodi antaa mahdollisuuden hyödyntää myös ulkomailla tehtyjä tutkimuksia ja arvioida niiden sopivuutta Suomeen. Kalliin kenttämittausosuuden toteuttaminen ei myöskään ole joka kerta tarpeen, vaan tilastollinen mallinnus voidaan tehdä aikaisemman mittaustiedon avulla. Tämä hanke on toteutettu ilman kenttämittauksia.

Tässä hankkeessa sähkölämmitykselle on tehty vastaavat analyysit kuin kodin laitteille. Lähestymistapa on laajennettu käsittämään asuntojen sähkön lämmityskäytön ja nämä tulokset on laskettu myös vuodelle 2006. Samalla on luotu lämmityksen esittämistä koskeva luokittelu. Siinä on otettu huomioon uudet tilastointimäärittelyt. Lisäksi luokittelut on tehty siten, että lämmitysenergiat jaetaan lämmitystavan mukaan asunnon sisä- ja ulkopuolella tapahtuvaan käyttöön.

Tilastoinnin lisäksi myös sähköyhtiöiden kotitalousasiakkaiden asiakasviestinnän tietotarpeet ovat kasvaneet. Energiapalvelulain mukaan sähkönmyyjän vuosittain toimittaman käyttöraportin on sisällettävä vertailutietoa ja nämä vertailutiedot kotitalousasiakkaille lasketaan tästä aineistosta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimukselle asetettiin vuoden 2006 hankkeen tulosten lisäksi tavoite laajentaa analyysi koskemaan sähkölämmitystä. Projektin tehtäväksi tuli tuottaa seuraavat tulokset:

1. Asuntojen valtakunnallisen sähkön kokonaiskulutuksen jakaminen eri laiteryhmillä sekä vastaava jako asuntotyyteittäin (kerrostalot, rivitalot, pari- ja omakotitalot) siten, että erityistä huomiota kiinnitetään laiteryhmiin ja laitteistoihin, jotka ovat voimakkaasti yleistyneet tai joiden energiatohokkuus on olennaisesti muuttunut tarkastelujaksolla. Näihin kuuluvat valaistus, viihdelaitteet, tietokoneet ja kosteiden tilojen lattialämmitykset.
2. Mallinnus ja analyysi laajennetaan sähkön lämmityskäyttöön, siten sähkölämmitysteisten asuntojen väliset erot huomioon otettava malli testataan. Mallinnuksessa otetaan huomioon asunnon koko, lämmönjakojärjestelmä (kuiva, vesikiertoinen), muut lämmitystavat (esim. puunkäyttö, lämpöpumppu), ilmanvaihto ja lämmitystarveluku sekä tuotetaan aineiston asettamissa rajoissa vertailutiedot vuodelta 2006.
3. Sähkölämmityksen tulokset raportoidaan vastaavasti kuin laitteiden kulutukset.

4. Asiakasviestintää varten luodut 8 esimerkkitalouden tiedot määritetään uudesta aineistosta samoin periaatemäärittelyin kuin vuoden 2006 raportissa. Lisäksi laaditaan sähkölämmittäjäesimerkit.
5. Aineistosta lasketaan myyjän palauteraportteja varten sähkökäytön prosenttipisteet niissä asiakasryhmissä ja sillä tavalla kuin on määritelty raportin Sähkönmyyjän raportti asiakkaan energiankäytöstä liitteessä 4 lukuun ottamatta vapaa-ajan asuntoja
6. Saatuja tuloksia arvioidaan vertaamalla niitä ulkomaisiin, erityisesti pohjoismaisiin tuloksiin.

1.3 Tutkimusraportin rakenne ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimusraportin pääpaino on tulosten esittämisessä. Tutkimusmenetelmät ja -aineisto kuvataan lyhyesti yleisellä tasolla.

Raportin rakenne on seuraava. Luvussa 2 kuvataan lyhyesti tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja luvussa 3 tutkimuksen aineisto. Luvussa 4 esitetään kotitaloussähkön jakaumat koko maan tasolla kokonaisuutena sekä jaottelulla kerrostalot, rivitalot ja pari- ja omakotitalot. Luvussa 5 esitetään määritetyt esimerkkitaloudet ja verrataan esimerkkitalouksissa tapahtunutta kehitystä vuosina 1993, 2006 ja 2011. Lisäksi verrataan erityyppisiä talouksia toisiinsa ja kuvataan uudet esimerkkitaloudet.

Koko maan tason luvut kuvaavat yleistä kehitystä ja ne sopivat mm. politiikkatoimenpiteiden suunnitteluun. Lisäksi niitä käytetään lähtökohtana säästöpotentiaalilaskelmissa. Esimerkkitalouksia käytetään energiatehokkuutta koskevassa viestinnässä. Niiden avulla havainnollistetaan myös eroja eri kotitalousryhmien välisissä trendeissä ja kotitalouksien välistä hajontaa.

Luvussa 6 verrataan saatuja tuloksia vastaaviin pohjoismaisiin tutkimuksiin. Osa vertailuista kansainvälisiin tutkimuksiin on esitetty asianomaisten tulosten yhteydessä. Luvussa 7 esitetään johtopäätökset ja luvussa 8 yhteenveto.

2 Menetelmät ja rajaukset

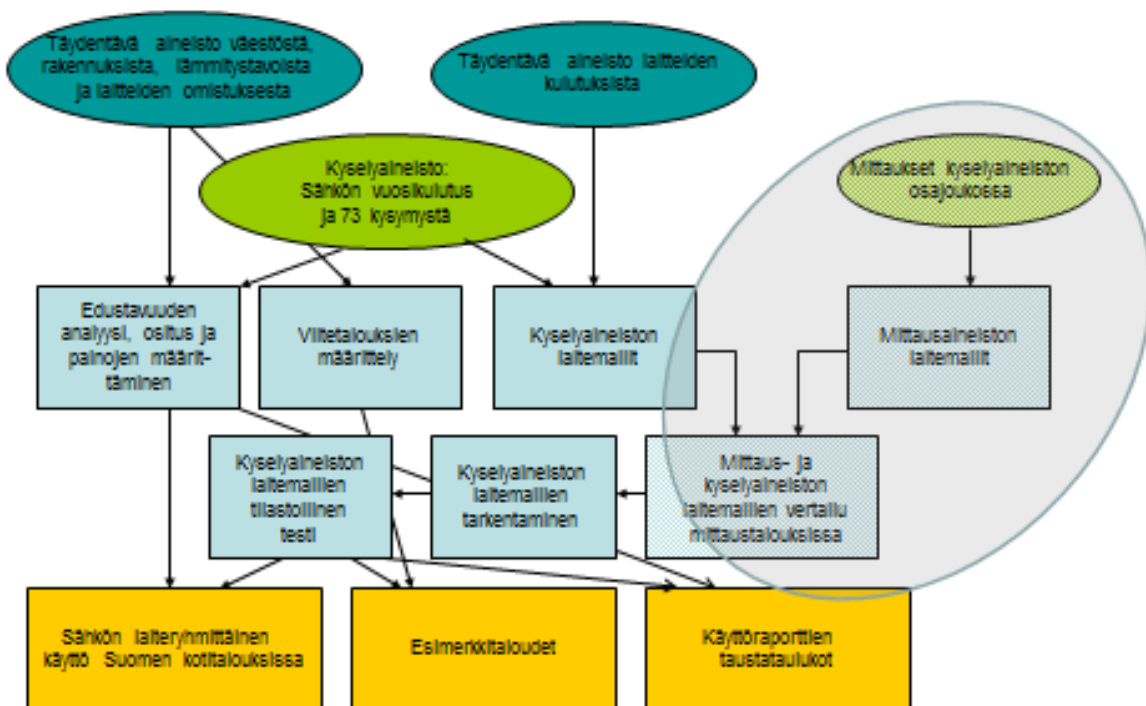
2.1 Menetelmän yleiskuvaus

Kuvassa 1 esitetään kotitalouksien sähkökäyttötutkimuksissa käytetyt aineistot ja niiden käsittelytapa. Soikiot kuvaavat aineistoja, jotka jaetaan kahteen perustyyppiin. Tausta- ja täydentävä aineisto kerätään kirjallisuudesta ja yleisistä tilastoista. Tähän luokkaan kuuluu myös muualta saatava analysoitava aineisto, kuten erilaista tietokannoista löytyvät mittaukset. Toinen aineistotyyppi on hankkeessa kerättävä kysely- ja mittausaineisto. Aineistoja kuvataan tarkemmin luvussa 3.

Kuvan 1 alin rivi kuvaa hankkeen tuloksia. Asumisen sähkönkulutuksen jakautuminen eri laitteille esitetään koko maan tasolla ja esimerkkitalouksien avulla. Ensimmäinen laatikko kuvaa koko maata tai vaihtoehtoisesti jotain aluetta koskevia tuloksia. Esitystapa palvelee mm. politiikkatavoitteiden ja toimenpiteiden määrittämistä. Toinen laatikko kuvaa esimerkkitalouksia. Tämä esitystapa palvelee asiakasviestintää ja sähkönkäytön neuvontaa. Myös kolmannen laatikon tuloksia käytetään asiakasviestinnässä. Tämä laatikko kuvaa asiakkaille toimitettaviin käyttöraportteihin sisältyviä vertailutietoja.

Hankkeen perustulokset ovat deskriptiivisiä. Tavoitteena on kuvata nykytilanne mahdollisimman hyvin. Tämä edellyttää aineistolta edustavuutta ja siksi aineiston analyysin kuvauksessa edustavuuden analyysi ja painotus esitetään erillisenä vaiheena. Kyselytutkimukset ovat harvoin sellaisenaan edustavia, vaan ne on lähes poikkeuksetta painotettava edustavien tulosten saamiseksi.

Kuva 1. Aineistot ja niiden käsittely



Edustavuuden arvioinnin lisäksi toinen analyysin keskeinen osa on laite- ja lämmitysmallien laatiminen kyselyaineistolle. Tämä tehdään talustasolla ja jokaiselle taloudelle lasketaan laitekohtaiset kulutukset yhdistämällä kyselytietoihin täydentävää tietoa.

Kotitalouksien sähkönkäyttö tutkimuksissa käytettävällä mallinnustavalla pyritään tuottamaan riittävän luotettavaa tietoa kohtuullisin kustannuksin. On kiistatonta, että laitekohtaisten kulutusten mittaaminen edustavassa otoksessa on paras tapa selvittää todellinen kulutus kentällä. Sellaisten mittauksien toteuttaminen käytännössä on kuitenkin sekä vaikeaa että kallista. Lähestymistavan perusidea on yhdistää eri tavoilla kerättyä aineistoa siten, että yleistäminen on mahdollista, mutta kustannukset pysyvät kohtuullisena.

Vuoden 2006 tutkimuksessa mittausosuus toteutettiin, mutta tässä hankkeessa toteutettiin vain kyselytutkimus. Jos hankkeessa kerätään mittausaineiston, näin luotuja malleja testataan mittausaineistoa vastaan. Tämä osuus näkyy kuvassa harmaalla pohjalla. Tehdyt laskennalliset arviot poimitaan kyselyaineistosta ja niitä verrataan vastaavien laitteiden mittaustuloksiin kyseisissä kotitalouksissa. Tämän jälkeen analysoidaan havaitut erot ja korjataan malleja tarvittavilta osilta. Mittauksien käyttöä mallien täsmäntämisessä kuvataan artikkelissa "Decomposing Electricity Use of Finnish Households to Appliance Categories" [Rouhiainen, 2009].

Mallinnusta on laajennettu koskemaan sähkön lämmityskäyttöä niin tilojen kuin vedenlämmitykseen. Lämmityskulutuksille tehdään muista lähteistä kerätyn tiedon perusteella kulutusarvio ja arvioiden onnistuminen testataan tilastollisesti.

Tilastollisella testaamisella on kaksi tavoitetta:

- Varmentaa, että monia yksinkertaistuksia sisältävä mallinnus tuottaa kuvauksen, joka sopii kerättyyn aineistoon riittävän hyvin.
- Hakea suuntaa sille, mitkä osat mallista tarvitsevat kehittämistä. Laajassa kokonaisuudessa on monta aluetta, joilta voidaan hankkia lisätietoa. Vapaan mallin estimoinnissa ykkösestä poikkeavat kertoimet indikoivat mallin kehitystarvetta.

Vuoden 2006 hankkeen kokemusten pohjalta keskeisiksi kehityskohteiksi tässä selvityksessä määriteltiin:

- yleistettävyyteen liittyvät tarkastelut, jotka koskevat asuntojen käyttöä ja lämmitystapaa,
- tarkemman tiedon kerääminen useiden energialähteiden käytöstä lämmityksessä,
- kodin elektroniikkaa koskevien kysymysten parantaminen saadun palautteen perusteella,
- autonlämmitystä koskevan kysymyksen asetteluun parantaminen ja
- ruoanlaiton osalta uusi kysymyksen asettelu edellisen hankkeen päiväkirja havaintojen pohjalta.

2.2 Kotitalouksien sähkönkäyttö laiteryhmittäin

Kokonaisjakauman muodostamiseksi laitteet luokitellaan, arvioidaan laitteiden lukumäärä ja laitteiden keskimääräinen kulutus. Laitteiden luokittelu, lukumäärän ja keskimääräisen kulutuksen arviointi voidaan periaatteessa tehdä useammalla tavalla. Lukumääräarviot voidaan perustaa myyntitilastoihin ja kulutusarviot testistandardien mukaan laboratorioissa mitattuihin kulutuksiin. Tehtyjen kenttämittausten mukaan testistandardien mukaiset kulutusarviot yliarvioivat kulutuksia, joten tällaisten tarkastelujen tulokset ovat suuntaa antavia [Överholm & alia, 2011].

Tässä tutkimuksessa laitteiden yleisyydet ja lukumäärät laskettiin kerätystä kyselyaineistosta. Aineiston analysoinnissa arvioitiin ja varmistettiin aineiston edustavuus. Lisäksi analysoitiin aineiston laatu. Laitteiden kulutusten laskennan pohjana käytettiin kerättyä taustatietoja, lähinnä aiemmin tehtyjä mittauksia ja myös laitteiden testikulutuksia. Tehty mallinnus testattiin tilastollisesti ja sitä täsmennettiin testin pohjalta.

Laiteryhmittely

Laiteryhmittely on yksi kokonaisjakauman muodostamisessa ratkaistavista määrittelykysymyksistä. Kotitalouksien sähkönkäyttö tutkimuksissa 1993 ja 2006 laitekohtaisen kulutuksen jako tehtiin samalla tavalla kuin silloisessa energiatilastossa. Tässä jaossa sähkölämmitykseksi luettiin sähkölämmitteisten asuntojen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden valmistukseen käytettävä sähkö. Muiden kuin sähkölämmitteisten asuntojen kaikki sähkönkäyttö luettiin kotitaloussähköksi. Tämän jaottelun mukaan kaukolämmitteisen omakotitalon sähköinen lattialämmitys on kotitaloussähköä ja sähkölämmitteisen omakotitalon lattialämmitys lämmityssähköä. Kyseinen jaottelu osoittautui kuitenkin hankalaksi, koska myös muissa kuin sähkölämmitteisissä asunnoissa oli lämmitysluonteista sähkönkäyttöä ja tämä osuus näytti olevan kasvussa.

Vuoteen 2009 saakka asumisen sähkönkäyttö jaettiin kotitaloussähköön, sähkölämmitykseen, kiinteistösähköön, loma-asuntojen sähköön ja maataloustuotantoon. Jaottelu perustui sähköyhtiöiden mittauslaskutuksiin ja asiakastietorekistereihin. Lämmitystapaa koskevan tiedon laatu rekistereissä heikkeni vähitellen ja 2000-luvun alusta jaottelua pidettiin yllä laskennallisesti.

Tilastokeskus uudisti asumisen energiankäytön tilastoinnin vuonna 2011 vastaamaan EU:n energiatilastodirektiiviä. Direktiivi edellyttää asumisen energiankäytön jakamista seuraaviin ryhmiin

1. lämmitys
2. lämminvesi
3. ruoanlaitto
4. valaistus ja
5. muut sähkölaitteet.

Hankkeen laiteryhmittäiset tulokset esitetään tämän jaottelun mukaisesti siten, että aikaisempien tutkimusten tulokset muunnetaan uuden jaottelun mukaiseksi. Ns. kotitaloussähkön osalta kyseessä on esitystavan muutos. Lämmitysluonteisten komponenttien osalta aikaisemman tiedon tarkkuus ei ole samalla tasolla.

Asunnot vai kotitaloudet

Yleistettäessä aineisto koko Suomen tasolle voidaan arvio tehdä joko kotitalouksien määrän tai asuntojen määrän pohjalta. Koska sähkömittari on asuntokohtainen, aineiston luontainen perusjoukko on asunnot. Osa asunnoista on aidosti tyhjiä ja osa on kakkos- tai vapaa-ajan asuntoja.

Kyselyssä selvitettiin asunnon käyttö. Vajaa pari prosenttia¹ vastauksista koski kakkos- tai vapaa-ajan asuntoja. Vastausmäärä on niin pieni, ettei sen pohjalta kannata lähteä arvioimaan kakkos- ja vapaa-ajan asuntojen sähkönkäyttöä ja yleistäminen päätettiin tehdä vakituisesti asutuille asunnoille. Tilastokeskuksen mukaan Suomessa oli vakituisesti asuttuja asuntoja vuoden 2011 lopussa 2 556 000.

2.3 Asiakasviestinnässä käytettävät tulokset

Kotitalouksien sähkönkäyttötutkimuksessa 1993 määriteltiin neljä esimerkkitaloutta käytettäväksi asiakasviestinnässä. Vuoden 2006 tutkimuksessa määrä nostettiin kahdeksaan ja tässä tutkimuksessa määriteltiin kaksi sähkölämmittäjä esimerkkiä.

Esimerkkitalouksien määrittely lähtee asiakasneuvonnan tarpeista. Asiakkaiden kysymykset koskevat useimmiten omaa sähkölaskua, joten esimerkkien tavoite on kuvata asiakkaan maksaman sähkölaskun suuruuteen vaikuttavat tekijät. Esimerkit eivät siis kuvaa koko asumisen energiankäyttöä erilaisissa talouksissa vaan erilaisten talouksien suoraan maksaman sähkölaskun suuruutta.

Esimerkkien ylätasoinen määrittely perustuu talouden asukasluokkaan ja asumismuotoon. Kerros- ja rivitaloissa osa asumisen sähkönkäytöstä maksetaan vastikkeessa, kun omakotitaloissa asukas maksaa kaiken energiankäytön suoraan. Asukasluku taas vaikuttaa sekä varustelutasoon että laitteiden käytön määrään. Varustelutaso ja laitteiden käyttö määritellään tietyin perusteiden aineistosta.

Taulukko 1 kuvaa suomalaisten kotitalouksien jakaumista asukasluvun ja asumismuodon mukaan. Esimerkkitaloudet on tummennettu taulukossa. Yhden ja kahden asukkaan taloudet edustavat reilua 70 % talouksien lukumäärästä ja noin puolta väestöstä. Kolmen ja neljän asukkaan taloudet edustavat vajaata puolta väestöstä ja reilua 25 % talouksien lukumäärästä. Esimerkit on valittu siten, että niiden avulla pystyy tarvittaessa muodostamaan esimerkkejä myös muille talousryhmille.

Vuonna 1993 luodut esimerkit kuvasivat tavanomaista varustelutasoa ja laitteiden käyttöä erilaisissa kotitalouksissa. Vuonna 2006 esimerkkien lukumäärään laajennettiin niin, että kuusi esimerkkiä kuvaa tavanomaista varustelutasoa ja laitteiden käyttöä ja kaksi esimerkkiä kuvaa varustelutason vaikutusta sähkönkäyttöön. Lämmitystarkastelun perusteella on nyt muodostettu esimerkit sähkölämmitteisille pientaloille.

¹ Perusjoukossa muita kuin vakituisesti asuttuja asuntoja on n. 280 000 eli noin 10 %. Aineistossa tämän ryhmän vastauskato on niin suuri, ettei sitä koskevia tarkasteluja ole mahdollista tehdä. Rajauksen takia tämä tilastoitu kakkos- ja vapaa-ajan asunnoista sekä tyhjiä asunnoista koostuvassa ryhmä ei ole tarkastelussa mukana.

Esimerkkitalouksia voidaan myös käyttää havainnollistamaan kehitystä. Tämä kuitenkin edellyttää, että esimerkkien määrittely on ajankohdasta toiseen sama. Edellä todettiin, että esimerkkitalouksien laitekanta ja laitteiden käyttö määritellään aineistosta tietyin perustein. Nämä ovat:

1. Laite kuuluu tavalliseen varustelutasoon, jos noin puolet esimerkkiryhmän talouksista omistaa kyseisen laitteen.
2. Laite kuuluu korkeaan varustetasoon, jos noin 10 % ryhmän talouksista omistaa laitteen.
3. Laitteiden käyttötapa ja kulutus on tavanomaiset eli laitteen käyttömäärä ja ominaisuudet vastaavat aineiston keskiarvoa.

Edellisessä tutkimuksessa haluttiin havainnollistaa kodin elektroniikan merkitystä ja osa esimerkeistä muodostettiin talouksille, joiden varustelutasoa luonnehdittiin korkeahkoksi. Nämä esimerkit on muutettu vastaamaan tavallista varustelutasoa, jotta vertailu olisi mahdollista.

Käytännössä esimerkkien muodostaminen vaatii laitteiden ryhmittelyä. Esimerkiksi jos 40 %:lla on jääkaappipakastin ja 30 %:lla on pakastin, pakastin kuuluu tavanomaiseen varustelutasoon. Kylmälaitteiden osalta ryhmittely on helppo, sen sijaan sähköisen lisälämmityksen kuvaaminen on tulkinnan varaisempaa. Esimerkiksi noin 20 %:lla öljylämmitteistä pientaloista on ilmalämpöpumppu ja 30 %:lla lattialämmitys sähkökaapelilla, mikä tarkoittaa, että noin puolella on käytössä lisälämmitystä sähköllä, vaikka yksittäistarkastelussa kumpikaan lisälämmityksistä ei ylitä 50 %:in rajaa.

Taulukko 1. Suomalaiset kotitaloudet asunnon tyyppin ja asukkaiden lukumäärän mukaan (esimerkkitaloudet on esitetty taulukossa tummennettuna)

Asukkaita	Pientalot	Rivitalot	Kerrostalot	Muut	Yhteensä
1	8 %	6 %	25 %	1 %	40 %
2	15 %	5 %	13 %	1 %	33 %
3	7 %	2 %	3 %	0 %	12 %
4	7 %	1 %	2 %	0 %	10 %
5+	4 %	0 %	1 %	0 %	6 %
Yhteensä	41 %	14 %	43 %	2 %	100 %

Esimerkkitaloudet vuonna 2011 ovat (x:llä on merkitty vuodesta 1993 alkaen määritellyt taloudet, y:llä tässä tutkimuksessa määritellyt uudet taloudet)

- Yhden asukkaan talous kerrostalo, tavallinen varustelutaso **(x)**
- Yhden asukkaan talous kerrostalo, korkea varustelutaso
- Kahden asukkaan talous rivitalo, tavallinen varustelutaso
- Kahden asukkaan talous omakotitalo, korkeahko (tavallinen) varustelutaso
- Kolmen asukkaan kerrostaloasunto, tavallinen varustelutaso **(x)**
- Kolmen asukkaan rivitaloasunto, korkeahko (tavallinen) varustelutaso
- Neljän asukkaan pientaloasunto, kaukolämpö, tavallinen varustelutaso **(x)**
- Neljän asukkaan pientaloasunto, kaukolämpö, korkea varustelutaso
- Kahden asukkaan pientalo, suora sähkölämmitys **(y)**
- Neljän asukkaan pientalo suora sähkölämmitys **(y)**

Luvussa 5 kuvataan määritellyt esimerkkitaloudet ja havainnollistetaan niiden avulla sekä kotitalouksien sähkönkäytön eroja että tapahtunutta kehitystä. Esimerkeistä käy ilmi, että yleiset trendit vaikuttavat eri tavalla erilaisissa talouksissa.

3 Aineistot

3.1 Tausta-aineistot

Tausta- ja täydentävä aineisto kerättiin kirjallisuudesta, yleisistä tilastoista ja tietokannoista. Tausta-aineistoon luettiin myös aikaisemmat Suomessa ja muualla tehdyt mittaukset.

Keskeinen osa tausta-aineistoa on Tilastokeskuksen Suomen asuntokantaa ja asuntokuntia koskeva tieto. Kotitalouksien jäsenten lukumäärästä, asunnon tyypistä ja päälämmitystavasta on käytettävissä suhteellisen tarkkaa alueellista tietoa, mikä on moniin muihin maihin verrattuna poikkeuksellista. Tätä tietoa hyödynnettiin niin otannan suunnittelussa, esimerkkitalouksien määrittelyssä kuin aineiston painotuksessa. Lisäksi aineiston painotuksessa hyödynnettiin myös alueittaisia tulotietoja ja väestön ikäjakaumatietoja.

