

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Energy Systems

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Anna Claudelin

VÄHÄHIILISEN ASUMISEN KEHITTÄMINEN KÄYTTÄJÄN NÄKÖKULMASTA

Työn tarkastajat:

Professori Risto Soukka

DI Maija Leino

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
Degree Programme in Environmental Technology

Anna Claudelin

Development of low carbon living from the consumer's perspective

Master's Thesis

2016

99 pages, 25 figures, 16 tables and 17 appendices

Examiners: Professor Risto Soukka
 M.Sc. Maija Leino

Key words: low carbon living, renewable energy, energy efficiency, LCA, consumer, survey

Housing produces approximately 15 percent of Finland's annual greenhouse gas emissions. Therefore consumers have a significant role in achieving the reductions needed to mitigate climate change. The object of this thesis is to identify barriers of improving low carbon living and to determine whether these barriers apply in detached house areas in Lahti. In addition, the consumers' attitudes towards energy saving measures and energy production technologies are determined.

The results of this thesis are based on a survey that was carried out in two detached house areas in Lahti. According to the results, the greatest drivers for improving low carbon living are better understanding of possible annual savings attained and the costs of implementing these techniques. It is also detected that consumers lack knowledge of new technologies. Based on the results of the survey, a life cycle assessment was made. It was detected that if the barriers of low carbon living were overcome, it would be possible to attain an 18 percent annual reduction of the areas' greenhouse gas emissions. The reduction is based on implementing energy solutions of which the consumers are interested in or which they have considered.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty LUT Lahdessa osana CleanAcceptance-hanketta. Kiitos Euroopan aluekehitysrahaston Suomen rakennerahasto-ohjelmalle Kestävää kasvua ja työtä 2014–2020 sekä Päijät-Hämeen liitolle.

Kiitos työni tarkastamisesta ja ohjaamisesta Risto Soukalle ja Maija Leinolle. Ohjaamisesta ja avusta kiitos Suvi Konsti-Laaksolle ja Ville Uusitalolle. Kiitokset myös kaikille muille, jotka ovat tavalla tai toisella osallistuneet tämän työn valmiiksi saamiseen.

Kiitos perheelleni jo neljännesvuosisadan kestäneestä tuesta ja kannustuksesta. Suuren suuri kiitos kaikille ystäväilleni, erityisesti viimeisten viiden vuoden aikana tapaamilleni, kaikista ikimuistoisista hetkistä ja tsemppaamisesta.

Lahdessa 26.10.2016

Anna Claudelin

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNE- JA SYMBOLILUETTELO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoitteet	9
1.2 Työn rakenne ja toteutus	10
2 KOHTI VÄHÄHIILISTÄ ASUMISTA	12
2.1 Rakennuskanta	12
2.2 Kulutustottumukset	14
2.3 Energiatehokkuus	16
2.3.1 Lainsäädäntö	16
2.3.2 Energiatodistus.....	17
2.3.3 Energiatehokkuuden parantamiskeinot.....	19
2.4 Tarkoituksenmukainen asuminen.....	23
2.5 Uusiutuva energia.....	25
2.5.1 Aurinkoenergia	26
2.5.2 Pientuulivoima.....	28
2.5.3 Bioenergia.....	29
2.5.4 Lämpöpumput.....	30
3 ESTEET VÄHÄHIILISEN ASUMISEN TOTEUTUMISEKSI.....	34
3.1 Tiedonpuute.....	34
3.2 Kustannukset.....	36
3.3 Asenteet ja teot.....	37
4 TUTKIMUSMETODOLOGIA	40
4.1 Kvantitatiivinen tutkimus.....	40
4.1.1 Kvantitatiivisen tutkimuksen teoria	40
4.1.2 Kvantitatiivisen tutkimuksen toteutus	45