Kotitalouksien ja asuntojen lukumäärä

Vuoden 2011 lopussa Suomessa oli noin 2 556 000 asuntokuntaa ja 2 836 000 asuntoa [Tilastokeskus, 2011]. Vailla vakinaisia asukkaita oli n. 280 000 asuntoa, mikä on noin 30 000 asuntoa enemmän kuin vuonna 2006. Tulokset laskettiin vakituisesti asuville asunnoille, jolloin lähtökohtana on asuntokuntien lukumäärä. Kyselyaineistossa on jonkin verran havaintoja kakkos- ja vapaa-ajan asunnoista – ne kuuluvat otantakehikkoon – mutta ei niin paljon, että niiden pohjalta olisi mahdollista tehdä kakkos- ja vapaa-ajan asuntoja koskevia tarkasteluja. Tämän takia tarkastelu rajattiin vakituisiin asuntoihin.

Asuntokuntien keskikoko ja asumisväljyys

Kuvasta 2 käy ilmi asuntojen keskikoon, asukasta kohden lasketun asuinpinta-alan ja asuntokuntien keskikoon kehitys. Vuonna 1993 asuntokunnan keskikoko oli 2,36 asukasta ja vuonna 2010 2,07 asukasta. Asumisväljyys on kasvanut selvästi. Asuntokuntien koon suhteen Suomi on yhtenäinen. Sen sijaan asumisväljyydessä ja asuntokannan rakenteessa on alueellisia eroja. Ahtaimmin Suomessa asutaan pääkaupunkiseudulla, jossa asuntokanta on kerrostalovaltaista. Isojen asutuskeskusten ulkopuolella taas asuntokanta on pientalovaltaista ja asumisväljyys suurempi.

Lämmitystavoista

Rakennuskantarekisteri sisältää tiedon rakennuksen päälämmitystavasta. Asumisen energiatilastoinnin kehittämisen yhteydessä selvitettiin tämän tiedon laatua. Tehdyissä tarkasteluissa selvisi, että rekisteristä saatua jakaumaa on syytä korjata. Esimerkiksi puulämmitteisistä rakennuksista on tyhjiillään suurempi osa kuin muista asunnoista. Myös osa lämmitystavan muutoksista jää kirjaamatta rekisteriin ja esimerkiksi öljylämmityksen osuus rekisterissä on liian suuri ja kaukolämmön liian pieni [Tilastokeskus, 2011].

Lämmitystapaa koskeva taustatieto on olennainen osa painotusta, koska suuri sähkönkäyttö lisää kotitalouden todennäköisyyttä vastata kyselyyn. Tämän takia lämmitystapa on otettava huomioon aineiston painotuksessa. Painotusta varten aineisto jälkiositetaan ja painot määrätään käyttäen asuntokuntien rakennetta koskevia rekisteritietoja. Näihin kuuluu myös lämmitystapaa koskevat rekisteritiedot. Lämmitystapatiedot löytyvät periaatteessa Väestörekisterikeskuksen ylläpitämästä väestötietojärjestelmästä, mutta lämmitystapamuutokset eivät aina päivity rekisteriin.

Lämmitystapajakaumaa koskevan tiedon parantamiseksi Tilastokeskus on liittänyt tulonjakotutkimukseen lämmitystapaa koskevia kysymyksiä.

Painotuksella korjataan vastauskadosta tunnistetut erot vastaamisalttiudessa. Tarkemmalla ennakkotiedolla voidaan parantaa painotuksen ja siten tulosten tarkkuutta. Laadukkaaseen ennakkotietoon perustutuva painotus antaa myös mahdollisuuden tunnistaa vakavat itsevalikoitumiseen liittyvät ongelmat², jotka voivat vinouttaa tuloksia. Näiden todennäköisyys on lämmitystä tutkittaessa selvästi suurempi kuin tutkittaessa laitesähkön käyttöä.

² Itsevalikoituminen (self selection) on ongelma silloin, kun tutkimukseen osallistujat poikkeavat jonkin tutkittavan ominaisuuden suhteen tutkimuksen kohdejoukosta. Esimerkiksi sellaiset taloudet, jotka tietävät sähkönkäyttönsä poikkeuksellisen suureksi, osallistuvat muita herkemmin kenttämittauksiin. Ongelma näkyy selvästi kahdessa 1980-luvulla tehdyssä suomalaisessa mittaustutkimuksessa [Sillanpää, 1984, Suomen Sähkölaitosyhdistys, 1992], joissa ilmalämmitystalouksien osuus osallistujista oli poikkeuksellisen suuri. Itsevalikoituminen mainitaan myös mahdollisena ongelmana Energy Saving Trustin [2012] lämpöpumppujen kenttämittauksessa Englannissa. Itsevalikoitumisen merkitys

Laitteita koskeva tieto

Laitteiden kulutusten laskennassa käytettiin Kotitalouksien sähkönkäyttö 2006-tutkimuksessa tehtyjä mittauksia. Lisäksi ominaiskulutuksista kerättiin testi- ja mittaustietoja eri lähteistä. Näistä keskeisimmät ovat ruotsalaisen Energimyndighetenin tekemät kenttä- ja laboratoriomittaukset ja laitteita koskevat markkinakatsaukset. Lämmitykseen liittyvää tietoa saatiin myös englantilaisen Energy Saving Trustin tekemistä kenttämittauksista.

3.2 Kyselyaineisto

Kyselyaineiston keruu

Kyselyaineisto keräämistä varten sähköyhtiöiden asiakasrekistereistä poimittiin otokset niistä asiakkaista, joiden sähköpostiosoite oli tiedossa ja asiakkaille lähetettiin kysely sähköpostiosoitteeseen. Kokonaisuutena aineiston keruu onnistui hyvin. Vastausprosentiksi tuli 34 %, mikä on tavanomaiseen markkinatutkimuksen vastausprosenttiin 25 % verrattuna hyvä.

Kyselyaineiston edustavuus

Taulukko 2 kuvaa aineiston asuntokuntien jakautumista eri puolille Suomea. Aineistoa on eri puolilta Suomea. Pienin aineisto-osuus on Lapista 33 havaintoa. Tämä riittää edustamaan Lappia yleistarkastelussa. Tavanomaisessa tuhannen havainnon otoksessa Lapin odotettu asuntokuntien lukumäärä olisi 33. Sen sijaan Lapista ei ole riittävästi asuntokuntia alueellisten tarkastelujen tekoon, mutta muissa lääneissä havaintoja on riittävästi.

Aineiston edustavuus tarkoittaa, että aineisto edustaa tutkittava joukkoa pienoiskoossa. Mukana pitää olla kaikenlaisia talouksia joka puolelta maata ja kaikenlaisista kunnista. Olennaista ei siis ole osallistuvien sähköyhtiöiden lukumäärä vaan se, että yhtiöiden asiakaskunnassa on erilaisia talouksia eri puolilta maata. Tutkimuksessa mukana olevilla yhtiöllä on asiakkaita niin maaseudulla kuin taajamissa ja niin pienissä kuin suurissa kaupungeissa. Aineiston keruun lähtökohta oli siis hyvä.

Taulukko 2. Aineiston asuntokuntien jakautuminen lääneittäin.

Lääni	Aineisto asuntokuntia	Osuus aineistosta	Asuntokuntia läänissä	Osuus maan asuntokunnista
Etelä-Suomen lääni	1 426	31 %	1 059 096	42 %
Länsi-Suomen lääni	2 112	45 %	892 077	35 %
Itä-Suomen lääni	641	14 %	276 864	11 %
Oulun lääni	454	10 %	212 538	8 %
Lapin lääni	33	1 %	86 757	3 %
	4 666		2 527 332	

Suuri aineisto ei myöskään sinällään takaa edustavuutta. Usein eri asiakasryhmien innokkuudessa vastata kyselyihin on eroja ja tämä vinouttaa aineistoa. Samoin kuin aikaisemmissa vastaavissa tutkimuksissa tässäkin tutkimuksessa havaittiin eroja vastausalttiudessa. Suuri sähkönkulutus lisää vastaamisen todennäköisyyttä. Sähkölämmittäjät ovat aiemmissa tutkimuksissa vastanneet muita pientaloissa asuvia todennäköisemmin. Nyt tähän ryhmään liittyivät maa- ja ilma-vesilämpöpumpuilla lämmittävät taloukset. Pientaloissa asuvien vastaamisalttius on myös korkeampi kuin kerrostaloissa asuvien, joten aineistossa on yliedustus sähkölämmittäjiä, pientaloja ja lapsiperheitä.

Edustavuuteen vaikuttaa myös otoksen rajaaminen sähköpostiosoitteensa ilmoittaneisiin. Hankkeessa oli varauduttu täydentämään aineistoa erillisellä postikyselyllä, jos edustavuusanalyysit olisivat viitanneet suuriin ongelmiin aineiston edustavuudessa. Tämä ei kuitenkaan osoittautunut tarpeelliseksi. Aineistossa oli riittävästi eri väestöryhmiä edustavia talouksia, jotta siitä painottamalla saatiin edustava.

Sähköpostikyselyn toimivuus on sidoksissa netin ja tietokoneen käytön yleisyyteen. Suomen virallisen tilaston mukaan tietokone oli keväällä 2011 jo 85 %:ssa ja internet-yhteys 84 %:ssa suomalaisista kotitalouksista. Nopeimmin netin käyttö yleistyi ikäryhmässä 65-74-vuotiaat [SVT, 2012].

riippuu tutkimusongelmasta ja sen korjaamiseen on keinoja. Valikoituneesta aineistosta ei kuitenkaan voi tehdä suoria yleistyksiä.

Tulosten perusteella on ilmeistä, että aineiston keruutapa nostaa tietotekniikan kulutusosuuden jonkin verran todellista suuremmaksi. Kun kannettavan tietokoneen keskikulutus on noin 70 kWh eli vajaa 1 % sähkön asuntokohtaisesta keskikulutuksesta, tästä aiheutuva epätarkkuus on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin se, mikä aiheutuu lämmitystavan synnyttämistä eroista vastaamisalttiudessa. Sähkölämmitteisen talouden sähkönkäyttö on nimittäin kaksinkertainen asuntokohtaiseen keskikulutukseen verrattuna.

Kyselyaineiston laatu

Tutkimusaineiston laatuun vaikuttaa monta tekijää. Kyselylomakkeen tulisi olla helppo vastata ja vaihtoehtojen selkeitä. Lomakkeen laadinnassa hyödynnettiin kokemuksia aikaisemmista tutkimuksista.

Vastausten luotettavuutta voidaan tarkastella kolmesta näkökulmasta. Ensinnäkin on arvioitava, tietääkö tai osaako kotitalous arvioida vastauksen kysytyyn asiaan. Toiseksi on arvioitava, onko kotitaloudella jokin syy olla vastaamatta tai vastata tietoisesti väärin. Kolmanneksi voidaan tarkastella aineistosta havaittujen riippuvuuksien järjestyttä ja tehdyn mallinnuksen toimivuutta.

Sähkökäyttöön sinänsä ei liity sellaisia arvolatauksia, jotka aiheuttaisivat tarvetta kaunisteluun. Laitteiden käyttöä koskevat kysymykset ovat kotitalouden arkipäivää ja taloudet pääsääntöisesti tietävät tai osaavat arvioida vastauksen. Poikkeuksena ovat kerrostaloasukkaat, jotka eivät välttämättä ole missään tekemisissä lämmitysjärjestelmän kanssa. Tässä ryhmässä oli jonkin verran arvauksilta vaikuttavia lämmitystä koskevia vastauksia. Lisäksi lämmityskysymyksissä en tiedä vastausten osuus oli kerrostaloissa poikkeuksellisen suuri.

Kyselylomakkeen rakenne uudistettiin. Kerros- ja rivitaloille sekä omakoti- ja paritaloille laadittiin kummallekin oma lomake, koska omakotitaloille suunnattava kysely oli huomattavasti laajempi kuin kerrostaloille. Lisäksi omakotitalojen kysymykset eriytettiin sen mukaan, millainen lämmitystapa (keskuslämmitys/huonekohtainen lämmitys) talossa oli. Kyselyn uudistamisella saatiin tavoiteltua lisätietoa ja kerätyn tiedon avulla pystyttiin rakentamaan sähkön lämmityskäytön vaihtelua kuvaava malli.

Kysymysten asetelussa on kuitenkin parannettavaa. Esimerkiksi ilmalämpöpumppujen yleisyyttä huonekohtaisessa lämmityksessä kysyttiin kahdella eri tavalla ja tuloksia verrattaessa havaittiin selvä ero. Ihmiset tulkitsevat kysymykset eri tavoilla ja yksi kyselytutkimuksen haasteista onkin kysymysten laatiminen niin, että ne mahdollisimman hyvin mittaavat kysyttyä asiaa. Lämmityksessä käytetty ammattiterminologia on usein kuluttajille vierasta. Vastausvaihtoehtojen havainnollistaminen esimerkiksi piirroksin todennäköisesti parantaisi aineiston laatua.

Kokonaisuutena kyselylomakkeeseen tehdyt muutokset osoittautuivat toimiviksi. Esimerkiksi ruoanlaiton ja autonlämmityksen mallinnus parani selvästi. Kyselylomake on nykyisellään kuitenkin niin laaja, ettei sitä enää voi laajentaa aineiston laadun kärsimättä.

4 Asuntojen sähkön loppukäyttö Suomessa

4.1 Taustamuuttujien merkitys ja niiden kehitys 1993- 2011

Sähkönkäytön jakoa laiteryhmiin on alun perin käytetty pitkän aikavälin sähkönkysyntäennusteiden laatimisessa. Tulevaisuuden ennakkoinnissa kehitys jaetaan volyymin kasvuun ja laitteiden ominaiskulutusten kehitykseen. Yksinkertaistaen voidaan ajatella, että volyymin kasvu johtuu väestön ja tulojen kasvusta ja ominaiskulutuksen kehitys teknisestä kehityksestä.

Väestön sijasta tarkastelussa käytetään asuntokuntien lukumäärää. Väestön kasvu näkyy asuntokuntien lukumäärän kasvuna, mutta myös asuntokuntien koon kehittyminen vaikuttaa niiden lukumäärän muutoksiin. Taulukko 3 kuvaa kotitalouksien lukumäärää ja keskikokoa tarkasteluvuosina eri asuntotyypeissä. Kuva 3 kertoo laitteiden yleistyisestä. Yksi yleisyysluku ei kuitenkaan kerro kaikkea. Tiedot kodinkoneet, esimerkiksi astianpesukone, ovat selvästi yleisempiä perheissä kuin yhden asukkaan talouksissa. Tästä seuraa, että laitteen keskimääräinen käyttö muuttuu, kun laitteet yleistyvät pienemmissä kotitalouksissa³.

Laitteen ominaiskulutus määritellään yleensä suoritetta kohden esimerkiksi lämmitysenergiana per neliö tai kilowattituntia per pesukerta. Yksittäisen laitteen kulutukseen vaikuttaa siten sen ominaiskulutus ja tuotettu suoritemäärä. Laitteen keskimääräinen kulutus riippuu siis muistakin tekijöistä kuin laitteen ominaiskulutuksesta. Kyselyn tavoitteena onkin juuri näihin suoritteisiin liittyvän vaihtelun mittaaminen ja huomioon ottaminen keskimääräisten kulutusten laskennassa.

Suoritevolyymin kasvua aiheuttavat tekijät ovat siis:

1. asuntokuntien (kotitalouksien) lukumäärän kasvu,
2. sähkölaitteiden lukumäärän kasvu (kuva 3), ja
3. käyttömäärän muutokset kuten asumisväljyyden kasvun synnyttämä lämmitystarve (kuva 2) ja yleisen kehityksen tuomat muutokset kuten tietokoneiden käyttömäärän lisääntyminen ja valmisruokien käytön kasvu.

Suoritevolyymi oletetaan usein riippumattomaksi teknisestä kehityksestä, mikä on toisinaan perusteltua. Kuitenkin niissä tilanteissa, kun tekniikka merkittävästi muuttaa kustannusrakenteita, on perusteltua kiinnittää huomiota myös hinta- ja tulovaikutuksiin. Esimerkiksi lämpöpumput laskevat lämmön hintaa. Tällöin niitä käytetään korvaamaan kalliimpia ja/tai vaivalloisempia energiamuotoja. Toisaalta lämmityksen hinnan lasku voi lisätä lämmittyä pinta-alaa. Lisäksi osa lämmityksestä säästyneistä euroista osa saatetaan käyttää jäähdytykseen kesällä. Näistä vaikutuksista on lämpöpumppujen osalta näyttöä mm. Tanskasta [Christesen & alia, 2011].

Sähkö on vain yksi asuntojen lämmityksessä käytettävistä energialähteistä. Sen osuus vuonna 2010 oli vajaa neljännes asumisen lämmityksestä [Suomen virallinen tilasto, 2012]. Lämpöpumput parantavat sähkön kilpailukykyä lämmitysmarkkinoilla, jolloin lämpöpumput korvaavat myös muita lämmitysmuotoja kuin sähköä, jolloin sähkönkäyttö lämmitykseen voi myös kasvaa. Näin näyttää käyneen.

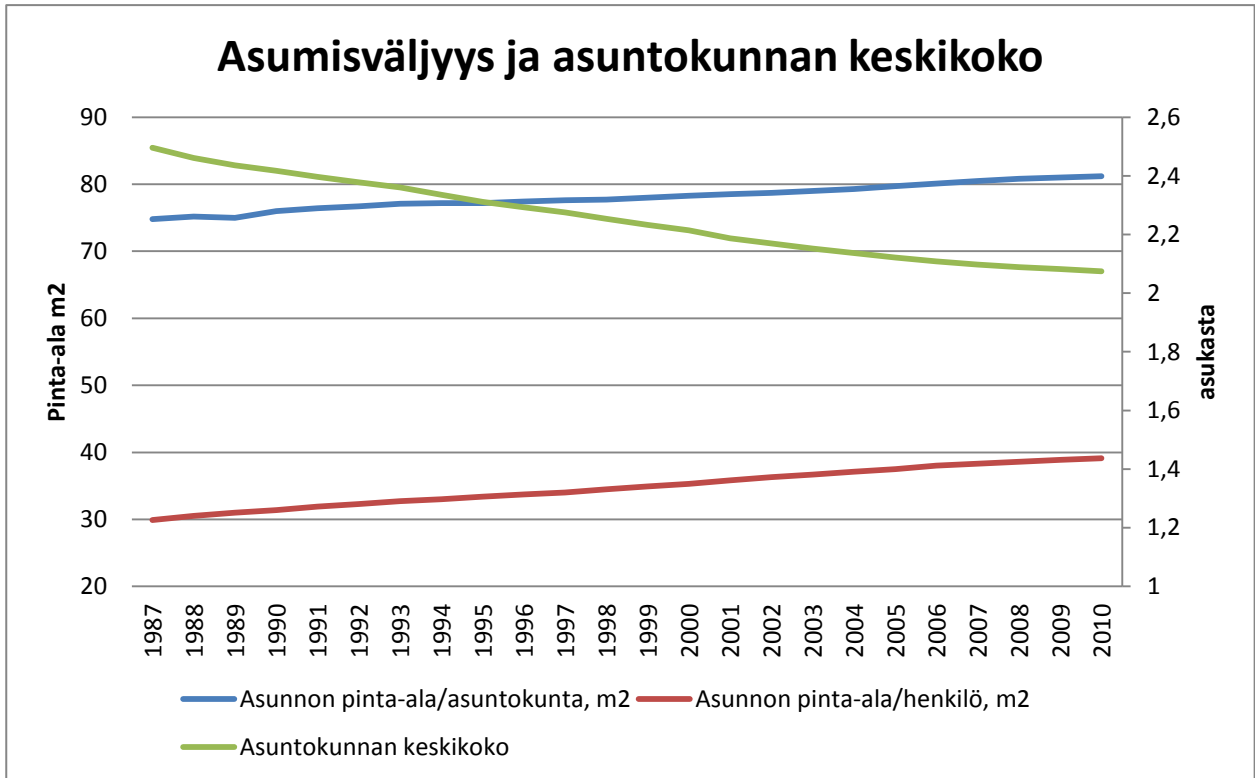
Taulukko 3. Suomen kotitaloudet 1993, 2006 ja 2011

Vuosi	Kotitalouden keskikoko			Talouksien lukumäärä (kpl)			
	Omakoti- ja paritalot	Rivitalot	Kerrostalot	Omakoti- ja paritalot	Rivitalot	Kerrostalot	Yhteensä
1993	2,88	2,37	1,85	887 700	280 783	890 116	2 119 691
2006	2,65	2,04	1,63	996 263	340 979	1 065 423	2 453 826
2011	2,59	1,98	1,61	1 035 524	354 092	1 119 154	2 556 068

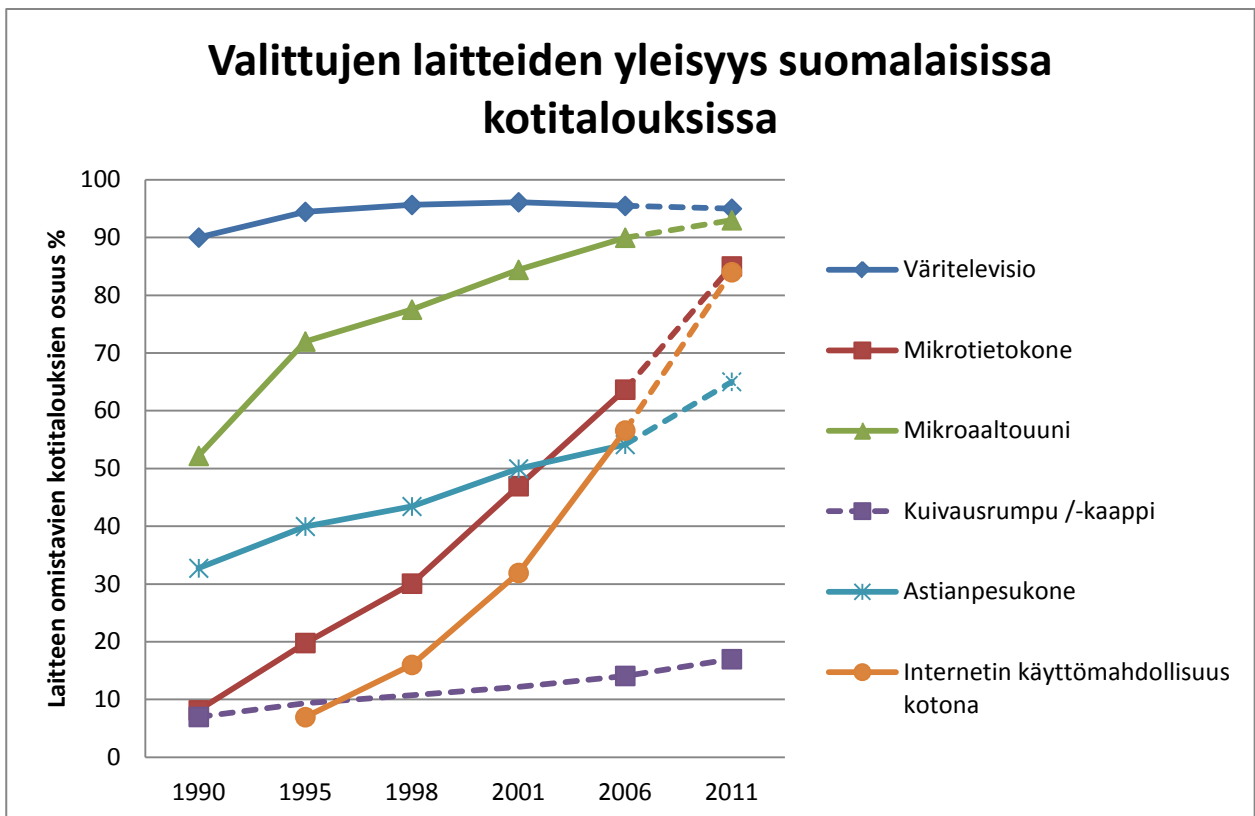
Lähde: Tilastokeskus. Asunto-olot. Tilastotietokannat.

³ Laitteiden hankintaan vaikuttavat tekijät on mahdollista mallintaa ja tätä kautta tarkentaa arviota kulutuskehityksestä. Tähän käytetään logit- ja probit-malleja. Systematiikan syvempi mallintaminen olisi todennäköisesti hyödyllisintä lämmityksessä, vaikka useiden muidenkin laitteiden hankinnassa on havaittavissa systematiikkaa.

Kuva 2. Asumisväljiys ja asuntokunnan keskikoko



Kuva 3. Valittujen laitteiden yleisyys suomalaisissa kotitalouksissa



4.2 Laitesähkökäytön kehitys vuodesta 1993 vuoteen 2011

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty asuntojen sähkön loppukäyttö. Tulokset koskevat vakituisesti asuttuja asuntoja eivätkä ne sisällä kiinteistöjen, vapaa-ajan asuntojen eivätkä kakkosasuntojen sähkökäyttöä. Sisältö ei siis ole täysin sama kuin Tilastokeskuksen energiatilaston taulun 8.1. asumisen energiankulutus, vaikka luokittelukäsitteet ovat samat.

Taulukossa 4 tarkastellaan kokonaisuutta ruoanlaitto, kodin sähkölaitteet ja valaistus. Tämän ryhmän kulutus asuntojen sähkökäytöstä oli vuonna 2011 41 %. Vuonna 2006 osuus oli korkeampi 46 %.

Ryhmän sisällä eniten sähköä vie valaistus, jonka osuus asuntojen sähkökäytöstä on enää 8 % aiemman 14 % sijasta. Toisen ja kolmas sijaa menee kylmälaitteille ja kodin elektroniikalle, joiden kummankin osuus kulutuksesta on n. 7 %. Kylmälaitteiden osuus on pienentynyt 8 %:sta 7 %:iin ja kodin elektroniikan osuus on pysynyt ennallaan 7 %:ssa. Laiteryhmän sisällä tietokoneet lisälaitteineen vievät nyt enemmän sähköä kuin televisiot lisälaitteineen.

Televisioiden sähkökäyttö pieneni vuosien 2006 ja 2011 välillä 32 %:lla, koska pääosa laitekannasta uudistui tarkastelujaksolla. Vuosina 2007-2010 myytiin yli 1 760 000 LCD-televisiota [KOTEK, 2007, 2008, 2009, 2010]. Televisioiden myynti korvaa pääasiassa vanhaa laitekantaa, koska televisio on jo pitkään ollut lähes jokaisessa taloudessa. Osassa talouksista on useampia laitteita, jolloin laitteiden kokonaisyleistys on 127 %. Uusien laitteiden valmiustilakulutus on (pääosin) ekosuunnitteluasetuksen mukaisesti alle 1 W ja useimmissa on sisäänrakennettu digiviritin. Televisioiden ruutukoon kasvu lisää kulutusta, mutta valmiustilakulutusten lasku on kääntänyt laiteryhmän kokonaiskulutuksen laskuun.

Laitteista ainoastaan tietotekniikan sähkökäyttö on kasvanut nopeasti. Se on viidessä vuodessa kaksinkertaistunut, koska laitteet ovat yleistyneet nopeasti. Ajanjaksolla 2006-2011 tietokoneiden lukumäärä on kasvanut 29 %:lla ja yhä harvempi talous on ilman tietokonetta ja laajakaista yhteyttä. Vuonna 2011 tällaisia talouksia oli enää 15 % kun vuonna 2006 niitä oli vielä 40 %. Pöytäkoneista on enenevässä määrin siirrytty kannettaviin ja samalla kannettavien tietokoneiden käyttöajat ovat kasvaneet. Kannettavaan hankitaan myös yhä useammin erillinen näyttö. Näitä on tällä hetkellä 12 % talouksista.

Valaistuksen sähkökäyttö on suunnilleen puolittunut vuodesta 2006. Valaistuksen mallinnusta on tarkennettu ja siinä on otettu huomioon asunnossa vietetty aika, asunnon koko, valaistuksen käyttötapa ja energiansäästö lamppujen käyttö eniten käytetyissä valaisimissa. Suuri osa vastanneista toteaa, että eniten käytetyissä valaisimissa on energiansäästölamppu. Yleisintä niiden käyttö on omakoti- ja paritaloissa. Kerros- ja rivitaloissa käyttö on jonkin verran pienempää. Energiansäästölamppuihin siirtymisen merkitys näkyi selvästi vuoden 2007 kenttämittauksissa, joissa todettiin joissakin talouksissa todella pieniä valaistuskulutuksia. Nyt siirtyminen energiansäästölamppuihin näkyy myös kokonaiskulutuksessa.

Ruoanlaiton kulutuksessa on lievä laskeva trendi, jota selittää ensisijassa kotona alusta asti valmistetun ruoan määrän väheneminen. Trendiä vahvistaa mikroaaltouunin käyttö ruoanlämmityksessä. Energiatohokkaat induktioliedet yleistyvät vähitellen, mutta niiden yleistymisen näyttää olevan enemmän sidoksissa kotitalouden tulotasoon kuin ruoanlaiton määrään.

Pyykin pesussa ja kuivauksessa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Kuivauslaitteet ovat yleistyneet hitaasti. Pyykinpesukone kannan uudistuminen ja vastaava energiatohokkuuden paraneminen näkyy lievänä kulutuksen laskuna.

Astianpesukone on edelleen yleistynyt ja samalla laiteryhmän kulutus on kasvanut.

Autonlämmityksen kulutuksessa on kasvua, mikä on seurausta auton sisätalälämmittimen kasvaneesta käytöstä. Taulukoiden luvut eivät ole sellaisenaan vertailukelpoisia, koska autonlämmityksen käyttö vaihtelee selvästi vuodesta toiseen eikä lukuja ole lämpötilakorjattu. Vuosi 2006 oli kylmempi kuin vuosi 2011.

Vuotta 2006 koskevassa raportoinnissa ryhmää muu muodostui varsin suureksi. Osa tästä kulutuksesta on nyt siirretty asianmukaisesti ryhmiin, silti muu kulutus on edelleen melko suuri. Tähän ryhmään

kuuluvat yleiset kulutukseltaan pienet laitteet kuten hiustenkuivaajat ja pölynimurit sekä harvinaiset kulutukseltaan suuret laitteet kuten vesisängyt ja isot akvaariot ja terraariot.

Taulukko 4. Asuntojen laitesähkön loppukäyttö 1993, 2006 ja 2011

	1993		2006		2011	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Ruoanlaitto						
Liesi ja muu ruoanvalmistus	796	6 %	653	4 %	632	3 %
Kodin sähkölaitteet						
Astianpesukone	125	1 %	261	1 %	367	2 %
Pyykinpesu ja kuivaus	316	2 %	391	2 %	373	2 %
Kylmälaitteet	2 215	15 %	1461	8 %	1410	7 %
Televisio ja lisälaitteet	537	4 %	834	5 %	564	3 %
Tietokone ja lisälaitteet	(-)		407	2 %	848	4 %
Autonlämmitys	226	2 %	215	1 %	571	3 %
Muu	623	4 %	1468	8 %	1649	9 %
Valaistus						
Sisävalaistus	1 541	11 %	2427	14 %	1230	6 %
Ulkovalaistus	(-)		85	0 %	290	2 %
Yhteensä	6 379	44 %	8201	46 %	7935	41 %

4.3 Lämmityssähkön kehitys ajanjaksolla 2006-2011

Sähkön loppukäytön jaottelu laitesähköön ja lämmityssähköön on määrittelykysymys. Jako on alun perin tehty päälämmitystavan mukaan, mutta jako ei enää ole tarkoituksen mukainen. Ensinnäkin sähkön käyttö toissijaisena lämmitysmuotona on kasvanut merkittävästi, jolloin on luontevaa tarkastella lämmitysenergian kehitystä yhtenä kokonaisuutena. Toiseksi kansainvälisten vertailujen korostuessa on hyvä selvittää myös tilastoinnissa käytettyjen määrittelyjen sisältö. Esimerkiksi tanskalaiset lukevat taulukon 5 loppukäytöt lämmitykseen [Fjordbak & Rouhiainen 2008 s. 38].

Taulukossa 5 esitetään asuntojen lämmitysluonteinen loppukäyttö. Luvut vuodelta 1993 esitetään niiltä osin, kun ne ovat saatavissa. Vuoden 2006 aineiston analyysiä on näiltä osin täydennetty. On kuitenkin syytä huomata, että kyselylomakkeen puutteiden takia vuoden 2006 aineistoa ei ole ollut mahdollista analysoida samalla tarkkuustasolla kuin vuoden 2011 aineiston analyysi on tehty. Kyselylomaketta ja aineiston analyysiä tarkennettiin juuri vuoden 2006 aineistossa havaittujen systemaattisten erojen takia. Uudistetun tarkastelun tavoitteena oli selvittää, miksi öljy- ja puulämmitteisten omakotitalojen sähkönkäytön keskiarvo on selvästi suurempi kuin kaukolämpöalojen.

Vuoden 2011 kyselyyn lisättiin joukko sähkön lämmityskäyttöön liittyviä kysymyksiä. Lisäksi omakotitalojen kysymykset eriytettiin sen mukaan, millainen lämmitystapa (keskuslämmitys /huonekohtainen lämmitys) talossa on. Tähän liittyvät tulokset on keskuslämmitysten osalta esitetty taulukossa 6 ja huonekohtaisten lämmitysten osalta taulukossa 7. Ilmalämpöpumppujen osuutta huonekohtaisessa lämmityksessä selvitettiin kahdella tavalla. Taulukon ensimmäinen rivi perustuu huonekohtaisen lämmityksen kysymykseen 24 ja taulukon toinen rivi kysymysten 24 ja 26 yhdistelmään. Tulokset on laskettu kysymysten yhdistämisen pohjalta, koska tämä vaikutti luotettavammalta ratkaisulta. Kyselylomakkeet ovat liitteessä 1.

Taulukossa 5 tarkastellaan lämmityssähkön käyttöä. On hyvä huomata, että lämmitykseen luetaan tässä myös sähkökiukaiden ja lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien sähkönkäyttö. Lisäksi siihen kuuluu veden lämmitys ja kaikki huoneilojen lämmitykseen käytetty sähkö. Autonlämmitys sen sijaan kuuluu laitesähköön.

Sähkönlämmityskäyttö esitetään lämmitysmuodoittain. Pääryhmät ovat muut kuin sähkölämmitteiset asunnot, vesikiertoiset lämpöpumppulämmitykset ja perinteinen sähkölämmitys. Lisäksi lisärakennusten ja ulkotilojen lämmitys esitetään erikseen.

Muissa kuin sähkölämmitteisissä asunnoissa sähköä käytetään lisä- ja tukilämmityksessä. Tähän ryhmään kuuluvat kaikki keskuslämmitteiset kerros- ja rivitaloasunnot ja omakoti- ja paritaloasunnoista keskuslämmitykset, joissa lämmönlähde on kaukolämpö, öljy tai puu tai pelletti. Sen lisäksi ryhmään on luettu taulukosta 7 huonekohtaiset lämmitykset (8 %), jossa lämmönlähteeksi on ilmoitettu joko vain puu tai pelletti tai muu. Viimeksi mainittu käsittää erilaiset muut lämmönlähteyhdistelmät.

Sähkön käyttö tuki- ja lisälämmityksessä on jaoteltu kolmeen ryhmään lattialämmitykseen sähkökaapelilla, lämpöpumppuihin ja muuhun lisälämmitykseen sähköllä. Lisälämmityksistä suurin on lattialämmitykset, jossa vuotuinen kulutuksen kasvu on 25 % jaksolla 2006-2011. Lämpöpumput ovat pääasiassa ilmalämpöpumppuja, joiden vuotuinen kulutuksen kasvu on 37 % jaksolla 2006-2011. Kuten taulukosta 6 käy ilmi ilmalämpöpumppuja oli vuonna 2011 jo 22 %:ssa öljylämmitetyistä asunnoista. Muu lisälämmityssähköllä käsittää erilaiset sähköpatterit ja vastaavat. Keskuslämmitteisissä asunnoissa näiden käyttö on vähäistä paitsi tilanteissa, joissa osassa asuntoa on huonekohtainen lämmitys. Kulutuslukujen perusteella vaikuttaa myös siltä, että kuivissa uuni- ja vastaavissa lämmityksissä sähköä käytetään lisälämmitykseen, vaikka asukas ei ole ilmoittanut sähköä lämmönlähteenä.

Vesikiertoisiin lämpöpumppuihin luetaan maalämpöpumput, ilma-vesilämpöpumput ja osa poistoilmalämpöpumpuista. Valtaosa tästä ryhmästä on maalämpöpumppuja, jotka yleistyvät tällä hetkellä todella nopeasti. Maalämmön osuus pientalojen lämmityksestä on lähes 6 % [Grönfors 2012]. Ryhmä muut lisälämmitykset annetaan yhtenä kokonaisuutena ja siinä ovat mukana lattialämmitykset, ilmalämpöpumput ja erilliset sähköpatterit ja vastaavat.

Perinteiseen sähkölämmitykseen luetaan huonekohtaiset sähkölämmitykset ja vesikiertoiset järjestelmät, joiden vesikatilla on sähkövastus.

Taulukko 5. Asuntojen lämmityssähkön loppukäyttö 2006 ja 2011

	1993		2006		2011	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Asunnon lämmitykseen liittyvä kulutus						
Sähkökuuas	606	4 %	852	5 %	948	5 %
LVI-laitteet	483	3 %	621	4 %	861	4 %
Veden lämmitys						
Huonekohtainen	(-)		1242	7 %	1307	7 %
Keskuslämmitys	(-)		250	1 %	520	3 %
Asuintilojen lisälämmitys sähköllä, muut kuin sähkölämmitteiset asunnot						
Lattialämmitykset (sähkökaapeli)	0		206	1 %	464	2 %
Lämpöpumput	0		50	0 %	142	1 %
Muu asuintilojen lisälämmitys sähköllä	(-)		60	0 %	122	1 %
Sähkölämmitys: Vesikiertoiset lämpöpumput						
Lämmitys maalämpö			125	1 %	287	1 %
Lämmitys muu vesikiertoinen lämpöpumppu			60	0 %	79	0 %
Asuintilojen lisälämmitykset sähköllä			20	0 %	29	0 %
Sähkölämmitys: Perinteinen sähkölämmitys						
Huonekohtainen			4823	27 %	4562	24 %
Vesikeskus, vastus			550	3 %	681	4 %
Asuintilojen lisälämmitykset sähköllä			400	2 %	485	3 %
Lisärakennusten ja ulkotilojen sähkölämmitys						
Sähkölämmittimet lisärakennuksissa ja ulkotiloissa			209	1 %	303	2 %
Jäähdytys						
Jäähdytys			0	0 %	46	0 %
Yhteensä	7 983	56 %	9469	54 %	11302	59 %
Kaikki yhteensä	14362		17670		19237	

Taulukko 6. Tuki ja lisälämmitysmuodot vesikeskuslämmitteisissä omakotitaloissa 2011

Päälämmönlähde	Kauko- lämpö	Sähkö- vesi- keskus	Öljykes- kusläm- mitys	Maa- lämpö	Puu, pelletti
Vesikiertoon kytketyt lisälämmön lähteet					
ilma-vesilämpöpumppu	3 %	10 %	11 %	2 %	6 %
poistoilmalämpöpumppu	1 %	15 %	1 %	2 %	1 %
kiertovesitakka tai uuni	5 %	6 %	2 %	5 %	5 %
sähkövastus varalla kattilassa		3 %	32 %	19 %	73 %
kaksoispesäkattila		5 %	16 %		13 %
aurinkokeräin	0 %	2 %	2 %	1 %	6 %
Erilliset lisä/tuki lämmitykset					
tulisija	52 %	76 %	44 %	75 %	58 %
ilmalämpöpumppu	7 %	28 %	22 %	10 %	13 %
lattialämmitys sähköllä pesutiloissa	30 %	34 %	28 %	10 %	17 %
lattialämmitys sähköllä muissa tiloissa	9 %	30 %	13 %	6 %	11 %
erillisiä sähkölämmittimiä	15 %	17 %	15 %	12 %	18 %
sulanapitolämmitys	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Taulukko 7. Huonekohtaisen lämmityksen energialähde yhdistelmät omakotitaloissa 2011

Energialähteiden yhdistelmä	Sähkö ja puu (tai pelletti)	Sähkö ja puu (tai pelletti) ja ilmaläm- pöpump- pu	Vain sähkö	Sähkö ja ilmaläm- pö- pumppu	Vain puu tai pelletti	Muu
Osuus huonekohtaisessa lämmityksessä kysymyksen 24 perusteella	47 %	23 %	17 %	6 %	2 %	6 %
Osuus huonekohtaisessa lämmityksessä kysymykset 24 ja 26 yhdistettynä	42 %	28 %	10 %	12 %	2 %	6 %

Perinteisen sähkölämmityksen lievän laskun taustalla on kaksi tekijää. Ensinnäkin n. 40 %:ssa huonekohtaisissa sähkölämmityksissä on ilmalämpöpumppu, mikä on pienentää sähköenergian tarvetta. Toiseksi kolmessa neljästä huonekohtaisesta sähkölämmityksestä käytetään myös puuta lämmitykseen. Tehdyn mallinnuksen mukaan lämmitystapayhdistelmässä ilmalämpöpumppu, puu ja suora sähkö pääosa varsinaisesta lämmityssähköstä on ilmalämpöpumppujen sähkönkäyttöä

4.4 Asuntojen sähkön loppukäyttö eri asuntotyypeissä

4.4.1 Sähkönkäytön kehitys eri asuntotyypeissä

Taulukko 8. Laite ja lämmityssähkön käytön muutos eri asuntotyypeissä 2006-2011

Asuntotyyppi	KerrostaloHuoneisto	RivitaloHuoneisto	Omakoti- tai paritalo
Laitesähkön käytön muutos 2006-2011	2 %	9 %	- 7 %
Lämmityssähkön käytön muutos 2006-2011	72 %	9 %	18 %
Asuntojen lukumäärän muutos 2006-2011	5 %	3,8 %	3,9 %

Taulukko 8 kuvaa eri asuntotyyppien lukumäärän kehitystä 2006 - 2011 ja laitesähkön ja lämmityssähkön käytön samanaikaista muutosta. Lämmityssähkön käyttö on noussut kaikissa asuntotyypeissä nopeammin kuin asuntojen lukumäärä. Kerrostalojen 72 % nousu on suurin. Huoneistokohtaisen ilmanvaihdon ja sähköisten lattialämmitysten kasvu on ollut kerrostaloissa nopeaa, erityisesti pesutilojen lattialämmitysten lukumäärässä on huomattavaa kasvua. Yleisyys on noussut noin 19 %:sta 26 %:iin. Huoneistokohtaisen koneellisen ilmanvaihdon osuus on kaksinkertaistunut, mutta ratkaisu on edelleen suhteellisen harvinainen, sillä huoneistokohtaista ilmanvaihtoa rakennetaan lähinnä uudisrakennuksiin. Yleisyys on suunnilleen 5 %.

Myös omakotitaloissa lämmitysluonteinen sähkönkäyttö kasvaa. Prosentuaalinen 18 % kasvu on pienempi kuin kerrostaloissa, koska omakotitaloissa lämmitysluonteisen sähkönkäytön lähtötaso on korkeampi. Sähkön käyttäminen lämmitykseen puun ja öljyn rinnalla on hyvin yleistä. Ilmalämpöpumput ovat yleistyneet öljylämpöaloissa. Myös maalämmön yleistymisen kasvattaa sähkönkäyttöä.

Rivitaloissa laitesähkön ja lämmityssähkön kasvu on yhtä suurta. Laitesähkössä kasvaa tietotekniikan ja astianpesukoneiden kulutus, lämmityssähkössä lattialämmitykset ja huoneistokohtainen ilmanvaihto.

Astianpesukoneet yleistyvät kaikissa asuntotyypeissä. Nopeinta kasvu on kerrostaloissa, joissa laitteiden lukumäärä on vuosien 2006 ja 2011 välillä kasvanut 44 %:lla. Rivitaloissa kasvuprosentti on 29 ja omakoti- ja paritaloissa 16. Nyt noin puolessa kerrostaloasunnoista on astianpesukone. Rivitaloissa sellainen on noin 80 %:lla asunnoista ja omakotitaloista n. 90 %:lla.

Yleiset kehitystrendit ovat samat kaikissa asuntotyypeissä, mutta erilainen lähtötilanne näkyy eroina muutosnopeudessa.

4.4.2 Sähkönkäytön kehitys kerrostaloissa

Kodin laitteiden, ruoanlaiton ja valaistuksen kasvu kerrostaloissa on ollut maltillista. Vuonna 2006 tämän ryhmän osuus kerrostaloasuntojen sähkönkäytöstä oli noin 84 %. Nyt osuus on enää 76 %. Kodin elektroniikka on kerrostaloissa ohittanut kylmälaitteet kulutukseltaan suurimpana laiteryhmänä. Vuonna 2006 televisiot lisälaitteineen vei kulutuksesta 12 %, tänään enää 8 %. Vastaavasti vuonna 2006 tietotekniikkalaitteiden osuus oli 7 %, tänään osuus on 13 %.

Kodin elektroniikan kehityksessä näkyy hyvin, miten laitteiden samanaikainen yleistymisen ja käyttötavan muutos kumoaa tehostumisen vaikutuksen. Ensinnäkin tietokoneet ja internet yhteydet ovat yleistyneet tarkastelujaksolla nopeasti ja laitteiden lukumäärä on kasvanut noin 300 000:lla. Samanaikaisesti laitteiden käytön määrä on noussut. Kannettavan keskimääräinen viikkokäyttöaika oli 2006 tutkimuksessa 2 tuntia, kun se nyt on 4 tuntia. Myös laitekanta on tarkastelujaksolla uusiutunut ja pöytä tietokoneista on siirrytty tehokkaampiin kannettaviin. Samalla uusiin kannettaviin on hankittu erillisiä näyttöjä. Laitteiden tehostuminen ei riitä kumoamaan kulutusta kasvattavia tekijöitä.

Televisioiden osalta tilanne on toinen. Ne eivät enää yleisty talouksissa, vaan uudet laitteet korvaavat vanhat televisiot. Kuluneen viiden vuoden aikana kerrostaloasuntoihin hankittiin taulutelevisio, jossa on sisäänrakennettu digiviritin. Uusien laitteiden valmiustilakulutukset ovat eko-suunnitteluasetuksen

mukaisesti noin 1 W:n luokkaa. Kun vanhojen kuvaputkitelevisioiden ja digiboksien valmiustilakulutukset olivat selvästi korkeampia, nopea muutos laitekannassa näkyy kulutuksen laskuna.

Taulukko 9. Kerrostalohuoneistojen sähkön loppukäyttö 2006 ja 2011

Laiteryhmä	2006		2011	
	GWh	%	GWh	%
Ruoanlaitto				
Liesi ja muu ruoanvalmistus	245	10 %	239	9 %
Kodin sähkölaitteet				
Astianpesukone	54	2 %	96	4 %
Pyykinpesu ja kuivaus	110	5 %	108	4 %
Kylmälaitteet	490	20 %	483	18 %
Televisio ja lisälaitteet	283	12 %	217	8 %
Tietokone ja lisälaitteet	168	7 %	345	13 %
Muu	202	8 %	218	8 %
Valaistus				
Sisävalaistus	469	20 %	322	12 %
Ulkovalaistus	-	0 %	31	1 %
Ryhmä 1 yhteensä	2 021	84 %	2 058	76 %
Lämmitykseen liittyvä				
Sähkökiuas	91	4 %	117	4 %
LVI-laitteet	52	2 %	123	5 %
Veden lämmitys sähköllä				
Huonekohtainen sähkölämmitys	32	1 %	32	1 %
Sähkölämmitys toissijainen				
Lattialämmitykset (sähkökaapeli)	83	3 %	219	8 %
Muu tukilämmitys sähköllä	-	0 %	31	1 %
Sähkölämmitys ensisijainen				
Huonekohtainen sähkölämmitys	115	5 %	115	4 %
Jäähdytys				
Jäähdytys	-	0 %	6	0 %
Ryhmä 2 yhteensä	373	16 %	643	24 %
Kerrostalohuoneistot yhteensä	2 395	100 %	2 701	100 %

Kylmälaitteiden jälkeen kolmanneksi suurin komponentti on valaistus, jonka osuus kulutuksesta on laskenut 20 %:ista 14 %:iin.

Nopeimmin kulutusta kerrostaloasunnoissa kasvattaa sähköinen lattialämmitys, jonka osuus on noussut 3 %:sta 8 %:iin. Myös huoneistokohtainen ilmanvaihto on nostaa kulutusta.

Kerrostaloissa 32 % vastaajista ei tiennyt asuntonsa lämmitystapaa, kun rivitaloissa prosentti oli 8 % ja omakoti- ja paritaloissa 0 %. Tilanne oli samanlainen kysyttäessä asunnon ilmanvaihdosta. Osa myös arvio asuntonsa sähkölämmitteiseksi, vaikka tämä kulutustietojen perusteella vaikutti erittäin epätodennäköiseltä. Toisaalta joukossa oli myös niitä, joiden asunto kulutuksen perusteella vaikutti sähkölämmitteiseltä, vaikkei asukas ollut tästä perillä. Kerrostaloaineistosta onkin korjattu selvät virheelliset tiedot.

Sähköinen lattialämmitys ja koneellinen huoneistokohtainen tuloilman lämmitys sähköllä mahdollistavat kerrostaloasunnon tahattoman sähkölämmityksen. Näin käy, jos koneellisen ilmanvaihdon säädöt eivät ole kohdallaan tai jos lattialämmitetystä tilasta lämpö pääsee leviämään muualle asuntoon. Yleistyvä huoneistokohtainen koneellinen ilmanvaihto ja sähköiset lattialämmitykset luovatkin tarpeen parantaa kerrostaloasukkaiden tietämystä lämmityksestä.

4.4.3 Rivitalot

Rivitalohuoneistoista noin 26 %:ssa on suora sähkölämmitys. Muissa rivitaloasunnoissa on pääsääntöisesti keskuslämmitys, jonka lämmönlähteistä tärkeimmät ovat kaukolämpö (57 %) ja öljy (8 %). Vesikiertoisia sähkölämmityksiä on n. 5 % ja maalämpöä n. 1 %. Yleensä vain suora sähkölämmitys kuluu huoneiston sähkömittaukseen.

Lämmityksen merkitys näkyy siinä, että sähkölämmitys on rivitaloasunnoissa suurin ja lämmin vesi toiseksi suurin loppukäyttö. Sähkölämmityksen osuus on jonkin verran laskenut, missä näkyy ilmalämpöpumppujen yleistyminen. Lämpimän veden osuuden pieni kasvu johtuu todennäköisemmin tarkemmasta mallinnuksesta kuin todellisesta muutoksesta.

Rivitaloissa valaistuksen kulutusosuus on pysynyt ennallaan, kun omakotitaloissa ja kerrostaloissa kulutusosuus on laskenut. Tulos voi olla seurausta eroista muutosdynamikasta, mutta se voi yhtä hyvin johtua valaistuksen mallinnuksen tarkentamisesta.

Taulukko 10. Rivitalohuoneistojen sähkönloppukäyttö 2006 ja 2011

Laiteryhmä	2006		2011	
	GWh	%	GWh	%
Ruoanlaitto				
Liesi ja muu ruoanvalmistus	98	5 %	85	4 %
Kodin sähkölaitteet				
Astianpesukone	36	2 %	53	2 %
Pyykinpesu ja kuivaus	52	2 %	50	2 %
Kylmälaitteet	186	9 %	187	8 %
Televisio ja lisälaitteet	117	6 %	80	3 %
Tietokone ja lisälaitteet	57	3 %	106	5 %
Autonlämmitys	24	1 %	21	1 %
Muu	156	7 %	197	9 %
Valaistus				
Sisävalaistus	219	10 %	220	10 %
Ulkovalaistus	12	1 %	33	1 %
Ryhmä 1 yhteensä	958	45 %	1 033	45 %
Lämmitykseen liittyvä				
Sähkökuiuas	148	7 %	161	7 %
LVI-laitteet	54	3 %	79	3 %
Veden lämmitys sähköllä				
Huonekohtainen sähkölämmitys	210	10 %	219	10 %
Vesikeskuslämmitys	-	0 %	24	1 %
Sähkölämmitys toissijainen				
Lattialämmitykset (sähkökaapeli)	43	2 %	80	3 %
Muu tukilämmitys sähköllä	-	0 %	6	0 %
Sähkölämmitys ensisijainen				
Huonekohtainen sähkölämmitys	708	33 %	689	30 %
Jäähdytys				
Jäähdytys	-		5	0 %
Ryhmä 2 yhteensä	1 163	55 %	1 264	55 %
Rivitalohuoneistot yhteensä	2 120		2 297	

4.4.4 Omakoti- ja paritalot

Omakoti- ja yleensä myös paritaloissa asumisen sähkönkäyttöön kuuluu useita laitteita, joiden sähkönkäyttö kerros- ja rivitaloissa maksetaan yhtiövastikkeessa tai vuokrassa. Tilastokeskuksen mukaan noin 44 % omakotitaloista oli vuonna 2011 sähkölämmitteisiä, kevyttä polttoöljyä käytti noin 19 %, puuta noin 22 %, kaukolämpöä noin 7 % ja maalämpöä noin 6 %. Loput 2 % käytti muita energialähteitä kuten maakaasua. [Grönfors, 2013.] Maalämpö yleistyy tällä hetkellä nopeasti. Uudisrakentamisessa maalämmön osuus on lähes 30 %. Korjausrakentamisessa maalämpö korvaa useimmin öljyä [Vihola & Heljo, 2012].

Päälämmön lähteen lisäksi lämmitysjärjestelmät voidaan jakaa lämmönjakotavan mukaan keskuslämmityksiin ja huonekohtaisiin lämmityksiin. Keskuslämmitykset ovat pääsääntöisesti vesikiertoisia, ja lämpö jaetaan huoneisiin joko lattia- tai patterilämmitysverkolla. Öljyä, kaukolämpöä ja maalämpöä päälämmönlähteenä käytettävissä taloissa on yleensä vesikiertoinen keskuslämmitys. Puuta käyttävistä taloista noin puolessa on vesikiertoinen keskuslämmitys ja sähkössä osuus on noin 13 %. Huonekohtainen lämmitys, jossa lämpö tuotetaan huonetilassa tulisijassa tai sähköpattereiden tai lattialämmityskaapeleiden vastuksessa, on siis noin puolessa puulämmitteisistä ja valtaosassa sähkölämmitteisistä taloista. Keskuslämmitteisten talojen lämmitysjärjestelmät (polttimet, kiertovesipumput, lämmönvaihtimet) toimivat sähköllä, huonekohtaisessa lämmityksessä tätä kulutusta ei ole.

Useimmissa suomalaisissa omakotitaloissa on käytössä useita lämmönlähteitä. Taulukko 6 kuvaa keskuslämmitteisten talojen tilannetta päälämmitystavan mukaan, taulukko 7 huonekohtaisen lämmityksen energialähdystymistä. Tiivistäen voi sanoa, että Suomessa yleisin omakotitalojen lämmitystapa on yhdistelmälämmitys. Huonekohtaisessa lämmityksessä useiden energialähteiden käyttö lämmitykseen on pääsääntö, mutta myös keskuslämmitteisissä taloissa käytetään rinnalla muita energialähteitä. Öljy- ja puulämmitteisissä taloissa sähköinen lämmitin on usein kytketty osaksi järjestelmää – tyypillisimmin kattilassa on sähkövastus varalla. Lisäksi joka viidennessä öljylämmitteisessä talossa on myös ilmalämpöpumppu. Vesikiertoisessa sähkölämmityksessä käytetään lisälämmön lähteenä niin järjestelmään kytkettyjä kuin erillisiä lämpöpumppuja ja tulisijoja. Kaukolämpötaloissa sähkönkäyttö toissijaisena lämmitysenergiana on vähäisintä. Vesikiertoon kytkettyjen lisälämmitysten osuus on pienin. Pesutilojen lattialämmitysten osuus on samalla tasolla kuin öljylämmityksessä.

Lattialämmitysten osuus liittyy talon ikään. Maalämpötaloissa sähköisten lattialämmitysten osuus on pienin, mikä johtuu siitä, että maalämpötaloista suuri osa on uudisrakennuksia, joissa lämmönjakojärjestelmä on lattialämmitysverkko. Kyseinen lämmönjakotapa sopii hyvin maalämmölle, mutta lattialämmitys on yleinen myös muissa uusissa omakotitaloissa ja mitä suurempi pinta-ala sitä todennäköisemmin keskuslämmitys on toteutettu lattialämmityksenä. Tämä lisää osaltaan lämmitysjärjestelmän sähkönkäyttöä, koska lattialämmitykset vaativat enemmän pumppaustehoa kuin patterilämmitykset. Tämä näkyy esimerkiksi rakennusmääräyksistä.

Talon rakennusvuosi vaikuttaa myös siihen, kuinka todennäköisesti rakennuksen yhteydessä on erillinen varistorakennus ja kuinka todennäköisesti koko rakennuksessa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Talon laajennusosassa saattaa nimittäin olla huonekohtainen lämmitys vesikiertoisen päälämmitysjärjestelmän sijasta. Erityisen yleistä tämä on vesikiertoisissa sähkölämmityksissä, jossa osuus on 20 %. Vesikiertoisissa puulämmityksissä osuus on 9 % ja öljylämmityksissä 6 %. Laajennukset ovat luonnollisesti yleisempiä vanhemmassa rakennuskannassa. Tämä vaikuttaa lämmitystapamuutosten kannattavuuteen ja on yksi mahdollinen selitys sille, että maalämpöpumpun rinnalla on ilmalämpöpumppu.

Tilojen sijoittelu omakotitaloissa vaihtelee. Yleensä asuintilat ovat yhdessä rakennuksessa. Noin puolella omakotitaloista on varastotilaa erillisessä piharakennuksessa. Taulukko 11 kuvaa, miten tilat jakautuvat eri-ikäisissä taloissa. Erillisten piharakennusten osuus on jälleen kasvussa ja 2000-luvulla rakennetuissa taloissa piharakennukset ovat yleensä lämpimiä.

Sähkölämmityskäyttö arvioitiin samalla periaatteella kuin muutkin loppukäytöt. Toisin sanoen huoneiltojen lämmitykselle ja käyttöveden lämmitykselle laadittiin kummallekin mallinnus, joka testattiin tilastollisesti⁴.

Veden lämmityksen mallinnuksessa kuvattiin vedenkäyttö kyselylomakkeen kysymysten avulla. Lomakkeessa oli peseytymistiheyttä koskeva kysymys (suihkujen ja kylpyjen määrä) ja sekä kysymys astianpesun tavasta (koneella, käsin). Astianpesun määrä arvioitiin ruoanlaittoa koskevien kysymysten avulla siten, että astianpesukoneiden käyttökertoja selitettiin ruoanlaiton määrällä ja perhekoolla. Tällä mallilla laskettiin arvio pestävien astioiden määrälle niissä talouksissa, joissa astiat pestiin käsin. Lisäksi arvioitiin muu lämpimän veden käyttö hyödyntämällä tietoja kotona oloajan määrästä. Energiankulutuksen laskenta tehtiin lämmitystavoin jaoteltuna (huonekohtainen lämmitys, vesikiertoinen sähkö, maalämpö, muu lämmitys). Alkuarvo muodostettiin kertomalla kysymysten perustella tehty arvio lämpimän veden määrästä veden ominaislämmöllä ja oletetulla lämpötilan nousulla. Kulutukseen vaikuttavia häviöitä ei lähdetty arvioimaan, vaan niiden annettiin määräytyä mallinnuksen testissä.

Huoneiltojen lämmityksen mallinnuksessa otettiin huomioon lämmitystapa (maalämpö, vesikiertoinen sähkö, huonekohtainen sähkö), käytetyt lisälämmön lähteet (puu, lämpöpumput), rakennuksen ikä, tarkastelujakson lämmöntarveluku ja laitesähkön oheislämmön hyödyntyminen. Sähkökäyttö varastojen lämmitykseen ja huoneiltojen lämmityskäyttö muissa kuin sähkölämmitteisissä omakotitaloissa mallinnettiin erikseen. Ennen mallinnusta aineistosta tehtiin erilaisia ristiintaulukointeja ja muita tarkasteluja, joiden tavoitteena oli arvioida, mitkä tekijät sähkölämmityksen mallinnuksessa tulee ottaa huomioon. Samalla muodostettiin mallinnuksen alkuarvot ja arvioitiin epälineaaristen riippuvuuksien kuvaamisen edellyttämä muunnosten tarve.

Lämmitysmallissa rakennukselle muodostetaan lämmityksen kokonaisenergia, joka katetaan eri lämmönlähteillä. Kokonaisenergian tarpeeseen vaikuttavat rakennusvuosi, lämmöntarveluku ja lämmitettävä pinta-ala. Lämmitysmalli tehtiin erikseen vesikiertoiselle sähkölämmitykselle, maalämmölle ja huonekohtaiselle lämmitykselle. Mallissa lämmitysenergian tarve katetaan sähköllä, lämpöpumpuilla, puulla ja laitteiden oheislämmöllä. Hyödyntymiskertoimen annettiin vaihdella lämmityksen toteutumistavan mukaan, koska aineiston alustavassa analyysissä havaittiin, että sähköpatterilämmityksissä ikävakioidut ominaiskulutukset olivat matalampia kuin lattialämmityksissä. Tällainen malli kuvasi myös tehdyn testin mukaan parhaiten aineistoa. Lattialämmityksissä hyödyntymisaste oli 40 % pienempi kuin suorassa patterilämmityksessä. On kuitenkin syytä muistaa, että kyseessä on tilastollinen tulos, jolloin vaikuttavia tekijöitä voi olla muitakin kuin lämmityksen toteutustapa.

Kuvat 4 ja 5 on piirretty aineiston mallinnuksen taustaksi tehdystä analyysistä. Kuvaan 4 on laskettu sähkökäyttö lämmitettyä pinta-alaa kohden omakotitaloissa ja jaoteltu se huonekohtaisessa lämmityksessä käytettävän energialähdeyhdistelmien mukaan. Kuvaan on katkoviivalla merkitty ne ryhmät, joissa havaintoja on vähemmän kuin kymmenen. Kuvat konkretisoivat lämmitystapojen ja lämmönlähdeyhdistelmien merkityksen.

Vesikiertoinen sähkölämmitys vie suunnilleen kaksi kertaa enemmän sähköä kuin maalämpö. Ero on pienempi kuin teknisten tarkastelujen perusteella voisi odottaa. Maalämpöpumpun arvioidaan yleensä olevan kolme kertaa tehokkaampi kuin perinteisen sähkölämmityksen. On kuitenkin hyvä huomata, että maalämpötalot ovat pinta-alaltaan keskimääräistä suurempia niin pinta-alaltaan kuin asukasmäärältään. Tässä aineistossa maalämpötalot olivat noin 20 neliötä suurempia kuin muita lämmitysmuotoja käyttävät omakotitalot. Sama on nähtävissä myös rekisteritiedoista ja muista tutkimusaineistoista [Vihola & Heljo, Tilastokeskus]. Suurempi asukasluvumäärä tarkoittaa suurempaa veden lämmityksen ja laitesähkön käyttöä.

Maalämpöratkaisujen käytännön toteutuksissa on todennäköisesti myös kulutukseen heijastuvia eroja. Aineistosta havaittiin, että maalämpötaloissa neliötä kohden lasketun sähkökäytön hajonta oli suurempi kuin muissa sähkölämmityksissä. Mahdollisia selittäviä tekijöitä on useita. Esimerkiksi brittiläisen Energy

⁴ Testaamisella varmistettiin, että malli vastasi aineistoa eli se kalibroitiin aineistoon. Tehty testi arvioi koko mallinnuksen (lämmitys, lämmin vesi, laitteet) sopivuutta aineistoon. Toinen mallinnusvaihtoehto olisi muodostaa estimoitava malli, joka estimoinnissa automaattisesti kalibroituksi aineistoon. Myös tällaisen mallinnuksen onnistuminen tulisi testata virhetäsmennysten varalta. Estimoitavan mallin muodostaminen on erittäin työlästä, jos vaikuttavia tekijöitä on paljon, kuten tässä tarkastelussa. Tämän takia päädyttiin käyttämään estimointia kevyempää ratkaisua eli mallin kalibrointia ja kalibroinnin testaamista.

Saving Trustin [2012] kenttämittauksissa tunnistettiin useita tilanteita, joissa maalämmön energiatehokkuus muodostui ennakoitua heikommaksi.

Kyseisessä tutkimuksessa selvitettiin mittauksien 83 maa- ja ilmavesilämpöpumpuin toteutetun lämmitysjärjestelmän energiatehokkuutta. Sitä mitattiin systeemitehokkuudella, joka kuvaa paljonko käytetystä sähköstä saatiin tuotettua lämpöä ja lämmintä käyttövetä. Poikkeaminen merkitystä arvioitiin niiden aiheuttamalla tehokkuusmenetyksellä suhteessa systeemitehokkuuteen, joka maalämpöpumpuille oli keskimäärin 2,39 ja ilma-vesilämpöpumpuille 1,82. Suurimmat tehokkuusmenetykset liittyivät suunnitteluun ja mitoitukseen. Lämpöpumpun alimitoitus saattoi aiheuttaa jopa 1,5 yksikön tehokkuusmenetyksen, lämpökaivon alimitoitus jopa 0,7 yksikön menetyksen ja käyttövesivaraajan alimitoitus 0,4 yksikön menetyksen. Riittämättömän eristyksen tuoma tehokkuusmenetys vaihteli 0,3-0,6 ja kiertovesipumppujen määrään ylimitoitus vaihteli 0,1-0,3. Asennukseen ja käyttöönottoon liittyen todettiin, että liian korkean menoveden lämpötilan aiheuttama tehokkuusmenetys vaihteli välillä 0,2-0,4 ja kiertovesipumppujen jatkuvan käytön aiheuttama välillä 0,1-0,3. Vastaavanlaisia tilanteita esiintyy todennäköisesti myös Suomessa, minkä takia maalämpöpumppujen aineistosta havaittu tehokkuus jää pienemmäksi kuin esimerkiksi laboratorioissa mitatut tulokset antavat.

Kuvassa 4 huonekohtaisen sähkölämmityksen sähkönkäyttö on systemaattisesti matalampi kuin vesikiertoisen sähkölämmityksen. Vesikiertoisessa sähkölämmityksessä on kulutuksissa havaittavissa laskeva trendi, sen sijaan huonekohtaisessa sähkölämmityksessä näyttää enemmänkin olevan kaksi kulutustasoa (n. 200 kWh/m² ja n. 150 kWh/m²) kuin laskeva trendi. Sekä vesikiertoisessa että suorassa sähkölämmityksessä poltetaan puuta ja käytetään lämpöpumppuja eikä lisälämmittimien yleisyydessä ole suuria eroja. Sen sijaan vesikiertoisissa sähkölämmitystalouksissa käytetään puuta arviolta noin 60 % vähemmän kuin huonekohtaisen sähkölämmityksen talouksissa, mikä on luonteva selitys havaitulle erolle. Edellä todettiin sähköpatterilämmityksen säätävän hyvin, jolloin muut lämpökuormat hyödyntyvät tehokkaasti. Tämä saattaa myös selittää havaittua eroa.

Vesikiertoisessa sähkölämmityksessä on kuvassa 4 havaittavissa selvä ajan myötä laskeva trendi, joka vastaa varsin hyvin ennakkokäsityksiä. Sen sijaan huonekohtaisessa lämmityksessä tätä trendiä ei havaita. Asiaa käsitellään tarkemmin luvussa 6, jossa saatuja tuloksia verrataan mallipohjaisiin laskelmiin ja muissa pohjoismaissa saatuihin empiirisiin tuloksiin.

Kuvassa 5 on esitetty huonekohtaisen sähkölämmityksen pinta-alaan kohden lasketut sähkönkäytöt lämmitystavan ja talon rakennusvuoden mukaan. Kuva vahvistaa, että 1980-luvulta alkaen huonekohtaisen sähkölämmityksen sähkönkäytön pysynee varsin vakiona. Sen sijaan aikaisempien vuosikymmenien kulutustaso vaihtelee selvästi ja 1960-luvun taloissa on selvä piikki. On varsin todennäköistä, että ennen 1960-luvua rakennetuille omakotitaloille on tehty peruskorjauksia ja samassa yhteydessä parannettu energiatehokkuutta. Ruotsia koskevasta aineistosta on havaittavissa, että tehtyjen korjausten määrä on sitä suurempi mitä vanhempi talo [Statens energimyndighet, 2012]. On järkeenkäypää, että korjaukset näkyvät sähkönkäytön laskuna. Erot korjauksissa olisivat myös luonteva selitys kuvan 4 keskiarvokäyrien vaihtelevalle käyttäytymiselle ennen 1960-lukua.

Kuvasta 5 näkyy myös, että kulutuksen taso vaihtelee käytetyn energialähdedyhdistelmän mukaan. Muiden lämmitysmuotojen käyttö sähkön rinnalla näkyy matalampana sähkönkäyttönä. Vastaava tulos näkyy myös Ruotsin tilastoista [Statens energimyndighet, 2012]. Vaikutus ei kuitenkaan ole vakio, mikä johtuu siitä, että puun käyttö ilmalämpöpumpun hankkineissa talouksissa on jonkin verran vähäisempää

Taulukko 11. Asuin- ja varastotilojen jakaantuminen rakennuksiin omakotitaloissa talon rakennusvuoden mukaan.

Rakennusvuosi Tilojen jako osuus %	2000 -	1990- 1999	1980- 1989	1970- 1979	1960- 1969	1950- 1959	ennen 1950
Asuin ja varastotila yhdessä rakennuksessa	30	3	43	53	51	34	21
Asuin rakennuksen lisäksi varastotilaa piharakennuksessa	63	59	52	46	44	55	53
<i>josta lämmintä %</i>	62	41	40	39	30	38	32
Asuintiloja useassa rakennuksessa	7	5	5	1	5	11	26
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100

kuin niissä talouksissa, joissa pumppua ei ole. Tällainen vaikutus on havaittu myös Norjassa. Siellä lämpöpumpun hankkineiden talouksien sähkönkäyttö energiayhtiöiltä saatujen tietojen valossa nousi 40 % tapauksista ja laski 60 % tapauksista. Kotitalouksien suurin piirtein sama osuus arvioi sähkönkäytön laskeneen, mutta nousun havaitsi vain 11 %. Kysyttäessä 57 % talouksista kertoi vähentäneensä polttopuun käyttöä [Statistics Norway, 2011]. Lämpöpumpun hankinta siis vaikuttaa siihen, miten eri energialähteitä käytetään, mutta aineistosta ei voi arvioida, oliko tarve muuttaa käyttäytymistä syy lämpöpumpun hankintaan vai oliko muutos seurausta itse hankinnasta.

Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä käytetään sähkön rinnalla yleisesti puuta ja lämpöpumppuja. Erityisesti lämpöpumppujen yleistymisen laskee huonekohtaisen sähkölämmityksen kulutusta. Vuonna 2011 n. 40 %:ssa huonekohtaisissa sähkölämmityksissä on ilmalämpöpumppu. Lisäksi kolmessa neljästä huonekohtaisesta sähkölämmityksestä käytetään myös puuta lämmitykseen. Tehdyn mallinnuksen mukaan lämmitystapayhdistelmässä ilmalämpöpumppu, puu ja suora sähkö pääosa tilojen lämmitykseen käytetystä sähköstä on ilmalämpöpumppujen sähkönkäyttöä. Puuta käyttävissä talouksissa puun osuus lämmitysenergiasta on huomattava, luokkaa puolet varsinaisesta lämmitysenergiasta.

Kuvasta 5 havaitaan myös, että lämmönlähdeyhdistelmien väliset kulutuserot ovat suuremmat vanhemmassa kuin uudemmassa rakennuskannassa. Toisin sanottuna yhdistelmälämmitys näyttäisi toimivan paremmin 1980-luvulla ja sitä ennen rakennetuissa taloissa kuin uudessa rakennuskannassa. Yksi selitys voi olla lattialämmitys, joka on uusissa taloissa selvästi yleisempi kuin vanhoissa taloissa. Kuten aiemmin todettiin, patterilämmitys näyttää säätyvän paremmin kuin lattialämmitys. Toinen vaikuttava tekijä voi olla uusien talojen koneellinen ilmanvaihto, jolloin tulisijan tarvitseman vedon aikaansaaminen edellyttää erillistä korvausilman tuontia. (Kts. Alakangas & alia.) Tämän tyyppisiä asioita ei ole tässä hankkeessa selvitetty.

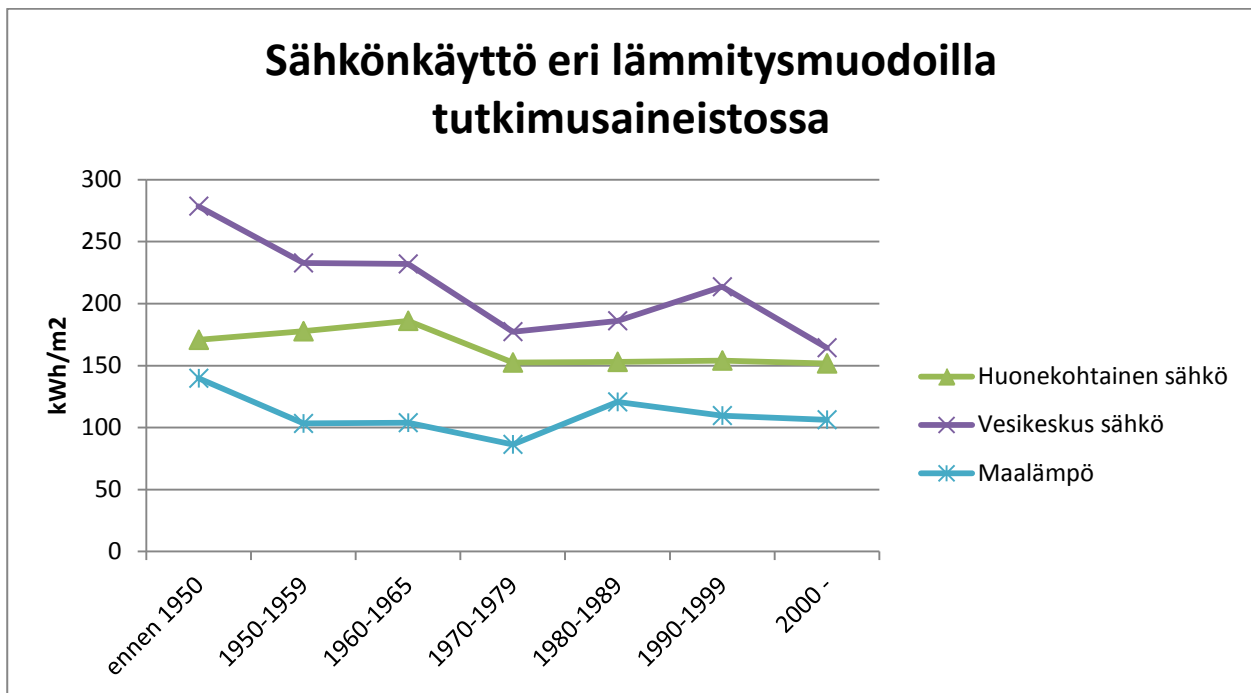
Lämpimän käyttöveden mallinnus oli testausten perusteella eriytettävä lämmitysmuodoittain. Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä käyttöveden lämmitys näytti vievän vähemmän sähköä kuin perinteisessä vesikiertoisessa sähkölämmityksessä. Havainnolle voi olla useampia selityksiä. Yksi mahdollisuus on, että vesivaraajien eristyksessä on lämmitysmuodoittain eroja. Esimerkiksi Energy Saving Trustin [2012] kenttä tutkimuksessa mitattiin isoja eroja vesivaraajien häviöissä. Toinen kysymys on vesivaraajien lämpöhäviöiden hyödyntymisen lämmityksessä, missä siinäkin voi olla eroja lämmitysmuotojen välillä.

Myös käyttäytymiseen liittyvät erot ovat mahdollisia. Suorassa sähkölämmityksessä vesi lämmitetään yleensä öisin edullisella yö sähköllä. Rungas vedenkäyttö voi johtaa lämpimän veden loppumiseen ja on paljon mahdollista, että tämä näkyy säästäväisinä käyttötottumuksina. Tässä kuten edellisessäkin aineistossa sähkölämmittäjät käyttötottumukset ovat jonkin verran säästäväisempiä kuin muiden talouksien. Mallinnuksessa on arvioitu vedenkäytön määrä kyselytietojen perusteella, mutta esimerkiksi suihkun kestosta ei ole kysytty.

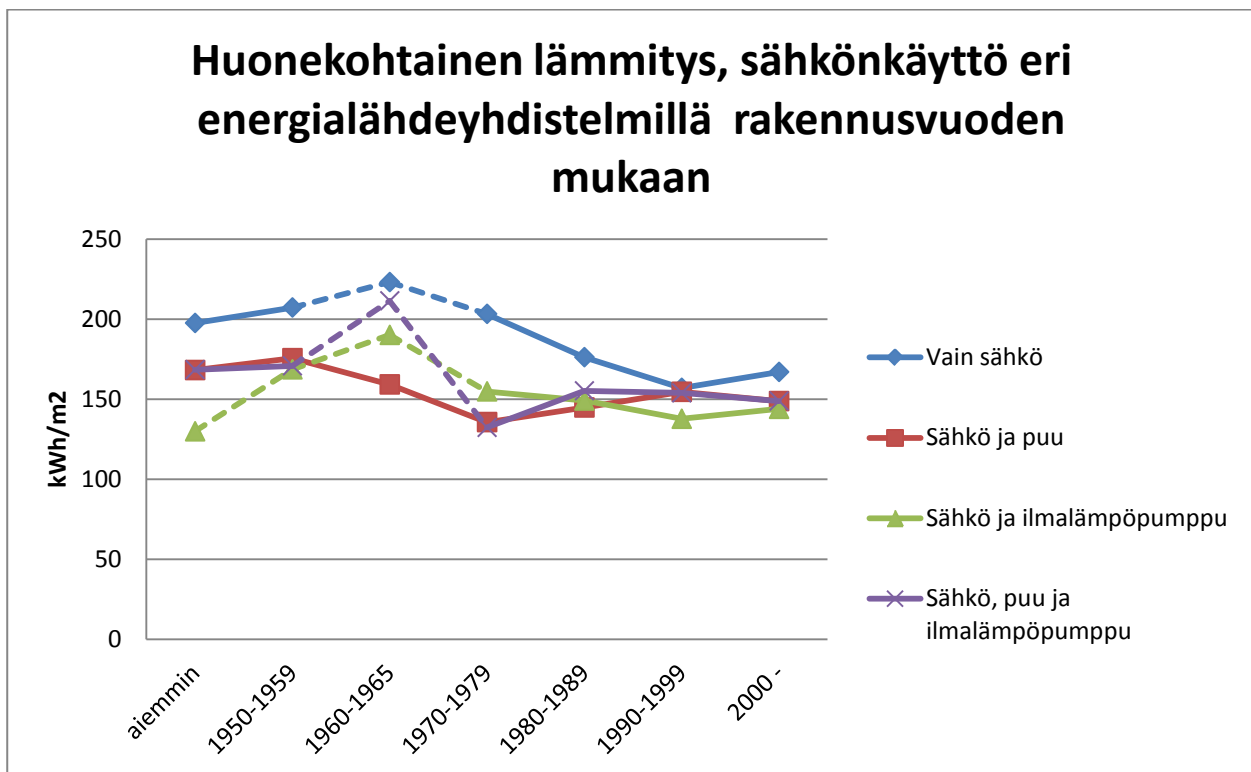
Mallinnuksessa maalämpötalojen ja vesikiertoisen sähkölämmityksen kertoimien suhteeksi tuli 1,7. Luku on tulkittavissa vedenlämmityksen suorituskertoimeksi (COP), mutta aikaisemmin esitetyt mallinnustuloksia koskevat varaukset pitävät tässäkin paikkansa. Kertoimessa voivat näkyä muutkin systemaattiset erot kuin ero suorituskertoimessa.

Lämpimän käyttöveden tuottamisen tapa on yksi energiatehokkuuskeskustelussa esiin nousseita kysymyksiä. Varastoivien vesivaraajien häviöitä on käytetty perusteena siirtymiselle läpivirtauslämmittäjiin. Niiden tehontarve on kuitenkin suuri, mikä tuo haasteita sähköverkolle. Tätä taustaa vasten esiin nousseen eron tarkempi selvittäminen olisi hyödyllistä.

Kuva 4. Sähkölämmitysten sähkökäyttö pinta-alayksikköä kohden aineistossa.



Kuva 5. Huonekohtaisen lämmityksen pinta-alalla jaettu sähkökäyttö energialähdedyhdistelmän ja rakennusvuoden mukaan.



Taulukko 12. Omakoti- ja paritalojen sähkön loppukäyttö 2006 ja 2011

Laiteryhmä	2006		2011	
	GWh	%	GWh	%
Ruoanlaitto				
Liesi ja muu ruoanvalmistus	309	2 %	307	2 %
Kodin sähkölaitteet				
Astianpesukone	171	1 %	218	2 %
Pyykinpesu ja kuivaus	229	2 %	215	2 %
Kylmälaitteet	785	6 %	738	5 %
Televisio ja lisälaitteet	434	3 %	266	2 %
Tietokone ja lisälaitteet	182	1 %	396	3 %
Autonlämmitys	191	1 %	549	4 %
Muu	1110	8 %	1232	9 %
Valaistus				
Sisävalaistus	1738	13 %	687	5 %
Ulkovalaistus	73	1 %	226	2 %
Yhteensä	5222	40 %	4834	34 %
Asunnon lämmitykseen liittyvä kulutus				
Sähkökuuas	613	5 %	667	5 %
LVI-laitteet	515	4 %	659	5 %
Veden lämmitys				
Huonekohtainen	1000	8 %	1054	7 %
Keskuslämmitys	250	2 %	476	3 %
Asuintilojen lisälämmitys sähköllä, muut kuin sähkölämmitteiset asunnot				
Lattialämmitykset (sähkökaapeli)	80	1 %	165	1 %
Lämpöpumput (ilpit)	50	0 %	118	1 %
Muu asuintilojen lisälämmitys	60	0 %	85	1 %

Laiteryhmä	2006		2011	
	GWh	%	GWh	%
sähköllä				
Sähkölämmitys ensisijainen				
Lämmitys maalämpö	125	1 %	198	1 %
Lämmitys muu vesikiertoinen lämpöpumppu	60	0 %	79	1 %
Asuintilojen lisälämmitykset sähköllä	20	0 %	29	0 %
Perinteinen sähkölämmitys				
Huonekohtainen	4000	30 %	4326	30 %
Vesikeskus, vastus	550	4 %	681	5 %
Asuintilojen lisälämmitykset sähköllä	400	3 %	509	4 %
Lisärakennusten ja ulko-tilojen sähkölämmitys				
Sähkölämmittimet lisärakennuksissa ja ulkotiloissa	209		303	
Jäähdytys				
Jäähdytys		0 %	35	0 %
Yhteensä	7933	60 %	9382	66 %
Kaikki Yhteensä	13155		14216	

5 Esimerkkitaloudet

Esimerkkitalouksien määrittely lähtee asiakasneuvonnan tarpeista. Esimerkkien tavoite on kuvata asiakkaan maksaman sähkölaskun suuruuteen vaikuttavat tekijät. Kerros- ja rivitaloissa osa asumisen sähkönkäytöstä maksetaan vastikkeessa, kun omakotitaloissa asukas maksaa kaiken energiankäytön suoraan. Asukasluku taas vaikuttaa sekä varustelutasoon että laitteiden käytön määrään.

Esimerkkitaloudet esitetään seuraavassa asumistavan mukaan. Tarkasteluissa verrataan saman esimerkkitalouden kehitystä ajassa. Kuusi edellisessä tutkimuksessa määritettyä esimerkkiä koskee tavallista varustelutasoa. Tässä tutkimuksessa määritellään kaksi tavallista sähkölämmittäjää. Lisäksi kahdelle taloudelle on määritelty korkea varustetason. Näiden esimerkkien kautta havainnollistetaan sitä, miten laitekanta vaikuttaa sähkönkäyttöön. Kun esimerkit on laadittu kahdelle erikokoiselle taloudelle, voidaan havainnollistaa myös talouden koon vaikutusta harvinaisempien laitteiden sähkönkäyttöön.

Korkean varustelutason käsite antaa myös mahdollisuuden kuvata laitteiden yleistymiseen liittyviä piirteitä ja muutosten dynamiikkaa. Uudet laitteet tulevat ensin mukaan korkeaan varustelutasoon ja yleistyessään siirtyvät tavalliseen varustelutasoon. Esimerkkejä yhdistämällä voidaan myös havainnollistaa laitekannan tehostumista.

Tekstin keventämiseksi sähkönkäyttöä ja varustetasoa koskevat yksityiskohdat on kerätty liitteen 2 taulukkoihin.

5.1 Kerrostaloesimerkit

5.1.1 Yhden ja kolmen asukkaan kerrostaloasunto vuosina 1993, 2006 ja 2011

Pääosa kerrostaloasunnoista on keskuslämmitteisiä ja lämmityksen energialähde on kaukolämpö. Lämmitysjärjestelmän sähkönkäyttö, samoin kuin autojen lämmitys ja osa valaistuksen sähkönkäytöstä näkyy taloyhtiön sähkönkäyttönä ja maksetaan vastikkeessa tai vuokrassa. Kerrostaloasuntojen sähkönkäyttö koostuu lähes kokonaan kodin laitteiden sähkönkäytöstä.

Kerrostaloasunnoista on kolme esimerkkiä tavallinen varustelutaso yhden ja kolmen asukkaan asunnossa ja yhden asukkaan korkean varustelutason asunto. Yhden ja kolmen asukkaan tavallisen varustelutason esimerkkien vertailu tuovat hyvin esiin, miten nouseva varustelutason ja laitteiden energiatehokkuuden paraneminen tuottaa erilaisen kokonaiskehityksen. Yhden asukkaan kerrostaloasunnoissa kokonaiskulutus on kasvanut 1250 kWh:sta 1400 kWh:iin, kun kolmen asukkaan kerrostaloasunnoissa kokonaiskulutus on laskenut 2600 kWh:sta 2400 kWh:iin. Yhden asukkaan talouksissa varustelutason paraneminen kasvattaa sähkönkäyttöä enemmän kuin energiatehokkuuden paraneminen pienentää kulutusta. Kolmen asukkaan taloudessa tilanne on päinvastainen.

Uusien laitteiden yleistymistapa vaihtelee. Osa laitteista yleistyy nopeasti ja samaan aikaan kaikissa talouksissa, osa yleistyy hitaammin ja omistuksen todennäköisyyksissä on talousryhmäkohtaisia eroja. Esimerkiksi astiapesukoneen ja kuivausrummun yleisyys perheissä on selvästi suurempi kuin yhden asukkaan talouksissa. Kuvassa 3 on esitetty valittujen laitteiden yleistymisen.

Vuonna 1993 yhden asukkaan talouden kylmälaite oli jääkaappi, kun kolmen asukkaan taloudessa oli jääkaappipakastin. Kolmen asukkaan taloudessa oli tuolloin myös astiapesukone, kun yhden asukkaan taloudesta se puuttui. Muilta osin laitekannassa ei ollut merkittäviä eroja. Kolmen asukkaan talouteen on tarkastelujaksolla hankittu kodinelektroniikka. Sitä on hankittu myös yhden asukkaan talouteen, mutta sen lisäksi yhden asukkaan talouteen on hankittu jääkaapin tilalle jääkaappipakastin (mukaan esimerkkiin v. 2006) ja astiapesukone (mukaan esimerkkiin v. 2011).

Varustelutasomuutoksen takia kylmälaiteiden energiatehokkuuden paraneminen näkyy yhden asukkaan esimerkissä vasta verrattaessa vuoden 2006 ja 2011 lukuja toisiinsa, kun kolmen asukkaan taloudessa kylmälaiteiden kulutustrendi on laskeva koko tarkastelujakson.

Ruoanvalmistus ryhmä käsittää sähkölieden, mikroaaltouunin ja pienlaitteiden kuten kahvinkeitimen sähkönkäytön. Lisäksi astiapesukone lasketaan tähän ryhmään. Astiapesukoneiden yleistymisen yhden asukkaan talouksissa on syy yhden asukkaan esimerkkitalouden ruoanlaiton kulutuksen nousun

vuosien 2006 ja 2011 välillä. Itse ruoanvalmistuksen sähkönkäyttö on laskenut kaikissa talouksissa, koska ruoanlaittotavat ovat muuttuneet. Yhä suurempi osa aterioista syödään kodin ulkopuolella ja arkiruoanlaitossa suositaan nopeasti valmistuvia ruokalajeja ja hyödynnetään puolivalmisteita ja eineksiä.

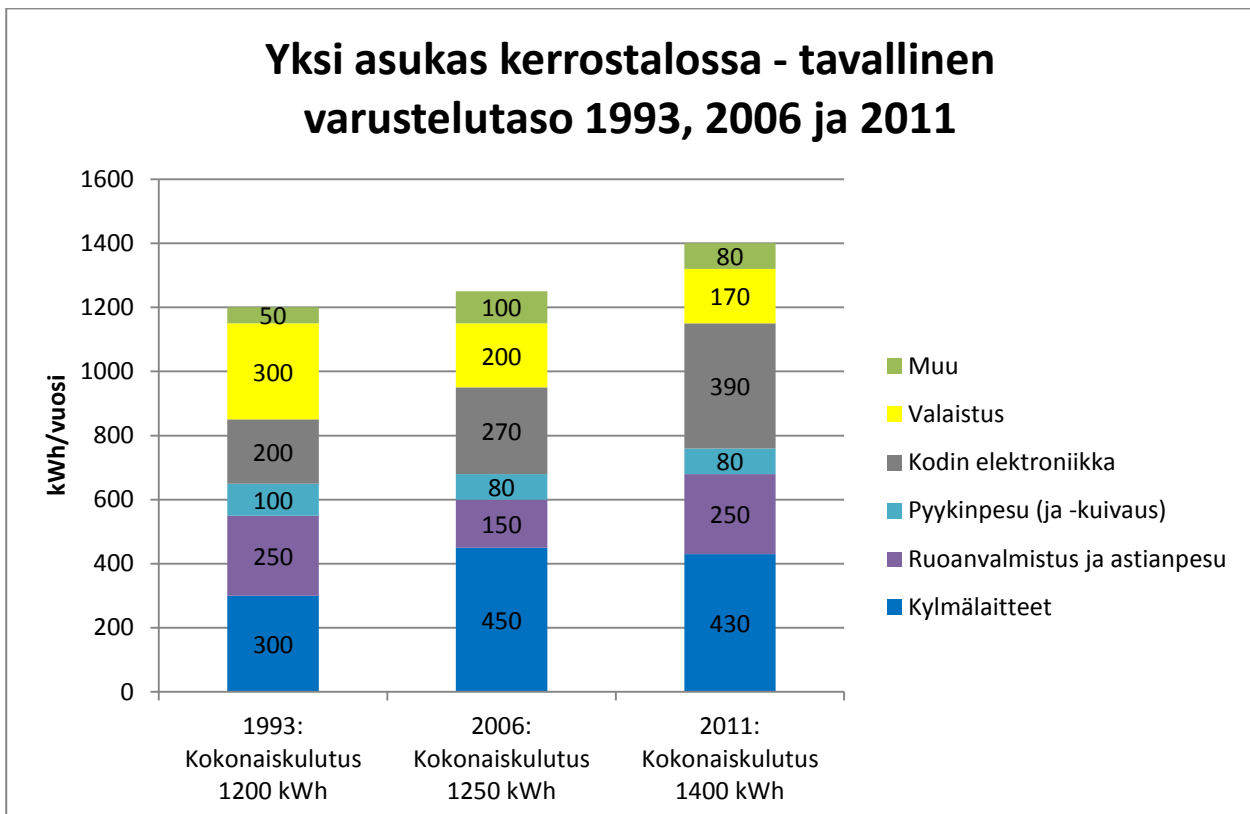
Perheissä astianpesukoneiden kulutus on laitteiden tehostumisen myötä jonkin verran laskenut. Myös ruoanvalmistus laitteissa on tapahtunut teknistä tehostumista, mutta kerrostaloissa valurautalevyt ja tavallinen ylä-alalämpöuuni ovat edelleen tavallisin liesityyppi. Mikroaaltouuni, kahvin- ja vedenkeitin yleisiä ja niitä käytetään paljon. Ruoanvalmistuksen kulutuksen laskun tausta selittää ennen kaikkea valmistustapojen muutos, jota vahvistaa mikroaaltouunin käyttö ruoanlämmityksessä.

Pyykinpesukone kuului kaikkien esimerkki talouksien varusteluun jo 1993. Tuolloin kuivausrumpu (tai -kaappi) olivat harvinaisia. Kuivauslaitteet ovat yleistyneet hitaasti eivätkä ne edelleenkaan kuulu tavalliseen varusteluun kerrostaloissa. Pyykinpesukoneiden kulutuksessa on tapahtunut pientä laskua, koska laitteet ovat muuttuneet energiatehokkaammiksi. Lasku on kuitenkin pienempi kuin energiamerkinnöistä laskettava säästö. Energiamerkinnässä oletetaan korkeammat pesulämpötilat kuin mitä kotitaloudet todellisuudessa käyttävät.

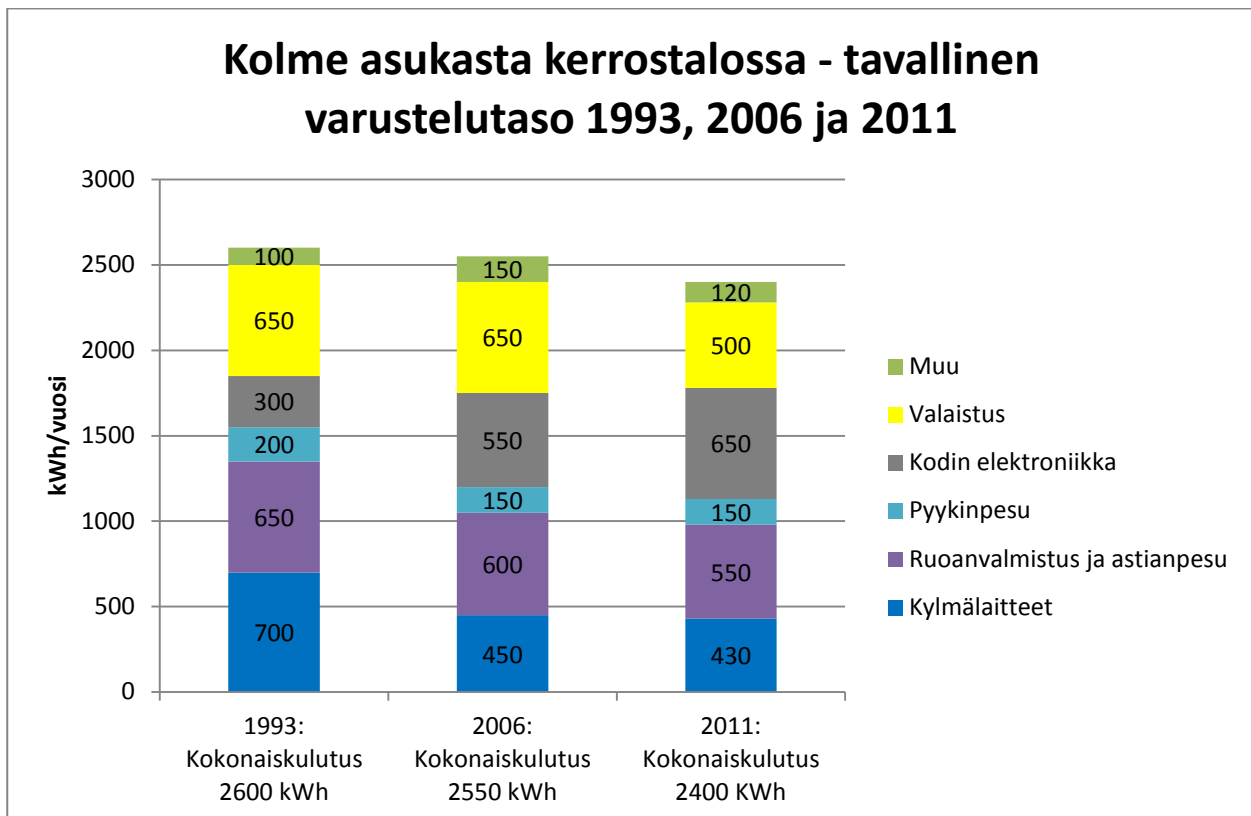
Tietokoneen ja laajakaistayhteyden hankinta nostaa yhden asukkaan talouden kodin elektroniikan kulutusta. Uuden LCD-televisioiden pieni valmiusvirtakulutus kompensoi ruutukoon kasvun. Kolmen asukkaan taloudessakin kodin elektroniikan kulutus on kasvanut. Tähän vaikuttaa myös laitteiden käyttömäärän kasvu, sillä tietokone ja laajakaista kuuluivat varustelutasoon jo 2006. Laitekannan tehostuminen ei riitä kumoamaan laitteiden lukumäärän ja käyttömäärän aiheuttamaa kulutuksen kasvua.

Valaistuskulutuksen ovat pienentyneet. Valaistuksessa on pikku hiljaa siirrytty energiatehokkaisiin lampuihin ja tämä kehitys oli käynnissä jo 2006. Esimerkeissä prosentuaalinen muutos on pienempi kuin kokonaistarkastelussa, koska esimerkit laaditaan mediaanikulutuksista. On hyvä huomata, että muutosvaihe vaikuttaa jakauman muotoon. Siirtymävaiheen puolivälissä valaistuksen jakauma on voimakkaasti vino oikealle ja keskiarvon ja mediaani ero on suuri ja tämä synnyttää eroa mediaani- ja keskiarvopohjaiseen tarkasteluun.

Kuva 6. Yhden asukkaan kerrostalohuoneisto tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011



Kuva 7. Kolmen asukkaan kerrostalohuoneisto tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011



5.1.2 Varustelutason vaikutus yhden asukkaan kerrostaloasunnossa vuosina 2006 ja 2011

Korkean varustelutason esimerkkien avulla kuvataan sitä, miten laitekanta vaikuttaa sähkönkäyttöön. Seuraavaksi tarkastellaan varustelutason kehitystä ajassa.

Vuonna 2006 yhden asukkaan kerrostaloasunnon korkeaan varustelutasoon kuului jääkaappipakastin (t), sähköliesi (t), astianpesukone (p), pyykinpesukone (t), kuivausrumpu (p), LCD televisio (kuvaputkitelevisio), tallentava digiboksi (perusdigiboksi) ja pöytätietokone (p) ja laajakaista (p) ja sähkökiuas (p). Suluissa on kuvattu korkean varustelutason suhde tavallisen varustelutasoon. Suluissa on t, jos laite kuuluu kumpaankin varustelutasoon ja p, jos laite kuuluu vain korkeaan varustelutasoon. Jos laitetypissä on eroa, matalan varustelutason laite on annettu suluissa.

Vuonna 2011 yhden asukkaan kerrostaloasunnon korkeaan varustelutasoon kuului jääkaappipakastin (t), sähköliesi (t), astianpesukone (t), pyykinpesukone (t), kuivausrumpu (p), LCD televisio (t), kannettava tietokone ja erillinen näyttö (kannettava tietokone), laajakaistayhteys (t), sähkökiuas (p), lattialämmitys pesutiloissa (p) ja huoneistokohtainen koneellinen ilmanvaihto (p).

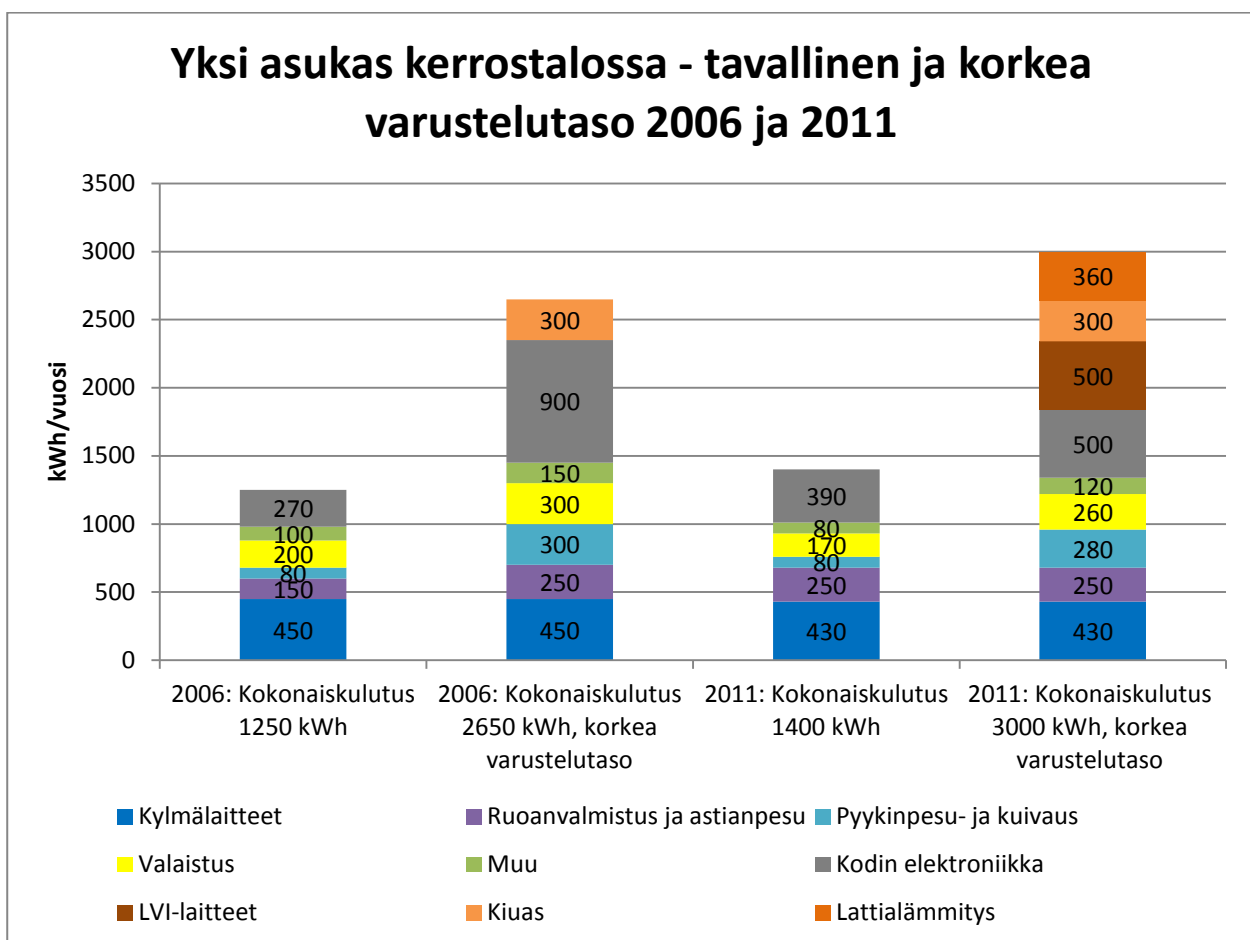
Vuoden 2006 korkean varustelutason laitteista astianpesukone, LCD-televisio, tietokone ja laajakaista kuuluvat 2011 tavalliseen varustelutasoon yhden asukkaan talouksissa. Tosin LCD-televisio on korvannut kuvaputkitelevision ja erillisen digiboksin. Astianpesukone, tietokone ja laajakaista ovat siis yleistyneet niin, että ne nyt ovat osa tavallista varustelutasoa.

Asuntokohtainen sähkösauna ja kuivausrumpu eivät edelleenkään kuulu tavalliseen varustelutasoon. Näistä kahdesta asuntokohtainen sauna on yleisempi. On hyvä huomata, että yhden asukkaan kerrostaloasunnossa sähkösaunan ja kuivausrummun käyttö on selvästi vähäisempää kuin neljän asukkaan omakotitalossa. Tämä koskee erityisesti sähkösauna käyttöä.

Uusina kulutuskohteina korkeaan varustelutasoon on otettu pesutilojen lattialämmitys ja huoneistokohtainen ilmanvaihto. Pesutilojen lattialämmityksiä asennetaan myös vanhoihin kerrostaloasuntoihin. Sen sijaan huoneistokohtaisia ilmanvaihtoja on rakennettu kerrostaloasuntoihin 2000-luvulta alkaen. Esimerkkitalouden huoneistokohtaisen ilmanvaihdon kulutus 500 kWh/vuosi ja lattialämmityksen kulutus 360 kWh/vuosi kuvaavat tilannetta, jossa laitteiden säädöt ja käyttötapa ovat kohdallaan. Kylpyhuoneen lattialämmityksen ala on pari neliötä. Lattialämmityksen ja huoneistokohtaisen koneellisen ilmanvaihdon kulutukset voivat olla 10-kertaisia, jos niitä käytetään varsinaisen lämmitysjärjestelmän sijasta asunnon lämmittämiseen. Lattialämmityksessä tällainen tilanne syntyy, jos pesutila pidetään lattialämmityksellä muuta asuntoa lämpimämpänä ja lämpö pääsee leviämään muualle asuntoon. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihdossa on usein tuloilman lämmitys sähköllä ja on tärkeää, että lämpötila ja ilmamäärä on säädetty asianmukaisesti.

Kuten aiemmin todettiin (kts. s. 24) kerrostaloasukkaat tietävät omakoti- ja rivitaloasukkaita harvemmin asuntonsa lämmitysenergian lähteen. Sama koskee myös ilmanvaihtoa. Tämä luo asiaa koskevalle viestinnälle haasteita.

Kuva 8. Yhden asukkaan kerrostalohuoneisto varustelutason vaikutus 2006 ja 2011

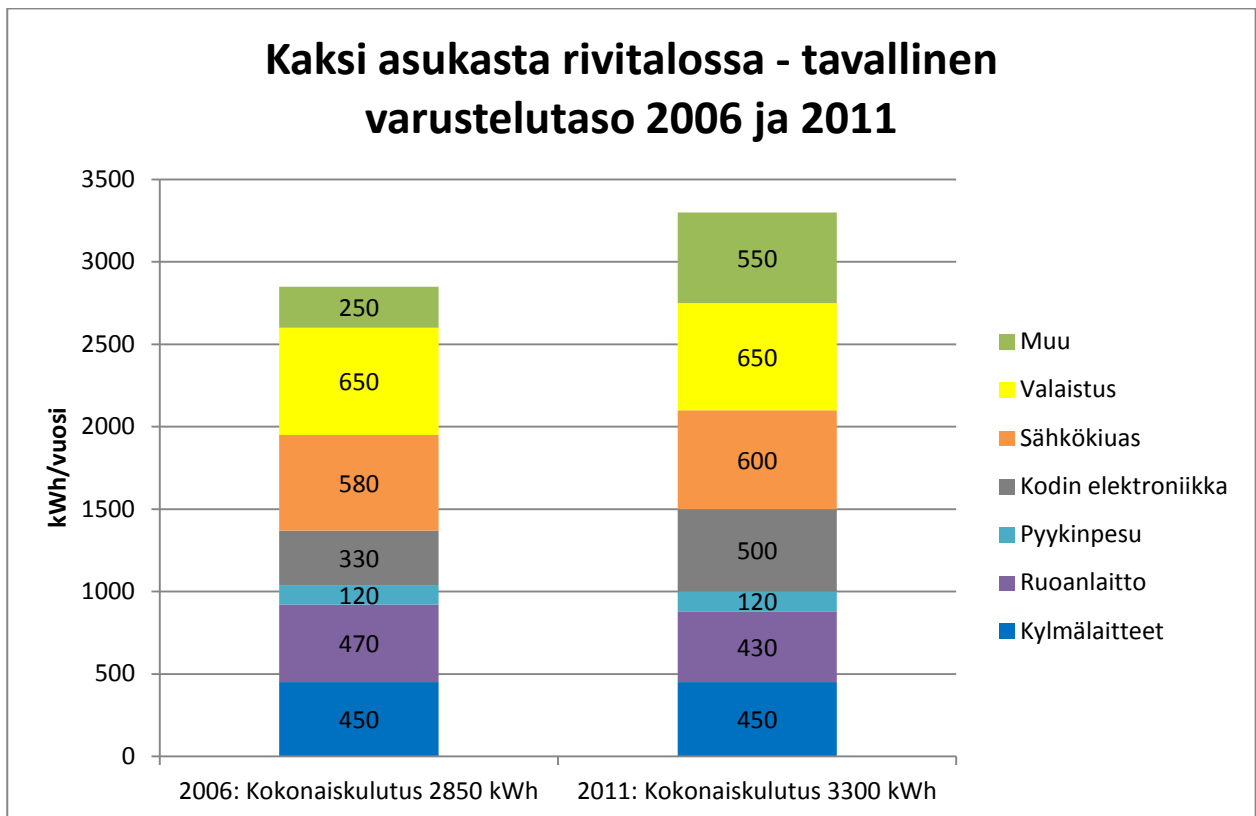


5.2 Rivitaloesimerkit

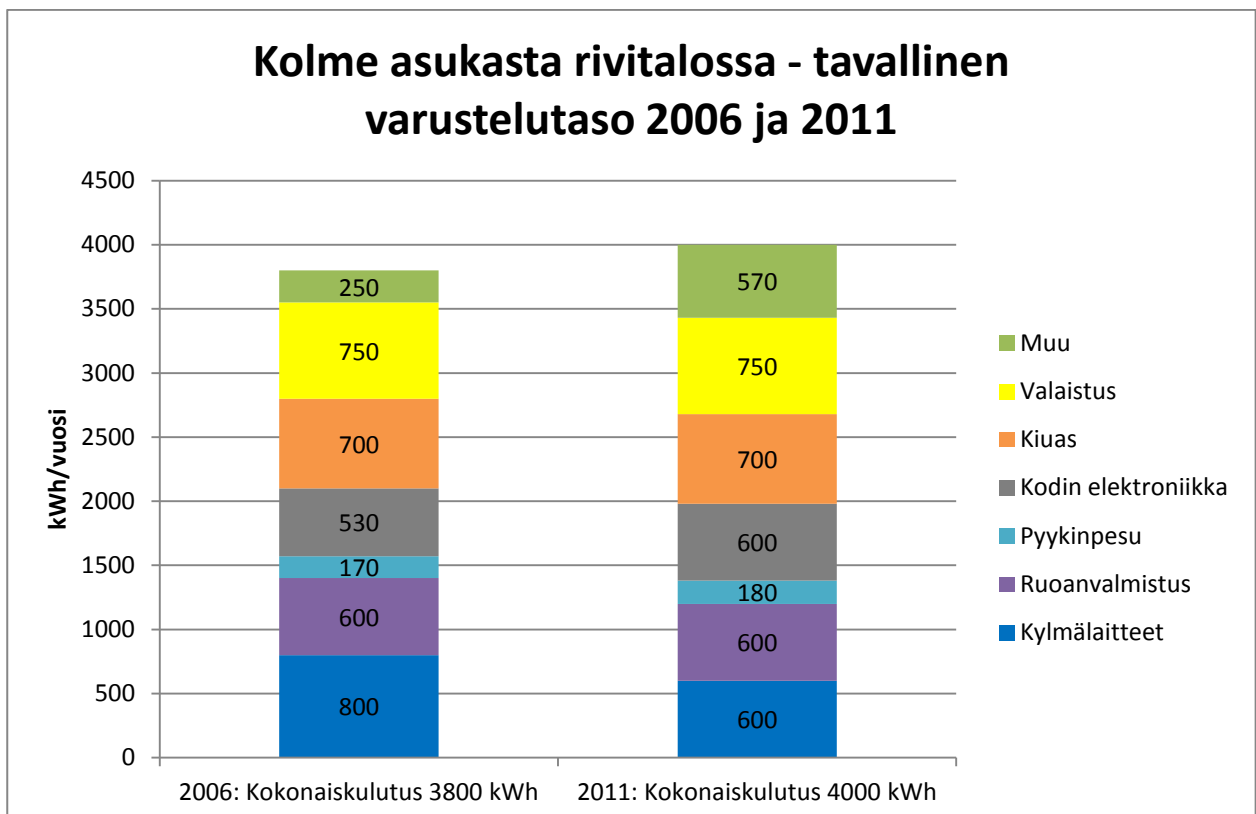
Kuvat 9 ja 10 kertovat, miten sähkönkäyttö on kehittynyt tavallisen varustelutason rivitaloasunnossa. Vuoden 2006 tutkimusraportissa esitettiin kolmen asukkaan taloudelle korkeahko varustelutaso, jossa kodin elektroniikan kulutus oli 1000 kWh (noin 20 %). Lisäksi asunnossa oli lattialämmitys sähköllä. Vertailua varten tämä esimerkki on nyt muunnettu vastaamaan tavallista varustelutasoa vuonna 2006, jolloin kulutuksesta jää pois lattialämmitys ja noin 500 kWh kodin elektroniikan kulutusta.

Tavallisen varustelutason rivitaloasunnoissa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Kodin elektroniikan kulutusta on tullut kumpaankin lisää, kahden asukkaan talouteen enemmän kuin kolmen ja kehitys on samanlaista kuin muissa talousryhmissä.

Kuva 9. Kaksi asukasta rivitalossa – tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011



Kuva 10. Kolme asukasta rivitalossa – tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011



5.3 Omakotitaloesimerkit

5.3.1 Kahden ja neljän asukkaan keskuslämmitteinen kaukolämpöomakotitalo

Omakotitaloista noin puolessa on keskuslämmitys ja noin puolessa huonekohtainen lämmitys. Lämmön energialähde vaihtelee. Keskuslämmityksessä taloissa viisi tärkeintä päälämmönlähdettä yleisyysjärjestyksessä ovat öljy-, kaukolämpö, puu tai pelletti, sähkö (vastus), ja maalämpö. Keskuslämmitteisen omakotitalon esimerkki laskettiin kaukolämpötalolle samalla tavalla kuin vuoden 2006 esimerkki. Vuoden 1993 esimerkkiluvut laskettiin öljylämpötalolle. Kun tuolloinen öljylämmitysjärjestelmän sähkönkäyttö oli varsin lähellä silloisen kaukolämpötalon lämmitysjärjestelmän kulutusta, esimerkki oli hyvin sovellettavissa myös kaukolämpötaloon.

Yhden lämmönlähteen varassa olevat omakotitalot ovat tämän päivän Suomessa harvinaisia. Useimmissa keskuslämmitteisissä omakotitaloissa on lisälämmittimenä takka tai uuni. Niiden lisäksi sähköiset lattialämmitykset ja ilmalämpöpumput ovat varsin yleisiä, joskin yleisyys vaihtelee selvästi päälämmitystavan mukaan. Esimerkiksi ilmalämpöpumppujen yleisyys öljylämmitteisissä taloissa on 22 %, kun niiden yleisyys kaukolämpötalossa on 7 %. Taulukko 7 kuvaa tilannetta.

Öljylämmitteisten talojen keskimääräinen sähkönkäyttö on reilun 1000 kWh eli n. 12 % suurempi kuin kaukolämpötalojen. Öljylämmitteisissä taloissa on myös huonekohtaista sähkölämmitystä (6 %). Kun sähköisiä lisälämmityksiä tarkastellaan kokonaisuutena, niiden yhteenlaskettu yleisyys öljylämpötalossa ylittää selvästi 50 % ja siten öljylämmitteisissä taloissa usein on jonkin merkittävä sähköinen lisälämmitys. Kaukolämpötalossa näin ei ole. Tilanne on tässä ratkaistu siten, että varsinainen esimerkki laaditaan kaukolämpötalolle ja tekstissä kuvataan se, miten öljylämpötalo eroaa kaukolämpötalosta. Ratkaisu perustuu siihen, että kaukolämpötalossa sähköistä lisälämmitystä on vähiten ja öljy on edelleen keskuslämmitteisten omakotitalojen yleisin lämmönlähde.

LVI-laitteet on yleisnimitys lämmitysjärjestelmän, ilmavaihdon ja lämpimän käyttöveden laitteille. Tähän ryhmään kuuluvat mm. kiertovesipumput, öljypolttimet, kaukolämmön lämmönvaihtimet ja koneellisen ilmanvaihdon laitteet. Lämmityksellä tarkoitetaan sitten varsinaista lämmöntuotantoa, mutta käytännössä rajanjako ei ole yksinkertaista, koska sama laite voi tehdä kumpaakin. Käytetty lämmönlähde vaikuttaa luonnollisesti siihen, onko järjestelmässä öljypoltin vai lämmönvaihdin.

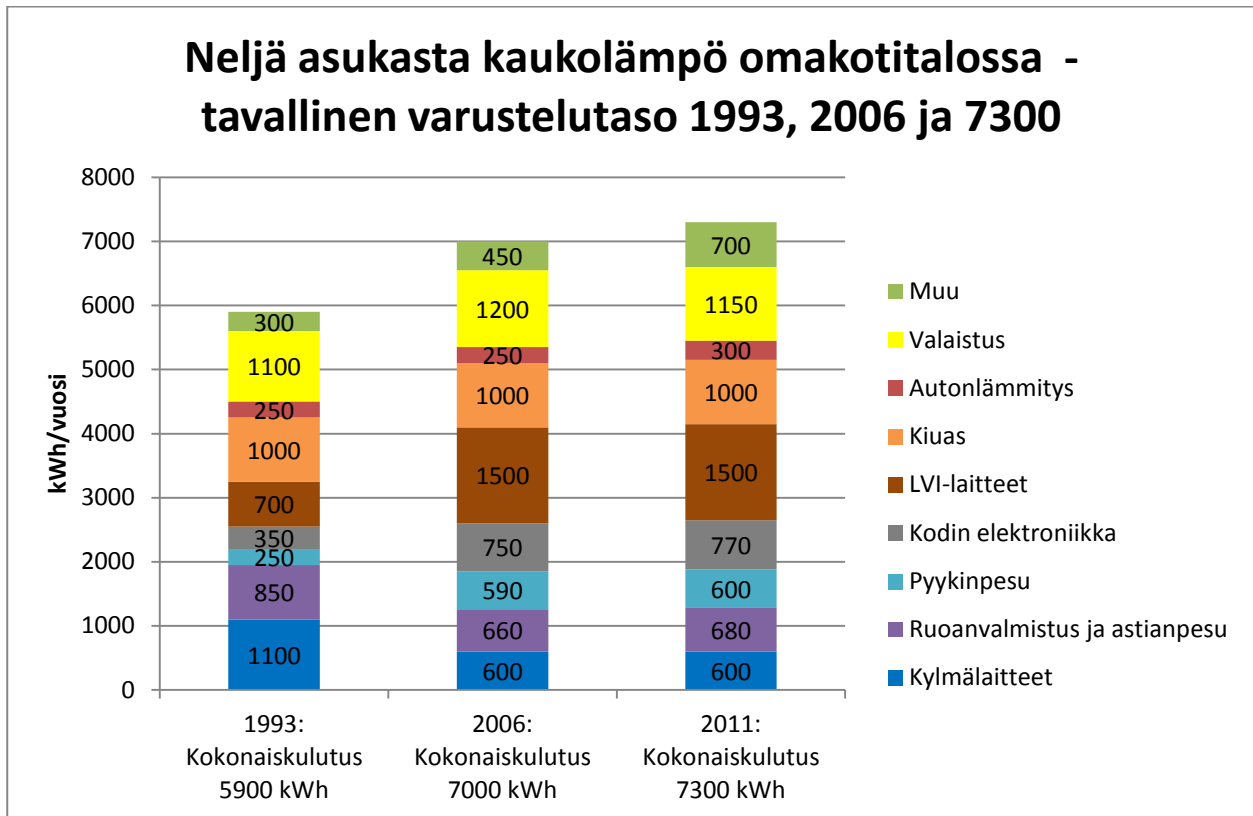
Koneellinen ilmanvaihto on yleistynyt pientaloissa 1980-luvulta alkaen. Tätä vanhemmissa taloissa on yleensä painovoimainen (luonnollinen) ilmanvaihto. Neljän asukkaan esimerkkitalossa ilmanvaihto on koneellinen poisto ja lämmön talteenotto. Kahden asukkaan talossa on luonnollinen ilmanvaihto, koska kahden asukkaan taloudet asuvat vanhemmissa asunnoissa kuin neljän asukkaan taloudet.

Useimpien laitteiden sähkönkäyttö riippuu asukkaiden lukumäärästä. Erityisesti tämä koskee ruoanvalmistusta, astianpesua, pyykinpesua ja –kuivausta, mutta myös kodin elektroniikka ja valaistusta. Valaistukseen vaikuttaa luonnollisesti myös asunnon koko.

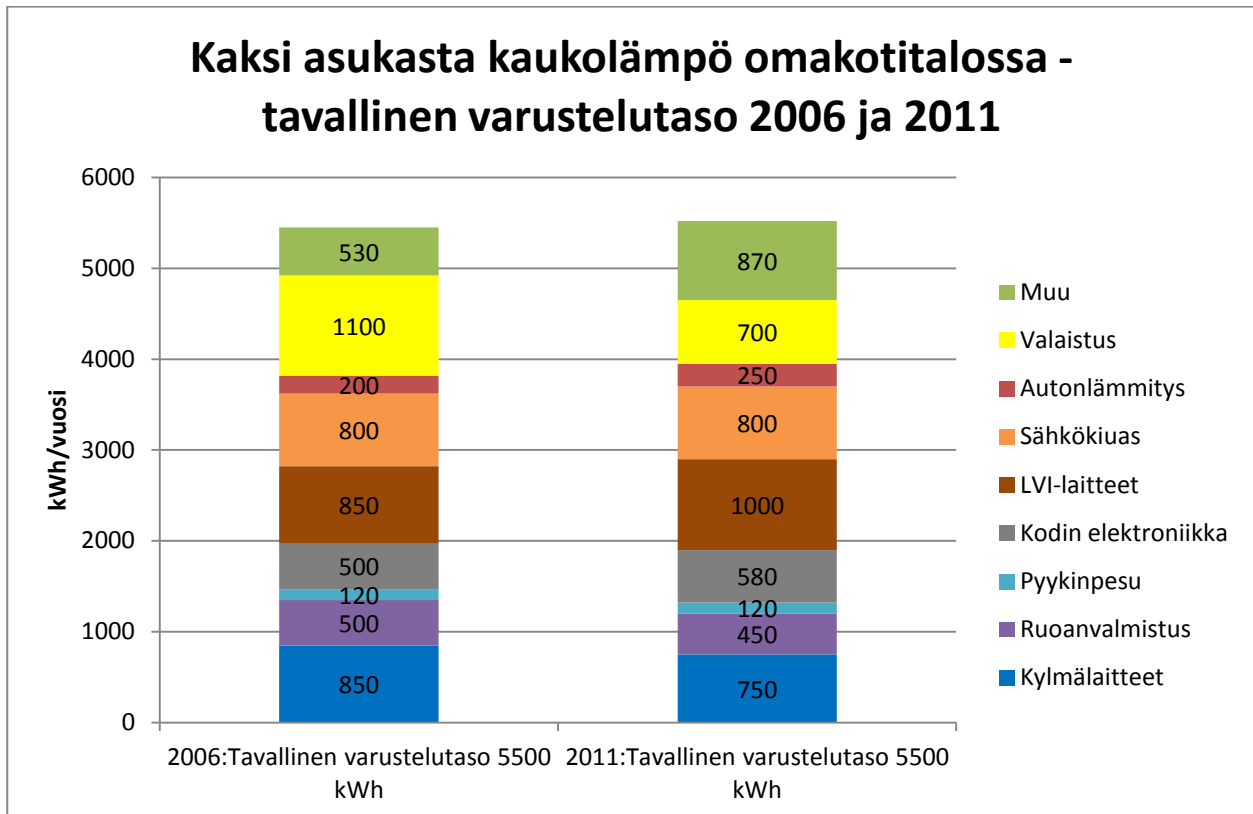
Vuoden 2006 raportissa kahden asukkaan omakotitalon varustetasoa luonnehdittiin korkeahkoksi ja asunnossa oli tavallista enemmän viihde-elektroniikka. Tässä esitetään vuoden 2006 tavallinen varustelutaso, jotta vertailu olisi mielekäs.

Kuten kuvat 9 ja 10 osoittavat kaukolämmityksessä omakotitaloissa ei ole tapahtunut isoja muutoksia ajanjaksolla 2006-2011. Valaistuksen kulutus on laskenut ja lasku näkyy selvästi kahden asukkaan omakotitalossa. Kodin elektroniikassa on lievää kasvua ja tietokoneiden osuus kokonaisuudesta on kasvanut. LVI-laitteiden kulutusosuuden nousu kahden asukkaan taloudessa on seurausta niiden tarkemmasta mallintamisesta kuin varsinaisista muutoksista esimerkissä. Myös autonlämmittimen kulutusarvio on noussut, mutta tässäkin todennäköinen selittäjä on parempi mallinnus.

Kuva 11. Neljä asukasta kaukolämpöomakotitalossa tavallinen varustelutaso 1993, 2006 ja 2011



Kuva 12. Kaksi asukasta kaukolämpöomakotitalossa tavallinen varustelutaso 2006 ja 2011



Tilanne muuttuu, jos kaukolämmitteisen talon sijasta tarkastellaan öljylämmitteistä taloa, jossa on paljon erilaisia sähköisiä lisälämmityksiä. Pesutilojen lattialämmitys on 28 % öljylämmitystaloja, mikä lisää kulutusta noin 650 kWh/vuosi. On hyvä huomata, että säädöt ja käyttötapa vaikuttavat merkittävästi lattialämmityksen kulutukseen ja kulutus voi yksittäistapauksissa olla selvästi suurempi. Noin 34 % öljylämmitteistä taloista on lämpöpumppu. Näistä valtaosa on ilmalämpöpumppuja, joiden sähkönkäyttö on vuositasolla noin 1500-2000 kWh. Ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumppujen kulutuksessa on niin paljon vaihtelua, ettei kulutusarviota ole mielekästä esittää.

5.3.2 Kahden ja neljän asukkaan sähkölämmitteinen omakotitaloasunto

Suomen omakotitaloista noin 44 % on sähkölämmitteisiä. Valtaosalla sähkölämmittäjistä on huonekohtainen lämmitys, tavallisimmin sähköpattereilla. Vain noin 13 % sähkölämmityksistä on toteutettu keskuslämmityksenä.

Useimmissa sähkölämmitteisissä omakoti- ja paritaloissa käytetään sähkön rinnalla muita energialähteitä. Huonekohtaisessa lämmityksessä yleisin yhdistelmä on sähkö ja puu 46 %, toiseksi yleisin sähkö, puu ja ilmalämpöpumppu 30 %. Vain sähköä käyttää 11 % ja sähköä ja ilmalämpöpumppua 13 %. Kuten taulukko 7 osoittaa myös vesikiertoisessa sähkölämmityksessä käytetään rinnalla puuta ja lämpöpumppujen tuottamaa energiaa.

Yleisin sähkölämmitys on siis huonekohtainen suora sähkölämmitys, jossa sähkön rinnalla käytetään puuta lämmitykseen. Tämä on valittu esimerkkitalouden lämmitystavaksi. Talon pinta-alana käytetään 120 m² ja esimerkit on laadittu kahden ja neljän asukkaan taloudelle. Aineistossa neljän asukkaan taloissa pinta-ala on tätä jonkin verran suurempi (135 m²) ja kahden asukkaan taloissa jonkin verran pienempi (115 m²), joten pinta-ala on luonteva valita tästä välistä. Saman pinta-alan käyttö näissä kahdessa esimerkissä havainnollistaa niin laitesähkön oheislämmön hyödyntymistä kuin asumisväljyyden vaikutusta energiankäytön jakaumaan. Aiemmissa sähkölämmitysesimerkeissä on yleisesti käytetty pinta-alana 120 neliötä, joten vertailtavuuskin puoltaa tätä valintaa.

Kuvassa 13 esitetään kahden asukkaan ja kuvassa 14 neljän asukkaan sähkölämmitteisen omakotitalon sähkönkäytön jakauma. Neljän asukkaan talossa sähkönkäyttö on 19600 kWh vuodessa ja kahden asukkaan talossa 17400 kWh. Lämmitysenergiaa kummassakin talossa käytetään 16000 kWh.

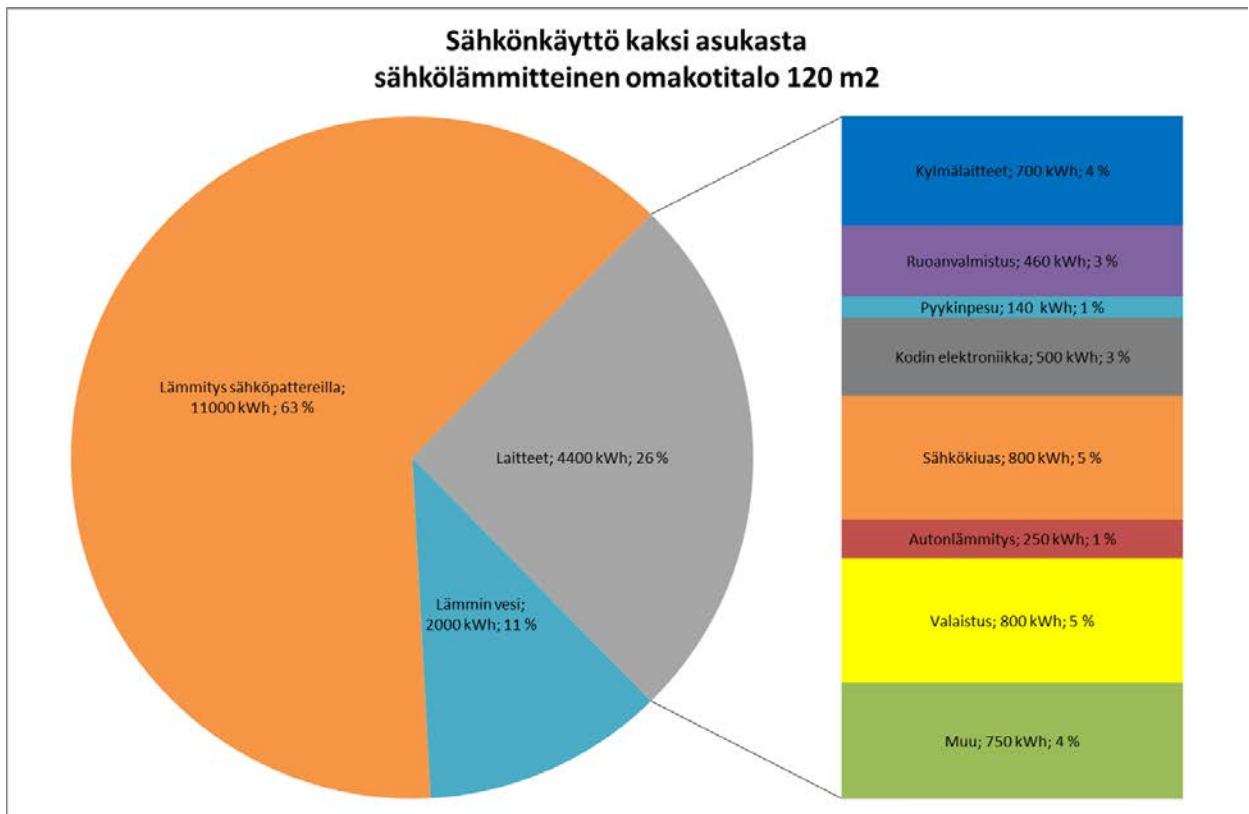
Neljän asukkaan taloudessa sähkönkäyttö on 2200 kWh suurempi kuin kahden asukkaan taloudessa, koska he kuluttavat 1600 kWh enemmän lämpimään käyttöveteen ja koska suuremmasta laitesähkön kulutuksesta suurempi osa laitesähköstä jää hyödyntymättä lämmityksessä. On hyvä huomata, että kummassakin taloudessa laitesähköstä hyödyntyy lämmityksessä n. 68 %. Kun neljän asukkaan taloudessa laitesähkönkäyttö on suurempi, jää tästä suuremmasta kulutuksesta suurempi absoluuttinen osa hyödyntymättä. Hyödyntymiseen vaikuttaa sähkönkäytön rakenne. Vaipan ulkoiset kuormat kuten autolämmitys ja ulkovalaistus eivät hyödynny lämmityksessä. Myöskään kesäaikainen (lämmityskauden ulkopuolinen) sähkönkäyttö ei hyödynny lämmityksessä.

Taulukossa 13 on kuvattu, mistä lähteistä 16000 kWh lämmitysenergia saadaan. Kummassakin talossa käytetään puuta, joka tässä esitetään hyötyenergiana. Jos puunpolton hyötysuhde on 80 % [Alakangas & alia 2008], tulee poltettavan puun määräksi noin 1,5 pino-m³ koivupilkettä. Hyötysuhde voi olla selvästi matalampikin, jolloin puumäärä on suurempi. Puun keskikäyttö sähkölämmitteisissä taloissa on 4,2 pino-m³ [Alakangas & alia 2008], joten esimerkissä ei ainakaan yliarvioida puun käytön suuruutta.

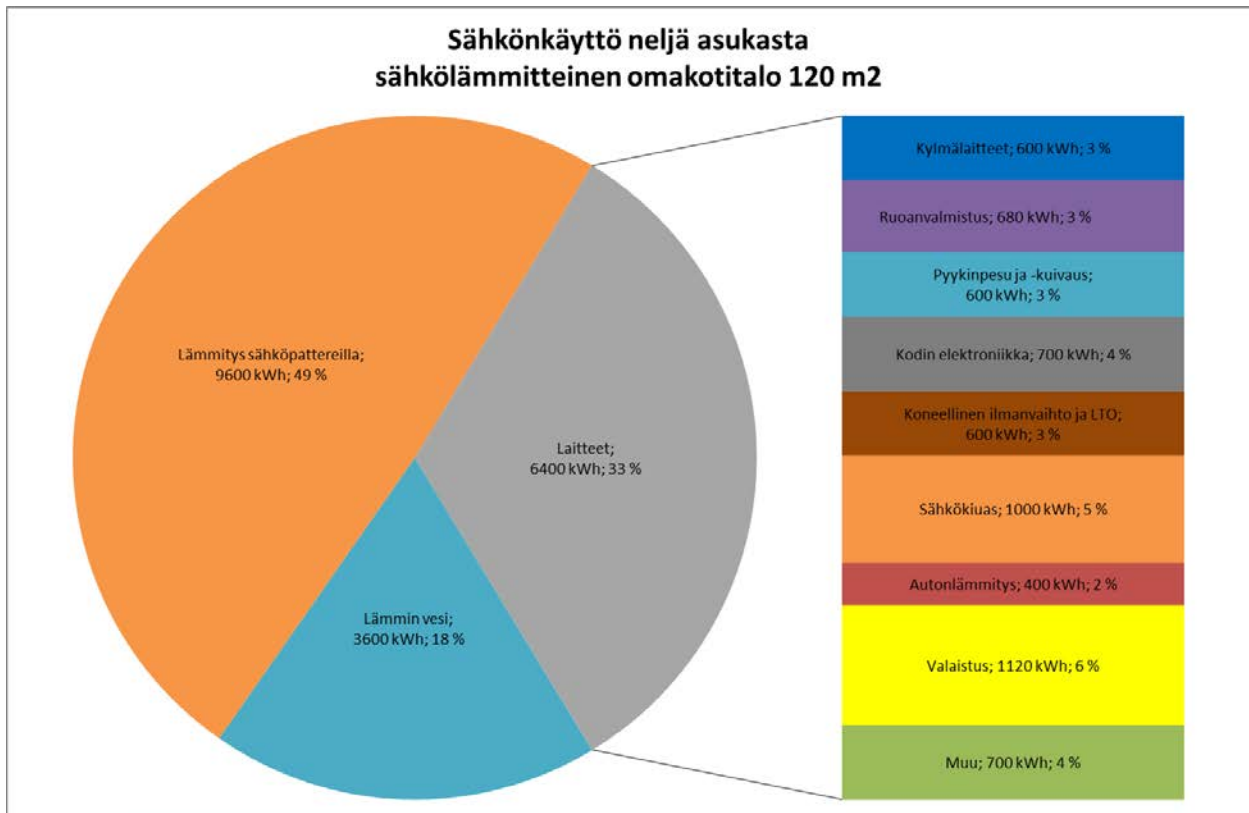
Taulukko 13. Lämmitysenergian lähteet sähkölämmitteisessä omakotitalossa

Lämmitysenergia	Kaksi asukasta 120 m ² omakotitalossa	Neljä asukasta 120 m ² omakotitalossa
Kokonaistarve	16000	16000
Laitteiden oheislämpö	3000	4400
Lämmityssähkö	11000	9600
Ilmasta	0	0
Puusta	2000	2000

Kuva 13. Sähkölämmitteinen kahden asukkaan omakotitalo 2011



Kuva 14. Sähkölämmitteinen neljän asukkaan omakotitalo 2011



Sähkölaitteiden käytön synnyttämä oheislämpö hyödyntyy lämmityksessä ja sähköpattereille jää neljä asukkaan taloudessa 9600 kWh ja kahden asukkaan taloudessa 11000 kWh. Kummassakaan taloudessa ei ole ilmalämpöpumppua. Myös ilmalämpöpumput ovat yleisempiä isoissa asunnoissa ja siksi sitä ei ole sisällytetty neljän asukkaan talouden esimerkkiin, jossa asunnon koko on keskimääräistä pienempi. Tällainen esimerkki on muodostettavissa myöhemmin.

5.3.3 Varustelutason vaikutus neljän asukkaan omakotitaloasunnossa

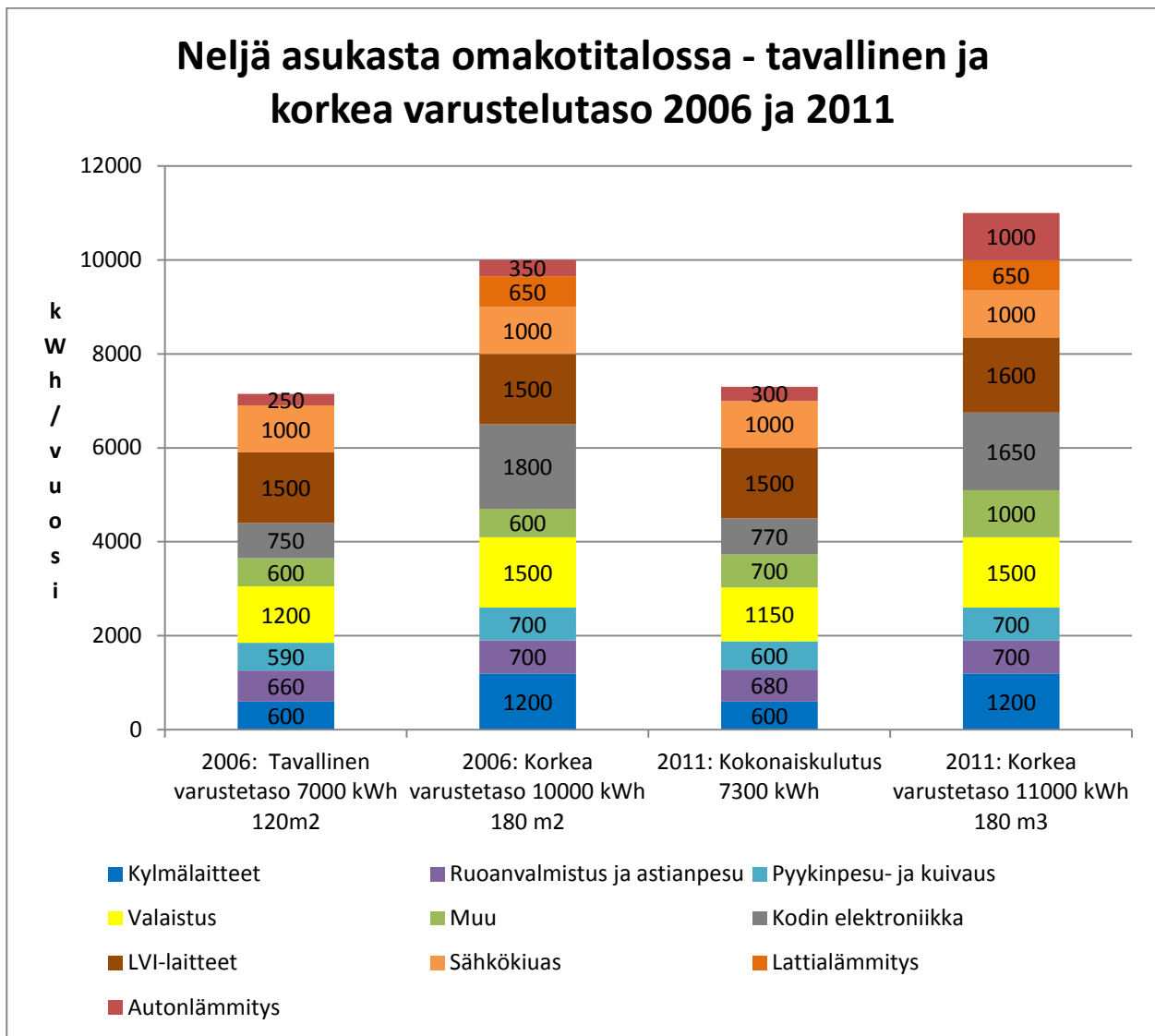
Omakotitalon korkean varustelutason esimerkki on laadittu neljän asukkaan kaukolämpöotalolle ja sen avulla kuvataan sitä, miten laitekanta vaikuttaa sähkönkäyttöön. Ensin tarkastellaan varustelutason kehitystä ajassa.

Verrattaessa tavallista ja korkeaa varustelutason neljän asukkaan kaukolämpöomakotitalossa vuosina 2006 ja 2011 havaitaan vain yksi selvä muutos. Autonlämmitykseen käytetyn sähkön määrä on kasvanut ja tämä johtuu siitä, että korkean varustelutason taloudessa käytetään lohkolämmittimen lisäksi auton sisätalälämmitintä. On kuitenkin hyvä huomata, että autonlämmitys oli yksi edellisessä hankkeessa havaittuja kehittämisalueita, joten todellinen muutos ei välttämättä ole niin suuri kuin esimerkin perusteella voisi päätellä.

Toinen muutos on tapahtunut kodin elektroniikan sisällä. Tietokoneista suurin osa on kannettavia. Toisaalta laitteiden määrä tässä ryhmässä on kasvanut.

Vuonna 2006 neljän asukkaan omakotitalon korkeaan varustelutasoon kuului kolme kylmälaitetta (kylmiöpakastin, erillinen pakastin ja viinikaappi) tavallisen varustelutason kahden laitteen (jääkaappi, kaappipakastin) sijasta. Ruoanvalmistuksen ja astianpesu sekä pyykinpesun- ja kuivauksen osalta laitekannassa ei ole suuria eroja. Korkean varustelutason taloudella voi esimerkiksi olla valmiustilassa oleva kahvinkeitin ja höyryprässä. Merkittävät varustetasoerot olivat kodin elektroniikassa, jossa korkean varustelutason talouden kulutus oli 2,4-kertainen verrattuna tavallisen varustelutason talouteen. Taloudessa oli ison LCD-televisioiden ympärille rakennettu kotiteatteri (800 kWh), toinen televisio lisälaitteineen (digiboksi, dvd) 200 kWh ja kaksi pöytä tietokonetta, kannettava, langaton verkko, laajakaistayhteys ja tulostin.

Kuva 15. Neljän asukkaan omakotitalo varustelutason vaikutus 2011



6 Kansainväliset vertailut

Kansainvälisten vertailujen tekeminen on tunnetusti vaativaa. Pohjoismaat ovat monessa suhteessa samanlaisia yhteiskuntia, joten ne ovat luonteva valinta haettaessa kansainvälistä vertailukohtaa. Myös ilmasto-olosuhteet ovat Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa samankaltaiset. Hankkeen tuloksia verrataan lämmityksen ja laitekohtaisten kulutusten osalta muissa Pohjoismaissa saatuihin tuloksiin.

6.1 Energiankulutus ja lämmitystavat Pohjoismaissa

Asumisen energiankulutuksen energialähdejakaumassa on Pohjoismaissa merkittäviä eroja. Tämä käy ilmi kuvasta 16. Norjassa asumisen energiasta valtaosa on sähköä ja sähkön osuus on kasvussa [NVE, 2012]. Sähkö on Norjassa myös asuntojen yleisin lämmitysenergia. Vuonna 2009 norjalaisista talouksista 95 % käytti sähköä lämmitykseen. Samoin kuin Suomessa sähkön rinnalla käytettiin muita lämmön lähteitä, yleisimmin puuta. 92 % norjalaisista omakotitaloista oli mahdollisuus käyttää sähkörinnalla jotain polttoainetta. Kaikista talouksista 18,5 % oli hankkinut lämpöpumpun. Omakotitaloissa osuus oli 33 %. [Statistics Norway, 2011]

Ruotsin tuoreimmat tiedot ovat vuodelta 2011. Ruotsissa 65 % pientaloista käytti sähköä lämmityksessä⁵. Tästä vain sähkö käyttävien osuus oli 26 %. Sähkön rinnalla käytettiin yleisimmin biopolttoaineita (yhdistelmän osuus 21 %) ja maalämpöä (yhdistelmän osuus 4 %). Ainoastaan maalämpöä käyttävien talouksien osuus oli 12 %. Vuonna 2011 miltei joka toisessa ruotsalaisessa pientalossa oli lämpöpumppu, jos tarkasteluun otetaan mukaan kaikki lämpöpumput. Samoin kuin Suomessa yleisin lämpöpumppu on ilma-(ilma)lämpöpumppu, joita pientalojen lämpöpumpuista oli noin kolmannes.

Tanskassa sähkönkäyttö lämmitykseen on vähäistä. Tämä voi olla yksi syy, miksi lämpöpumput ovat Tanskassa yleistyneet muita Pohjoismaita hitaammin. Tuoreimmat tiedot ovat vuodelta 2012, jolloin lämpöpumppujen yleisyys omakotitaloissa oli noin 8 % ja maataloissa noin 13 % - siis selvästi matalampi kuin muissa Pohjoismaissa. Yleisimpiä lämpöpumput olivat vapaa-ajan asunnoissa, joissa niiden yleisyys oli noin 25 %. [Elmodel bolig 2012].

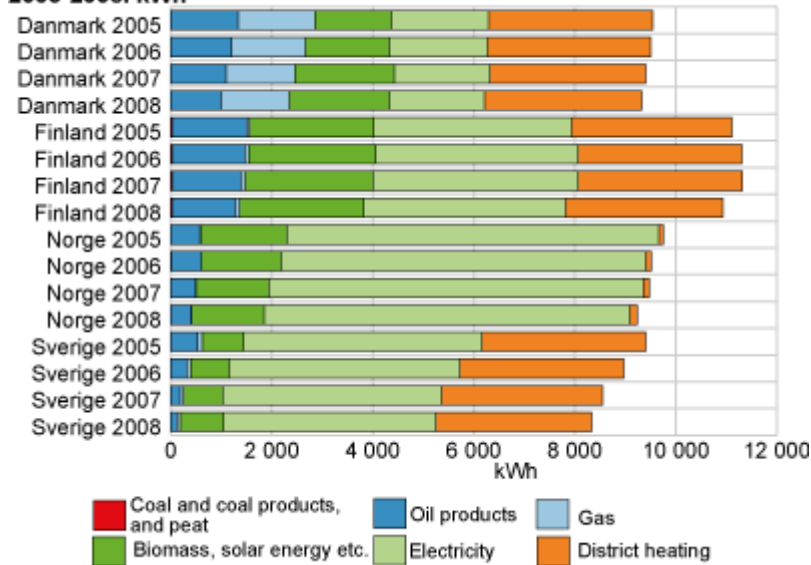
Suomessa omakotitaloista noin 44 % omakotitaloista oli vuonna 2011 sähkölämmitteisiä ja maalämpöä noin 6 %. Sähkölämmitteisistä taloista noin 40 %:lla oli lämpöpumppu. Yleisin oli ilma-ilma-lämpöpumppu. Tarkasteltaessa lämpöpumppujen yleisyyttä Pohjoismaissa voidaan todeta, että Ruotsissa lämpöpumput ovat yleisempiä kuin Suomessa ja Norjassa. Ruotsissa on enemmän sekä maalämpöä että sähkölämmityksen rinnalla käytettäviä lämpöpumppuja. Suomesta ja Norjasta ei ole samaa vuotta koskevia lukuja, mutta näyttäisi siltä, että sähkölämmitteisissä omakotitaloissa lämpöpumput olisivat suunnilleen yhtä yleisiä. Kummassakin maassa lämpöpumput ovat yleistyneet sähkölämmitteisissä taloissa nopeasti. Tanskassa on vähän sähkölämmitystä ja myös lämmitystarve on pienempi kuin muissa Pohjoismaissa. Siellä lämpöpumput ovat asunnoissa selvästi harvinaisempia kuin muissa Pohjoismaissa. Sen sijaan ne ovat yleistyneet vapaa-ajan asuntojen lämmityksessä.

Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa on asumisen energiankäytön trendi ollut jo jonkin aikaa laskeva. Suomessakin kehitys on kääntynyt laskuun. Lämpöpumppujen yleistymisen on edesauttanut kehitystä. On kuitenkin hyvä huomata, että lämmitystapajakauma vaikuttaa lämpöpumppujen yleistymiseen ja siinä suhteessa pohjoismaat ovat erilaisia. Kaikissa maissa käytetään puuta lämmitykseen ja kaikissa maissa lämpöpumput näyttävät korvaavan lämmityksessä myös puuta. Norjassa päälämmitysmuoto on sähkö, Ruotsissa sähkö ja kaukolämpö. Ainakaan Suomessa kaukolämmön rinnalla ei juuri lämpöpumppuja käytetä. Norjassa ja Ruotsissa lämpöpumppujen korvaama toinen lämmitysenergia on siis sähköä. Sen sijaan Suomessa käytetään lämmitykseen myös öljyä, jota lämpöpumput voivat meillä myös korvata. Näin on myös käynyt, mihin todennäköisesti vaikuttaa öljylämmityksen hinnannousu (kts. esim Vihola & Heljo). Tällaisessa tilanteessa lämmitysenergian määrä pienenee, mutta sähkönkäyttö kasvaa.

⁵ Sisältää maalämpöpumput.

Kuva 16. Asumisen energiankäyttö Pohjoismaissa

Energy consumption in households per person in nordic countries. 2005-2008. kWh



Source: International energy agency.

6.2 Lämmityskulutusten kehitys Pohjoismaissa

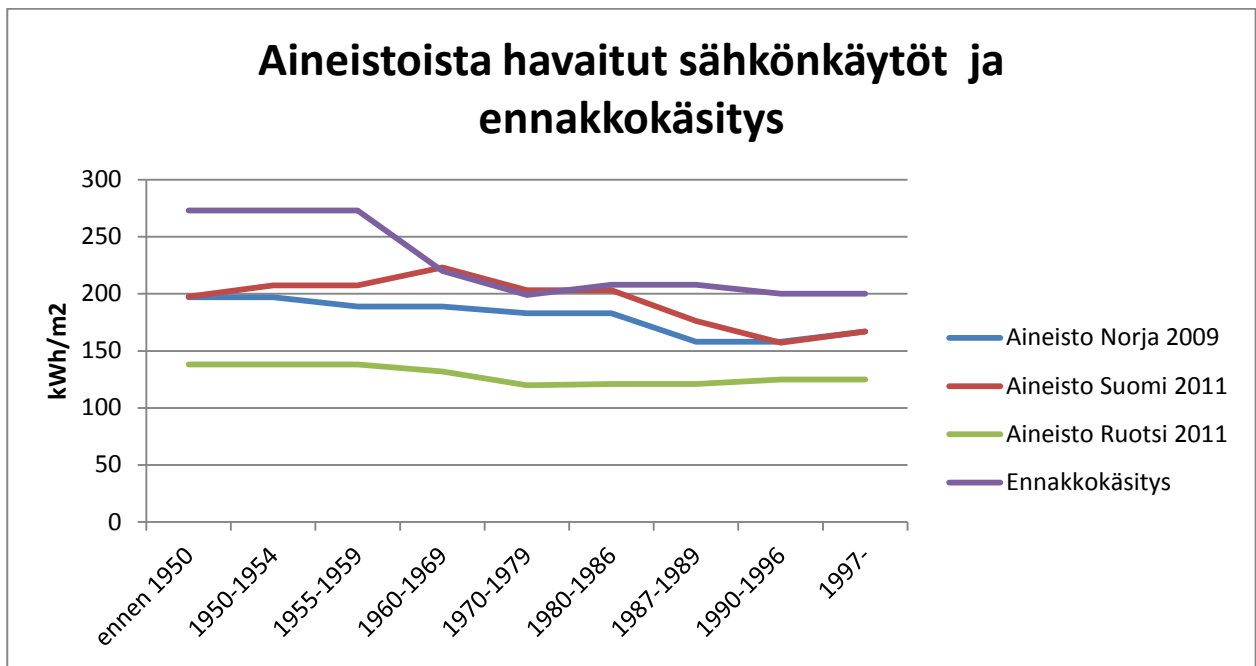
Tarkasteltaessa aineistosta laskettuja sähkölämmitteisten talojen pinta-alaa kohden laskettuja sähkönkäyttöjä lämmitystavan ja talon rakennusvuoden todettiin, etteivät tulokset vastanneet ennakkokäsitystä voimakkaasti ajan myötä laskevasta trendistä. Tämän takia selvitettiin, löytyykö muista Pohjoismaista vertailutiedoksi sopivia tuloksia.

Ruotsissa ja Norjassa energiankäyttöä kotitalouksissa seurataan otantatutkimuksilla. Norjassa tutkimuksen tekee tilastoviranomainen, Ruotsissa Statens Energimyndighet. Molemmista löytyi rakennuksen iän mukaan tilastoitu pinta-alaa kohden laskettu energiankulutustieto. Lukujen tietosisältö ei ole täsmälleen sama. Norjan luku kuvaa kaikkien asuntojen kokonaisenergian käyttöä pinta-alaa yksikköä kohden, Ruotsin luku sähkönkäyttöä sähkölämmitteisissä omakotitaloissa. Kun tavoitteena on varmistaa trendi, tarkasteltavien lukujen ei tarvitse olla sisällöltään täysin yhdenmukaisia, kunhan ne kuvaavat suurin piirtein samaa asiaa.

Kuvassa 17 esitetään monissa selvityksissä käytetty ennakkokäsitys suomalaisten sähkölämmitteisten talojen kulutuksesta rakennusvuoden mukaan, tutkimusaineistosta lasketut tulokset ja Norjan ja Ruotsin vertailutiedot. Aineistoista lasketut luvut kuvaavat kaikki tiettyä vuotta ja ne ovat linjassa keskenään. Käyrien välillä on tasoero. Sen sijaan ennakkokäsitys poikkeaa selvästi joukosta eikä sen voi katsoa kuvaavan tilannetta. Se on ilmeisesti muodostettu yhdistämällä eri aikoina tehtyjen selvitysten tuloksia ja siinä ei ole otettu huomioon ajassa tapahtuvia muutoksia.

Ruotsin tutkimuksessa on selvitetty omakotitaloissa tehtyjä korjauksia ja tulokset osoittavat, että tehtyjen korjausten määrä on sitä suurempi mitä vanhempi talo [Statens energimyndighet, 2012]. On varsin luontevaa olettaa, että tilanne Suomessa ja Norjassa on samankaltainen ja että monille ennen 1960-luvua rakennetuille omakotitaloille on tehty peruskorjauksia ja samassa yhteydessä parannettu energiatehokkuutta.

Kuva 17. Sähkölämmityksen kulutustasoverailu



6.3 Laitteiden ominaiskulutus vertailu muihin Pohjoismaihin

Laitteiden ominaiskulutukset muuttuvat ajassa, joten kansainväliset vertailut ovat mielekkäitä vain, jos tulokset koskevat suunnilleen samaa ajankohtaa ja ne on kerätty samantyyppisellä metodilla. Taulukkoon 13 on kerätty Ruotsin Energimyndighetenin, eurooppalaisen REMODECE projektin ja edellisen kotitalouksien sähkökäyttö tutkimuksen aineiston laitekohtaisia ominaiskulutuksia Pohjoismaista [Fjordbak & Rouhiainen, 2008]. Kaikissa hankkeissa kulutuksia on tutkittu mittaamalla laitteita kotitalouksissa ja mittaukset ajoittuvat vuosiin 2006-2008.

Aineistojen käsittely tapa ei kuitenkaan ole täysin vertailukelpoinen. Suomalaiset mittaukset on yleistetty koskemaan koko maata, kun REMODECE projektissa on raportoitu suorat mittauskeskiarvot. Kun REMODECEn aineistossa perheet ovat yliedustettuina, sellaisten laitteiden kuin pyykinpesukone ja astianpesukone kulutukset ovat suurempia kuin ne olisivat, jos ne olisi laskettu edustavasta aineistosta. Talouden koko nimittäin vaikuttaa näiden laitteiden käyttömäärään. Ruotsin luvut on taas laskettu määritellyille taloustyypeille, joten nekään eivät edusta koko väestöä.

Taulukosta ei siis erilaisen tietosisällön takia voi tehdä tarkkoja vertailuja. Sen sijaan siitä näkee, että laitteiden ominaiskulutusten suuruusluokat ovat samankaltaisia kaikissa Pohjoismaissa.

Taulukko 14. Kotitalouslaitteiden keskimääräisiä kulutuksia eri Pohjoismaissa.

Maa Laite kWh/vuosi	Ruotsi (talouden päämies ikä 26-66 vuotta)		Suomi	REMODECE		
	Pientalot	Huoneistot		Tanska	Norja	Eurooppa
Jääkaappi	196	259	223	287	307	384
Jääkaappi-pakastin	525	495	402	379	374	451
Pakastin	372	421	368	496	631	543
Pyykinpesukone	213	167	124		209	184
Kuivausrumpu	131	243	284		267	347
Astianpesukone	236	214	186		206	234
Pöytätietokone	342	287	191	303	97	276
Kannettava tietokone	36	43	33	61	87	56
Nettiyhteys kiinteä	32	42		102	51	58
Tulostin	51	70				33
Kuvaputki televisio			118	109	172	124
LCD televisio	181	139	240	174	223	186
Plasma televisio				427	325	400
DVD	28	38	19	25	21	23
Hi-Fi	50	61		51	103	46
Digisovitin	97	79	72	83	84	75
Ilmastointi					1 179	372
Sähköliesi	456	423	318		287	301
Mikroaaltouuni	38	29	33		30	33
Vedenkeitin	51	45			24	70
Valaistus	937	691	990	908	1 013	487

7 Päätelmät

Käsitteistö ja tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen laajentaminen koko asunnon sähkönkäytön tarkasteluun ja tulosten uusi luokittelu osoittautuivat tarpeellisiksi joskin ennakoituakin vaativimmiksi tehtäviksi. Tutkimuksessa käytetty luokittelu vastaa Tilastokeskuksen uusittua asumisen energiankäytön luokittelua. EU:ssa kehitetään energiapolitiikan seurantaa ja on mahdollista, että luokittelut tarkentuvat. Nykyluokittelua vastaava käsitteistö on käytössä mm. Tanskassa ja otettaneen käyttöön myös Ruotsissa.

Uuden luokittelun tavoitteena on ollut koota lämmitys yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä tuo paremmin esiin taustalla vaikuttavien tekijöiden erot. Lämmitystarvetta lisäävät asumisväljyyden kasvu ja muutokset lämmitystavoissa ja ne muuttuvat suhteellisen hitaasti. Energiatehokkaista lämmitysratkaisuista lämpöpumput ja koneellinen ilmanvaihto toimivat sähköllä, ja niiden yleistyminen näkyy sähkönkäytön kasvuna. Tämän käsittely osana laitesähköä hämärtää vaikutussuhteita ja vaikeuttaa kokonaisuuden ymmärtämistä. Tulokset osoittavat, että painopisteen siirtäminen lämmitykseen oli aiheellinen.

Laitesähkön osalta kehitystä selittävät monet tekijät ja muutokset voivat olla kuten televisioiden kulutuskehitys osoittaa varsin nopeita.

Keskeiset tulokset

Uuden tilastointikäsitteistön mukainen lämmityksen, lämpimän veden ja ilmanvaihdon osuus asuntojen sähkönkäytöstä on noin 60 %, ja tässä ryhmässä vuotuinen kasvu on ollut reilu 4 %. Perinteinen sähkölämmitys vie reilun puolet lämmityskulutuksesta. Perinteisen sähkölämmityksen ja lämpimän veden osuus sähkön lämmityskulutuksesta on noin 70 % ja asuntojen kokonaiskulutuksesta 42 %. Perinteisessä sähkölämmityksessä on lievää laskua, mitä selittää lämpöpumppujen yleistyminen. Voimakasta kasvua sen sijaan on havaittavissa sähkön lämmityskäytössä muiden päälämmitystapojen rinnalla. Sähköisten lattialämmitysten ja ilmalämpöpumppujen sähkönkäyttö muiden lämmitystapojen rinnalla on enemmän kuin kaksinkertaistunut ajanjaksolla 2006-2011.

Kodin laitteiden ja valaistuksen sähkönkäyttö ei kokonaisuutena ole kasvanut, sillä valaistuksen ja televisioiden ja niiden lisälaitteiden valmiustilakulutusten lasku kattaa muiden laitteiden kulutuksen kasvun. Laiteryhmien sähkönkäytön laskun taustalla on eko-suunnitteluasetus.

Laitteista kulutukseltaan kolme suurinta ryhmää (v. 2011) olivat valaistus (8%), kodin elektroniikka (7%) ja kylmälaitteet (7 %). Kodin elektroniikkaan lasketaan televisiot ja tietokoneet lisälaitteineen. Suurin n. 40 % kulutuksen lasku on tapahtunut valaistuksessa. Kodin elektroniikka -ryhmässä tietotekniikan kulutus on viidessä vuodessa kaksinkertaistunut, koska laitteet ovat yleistyneet voimakkaasti. Vuonna 2011 noin 85 % talouksista omisti laajakaistan ja vähintään yhden tietokoneen, kun vuonna 2006 näiden talouksien osuus oli noin 60 %. Samalla tietokoneiden käyttöaika on kasvanut. Laitekannassa tapahtunut tehostuminen – siirtyminen pöytäkoneista kannettaviin – ei riitä kumoamaan volyymikasvua.

Televisioiden lukumäärä ei juuri kasva. Vuosina 2007-2010 myytiin yli 1 760 000 taulutelevisiota, joten pääosa laitekannasta uudistui. Uusissa laitteissa valmiustilakulutus on ekosuunnitteluasetuksen mukaisesti alle 1 W ja useimmissa on sisäänrakennettu digiviritin. Televisioiden valmiustilakulutusten lasku on vaikutukseltaan selvästi suurempi kuin kulutusta kasvattavat tekijät esim. ruutukoon kasvu. Kokonaisuutena televisioiden ja niiden lisälaitteiden kulutus vuodesta 2006 vuoteen 2008 laski noin 30 %.

Auton lämmitykseen käytettävä sähkön määrä on myös selvässä kasvussa, koska lohkolämmittimen rinnalla käytetään yhä useammin sisätalalämmittintä. Samoin laitesähkön käyttöä kasvattaa myös edelleen yleistynyt astianpesukone. Sen yleistyminen tosin pienentää lämpimän veden käyttöä.

Energiatehokkuuden kehitys

Ekosuunnitteluasetus on kääntänyt niin televisioiden kuin valaistuksen sähkönkäytön laskuun. Valaistuksen sähkönkäytössä on tapahtunut 40 %:in lasku ja televisioiden sähkönkäytössä 32 %:in lasku ajanjaksolla 2006-2011. Myös tietokoneiden energiatehokkuus on parantunut, mutta laitteiden yleisyyden ja käyttömäärien kasvu on vaikutukseltaan suurempi kuin energiatehokkuuden paraneminen. On hyvä

huomata, että ruoanlaiton laskeva kulutuskehityksen taustalla vaikuttaa myös ruoanlaittotapojen muutos ja vain osa laskusta on seurausta paranevasta energiatehokkuudesta.

Myös koneellisen ilmanvaihdon lämmön talteenotto ja yleistyvät lämpöpumput parantavat energiatehokkuutta. Kokonaisvaikutus on kiinni siitä, mitä energialähdettä ne lämmityksessä korvaavat ja usein korvattava energialähde on muuta kuin sähköä, jolloin näiden energiatehokkaiden ratkaisujen yleistyminen lisää sähkönkäyttöä.

Energianeuvonnan suuntaaminen

Energianeuvonnan suuntaamisen osalta tutkimuksessa tunnistettiin kolme lämmitykseen liittyvää aihekokonaisuutta. Nämä ovat koneellisen ilmanvaihdon ja sähköisen mukavuuslattialämmityksen oikea käyttö, lämpöpumppujen hankinta ja yhdistelmälämmityksen käyttöön liittyvät kysymykset.

- Aineistossa on selviä viitteitä siitä, että erityisesti kerrostaloissa koneellinen ilmanvaihto ja lattialämmitykset saattaisivat selittää havaittuja korkeita kulutuksia. Näissä talouksissa asukas oli usein tietämätön laitteiden olemassaolosta. Kerrostaloasukkaat ovat myös muita harvemmin perillä asuntonsa lämmitysmuodosta.
- Maalämpöpumpputalouksissa havaittiin muuta aineistoa suurempi hajonta. Tämä viittaa siihen, että ratkaisuissa on edelleen kehitettävää. Vastaavia tuloksia on saatu mm. Isossa-Britanniassa tehdyistä kenttämittauksista.

Tutkimusmetodin ja aineiston keruun kehittäminen

Hankkeessa käytetyn tutkimusmetodin perusidea on erilaista tutkimustietoa yhdistämällä luoda riittävän hyvä kuva sähkönkäytön jakautumisesta loppukäyttöihin. Mallinnuksessa hyödynnetään erilaisia tietolähteitä ja laadittu malli testataan tilastollisesti. Tämä mahdollistaa myös ulkomaisten tutkimustulosten erityisesti kenttämittausten hyödyntämisen ja arvioimisen suomalaista aineistoa vasten.

Tilastollisen analyysin avulla voidaan harvoin määrittää syy-seuraussuhteita yksiselitteisesti. Tulokset antavat viitteitä siitä, mitä kannattaa selvittää tarkemmin. Tämä on hyödyllistä esimerkiksi kalliiden kenttätutkimusten suuntaamisessa. Mallinnuksessa nousivat esiin seuraavat asiat, joiden selvittämistä kannattaa harkita

- Miksi maalämmössä on niin suuri hajonta?
- Minkä takia yhdistelmälämmityksen toimivuus näyttää riippuvan talon iästä?
- Miksi huonekohtaisessa sähkölämmityksessä vedenlämmitys näyttää vievän vähemmän sähköä kuin vesikiertoisessa lämmityksessä?

Kansainväliset vertailut

Saatujen tulosten vertailu muista Pohjoismaista saatuihin tuloksiin osoittaa, että energiankäytön kehitys on ollut samansuuntaista, mutta lähtötilanne vaikuttaa siihen, miten muutokset näkyvät sähkönkäytön kokonaiskehityksessä.

8 Yhteenveto tuloksista

Ruoanvalmistus:

- Ruoanvalmistuksen sähkökäytön taso on entisellään, mutta osuus kokonaisuudesta on laskenut 4 %:sta 3 %:iin.

Kylmälaitteet:

- Kylmälaitteiden sähkökäytössä on lievää laskua. Osuus asuntojen kokonaiskulutuksesta on laskenut 8 %:sta 7 %:iin. Merkille pantavaa on laitteiden lukumäärän lasku. Kakkoslaitteet ovat käymässä harvinaisemmiksi.

Kodin elektroniikka:

- Kodin elektroniikan osuus asuntojen sähkökäytöstä on pysynyt 7 %:ssa. Tietokoneiden ja niiden lisälaitteiden osuus on noussut 2 %:sta 4 %:iin, kun televisioiden kohdalla osuus on laskenut 5 %:sta 3 %:iin.
- Televisioiden lukumäärä ei enää kasva ja suuri osa laitekannasta uudistui vuosina 2006-2011. Televisiokannan uudistumisen myötä laiteryhmän valmiustilakulutukset ovat laskeneet merkittävästi. Ilmiötä voimistaa erillisten digiboksien korvautuminen sisäänrakennetuilla digivirtimillä.
- Tietokoneet ja laajakaistayhteydet ovat yleistyneet nopeasti ja laitteiden käyttäjät ovat kasvaneet. Laitekannassa on tapahtunut tehostumista, kun pöytäkoneista on siirrytty kannettaviin, mutta se ei riitä kumoamaan volyymikasvun vaikutusta.

Astianpesukone:

- Osuus asuntojen sähkökäytöstä on noussut 1 %:sta 2 %:iin. Astianpesukoneet yleistyvät edelleen, mikä kasvattaa laiteryhmän kulututusta.

Pyykinpesu ja kuivaus:

- Laiteryhmän kulutustaso ja kulutusosuus 2 % ovat pysyneet entisellään.

Autonlämmitys:

- Autonlämmityksen merkitys on kasvussa. Auton sisätalälämmittimien käyttö yleistyy ja autojen lukumäärä kasvaa. Kulutusosuudeksi saatiin 3 %.
- Autolämmityksen määrä riippuu tarkasteluvuoden lämpötilasta, joten eri vuodet eivät ole suoraan vertailukelpoisia.

Valaistus:

- Valaistuksen osuus asuntojen sähkökäytöstä on kääntynyt selvään laskuun. Vuonna 2006 valaistuksen osuus asuntojen kokonaiskulutuksesta oli 14 %, nyt osuus on 8 %.
- Kehityksen taustalla on energiatehokkaiden lamppujen yleistyminen, mitä on vauhdittanut EU:n ekosuunnitteludirektiivi (2009/125/EY) ja siihen liittyvät asetukset.

Sähkökiukaat:

- Sähkökiukaiden osuus asuntojen sähkökäytöstä on pysynyt ennallaan 5 %:ssa. Laitekohtaisessa kulutuksessa on lievää laskua.

LVI-laitteet:

- Laiteryhmän kulutusosuus 4 % on pysynyt entisellään. Osassa asuntoja näitä laitteita ei ole, joten ryhmän asuntokohtainen merkitys on selvästi suurempi kuin osuus kokonaiskulutuksesta.
- LVI-laitteista on vähän mitattua tietoa. Nyt yleistyvät ratkaisut vesikiertoinen lattialämmitys ja koneellinen ilmanvaihto lisäävät tämän laiteryhmän merkitystä. Lisätiedon tarve on ilmeinen.
- Koneellisen ilmanvaihdon oikean käytön neuvonnalle on tarvetta.

Lähteet

Adato Energia & TTS. 2008. Kotitalouksien sähkönkäyttö 2006.

Alakangas Eija, Erkkilä Ari & Oravainen Heikki. 2008. Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijalämmitys. VTT-R-10553-08.

Christensen, Gram-Hanssen, Petersen, Larsen, Gudbjerg, Rasmussen & Munter. 2011. Air-to-air heat pumps: A wolf in sheep's clothing? Denmark. ECEEE Summer study

Energy Saving Trust. 2012. Detailed analysis from the first phase of the Energy Saving Trust's heat pump field trial

Grönfors Kari. Tilastokeskus. Asiantuntijahaastattelu 29.1.2013.

Fjordbak T. & Rouhiainen V. 2008. Creating Common Nordic Bottom-up Model for Household Electricity. [verkkojulkaisu]. Saantitapa: http://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Förbättrad%20energistatistik/Festis/Final_report%20090208,%20niche.pdf

KOTEK, ETK ja GfK. Kodintekniikkaindeksit 2006, 2007, 2008, 2009 ja 2010.[verkkojulkaisu] Saantitapa: <http://www.kotek.fi/tilastot/>

Rouhiainen, Virve. 2009. "Decomposing Electricity Use of Finnish Households to Appliance Categories" EEDAL'09. Berliini.

Sillanpää Marja-Liisa.1984. Kotitalouden energiankulutusmallit. Työtehoseuran julkaisuja. 132 s. Helsinki.

Statens energimyndighet. 2012. Energistatistik för småhus 2011. Eskilstuna.

Statistics Norway. 2011. Saantitapa: http://www.ssb.no/english/subjects/01/03/10/husenergi_en/

Suomen Sähkölaitosyhdistys ry. 1992. Asumisen sähkönkulutus –tutkimus. 66 s. Helsinki

Suomen Sähkölaitosyhdistys ry. 1995. Kotitalouksien sähkönkäyttötutkimus 1993. 79 s. Helsinki

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2012. Energiatilasto. Vuosikirja 2011.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2012. Väestön tieto- ja viestintätekniiikan käyttö [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-3504. 2011. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 2.11.2012]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/sutivi/2011/sutivi_2011_2011-11-02_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2011. Asumisen energian kulutus –loppuraportti, 24 s.

Tilastokeskus. 2012.a Asunto-olot 2006, 1993 ja 2011. Tilastotietokannat. [verkkodokumentti] 2012.

Zimmermann, Jean Paul. 2009. End-use meting campaign in 400 households in Sweden. Assessment of the Potential Electricity Savings. [verkkojulkaisu]. Saantitapa: http://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Förbättrad%20energistatistik/Festis/Final_report.pdf

Överholm E, Nordsted I, & Bennich P. 2011.The EU labelling system for household appliances and the reality. Comparisons with field measurements in 389 Swedish households. ECEEE 2011 Summer Study.

Vihola J. & Heljo J. 2012. Lämmitystapojen kehitys 2000-2012. Tampereen teknillinen yliopisto.