4.2	Elinkaariarviointi.....	50
4.2.1	Elinkaariarvioinnin teoria	50
4.2.2	Elinkaariarviointimallin toteutus	55
5	TULOKSET.....	61
5.1	Esteet vähähiilisen asumisen toteutumiseksi Lahden seudulla	61
5.1.1	Vastaajien taustatiedot	61
5.1.2	Rakennuskanta ja asuntojen koot.....	62
5.1.3	Lämmitysjärjestelmät.....	64
5.1.4	Energiaan liittyvät ratkaisut ja menetelmät	66
5.1.5	Asenteet ja teot.....	70
5.1.6	Merkittävimmät tekijät energiaan liittyvien muutosten toteuttamiseksi.....	78
5.2	Elinkaariarvioinnin tulokset	79
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	84
	LÄHTEET	92
	LIITTEET	
	Liite 1. Renkomäen ja Venetsian asuinalueet	
	Liite 2. Lisätietoja elinkaariarvioinnin energiantuotantojakaumista	
	Liite 3. Kyselytutkimuksen tuloksia	
	Liite 4. Kyselytutkimus	

LYHENNE- JA SYMBOLILUETTELO

Lyhenteet

COP	Coefficient of Performance	
CO ₂	hiilidioksidi	
E-luku	vuotuinen ostoenergiankulutus nettoalaa kohden	[kWh/m ² a]
EU	Euroopan Unioni	
GWP	Global Warming Potential	
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	
LCA	Life Cycle Assessment	
RakMk	Suomen rakentamismääräyskokoelma	
U-arvo	lämmönläpäisykerroin	[W/Km ²]

Symbolit

a	vuosi	
A	pinta-ala	[m ²]

1 JOHDANTO

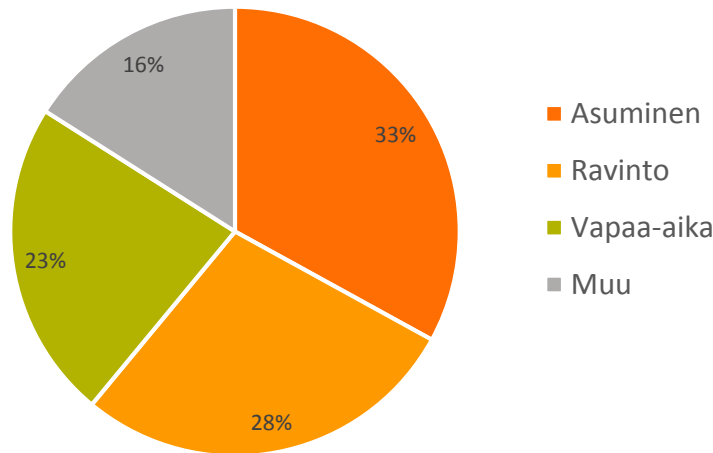
Tarve kasvihuonekaasupäästöjen maailmanlaajuiseen vähentämiseen on suuri; vuoteen 2100 mennessä maailman tulisi olla lähes hiilineutraali, jotta ilmaston lämpeneminen jäisi alle kriittisenä pidetyn kahden celsiusasteen (IPCC 2014). Tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan toimia kaikilla aloilla. Siksi myös EU tavoittelee vähähiilistä yhdyskuntaa, jossa fossiilisten polttoaineiden kulutus on minimoitu ja jossa kasvihuonekaasupäästöjä syntyy huomattavasti nykyistä pienempi määrä. EU:n tavoite vähähiiliselle yhteiskunnalle on kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen 80 %:lla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Tavoitteen kannalta tärkeitä keskittymisalueita ovat energiantuotanto, kiinteistöt, rakentaminen ja liikenne. (Berninger 2013, 10–12.)

Lyhemmällä aikavälillä EU:n tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoden 1990 tasoon verrattuna 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä kasvihuonekaasupäästöjen tulisi vähentyä 40 %:lla. Suomi on saavuttamassa vuoden 2020 tavoitteet, mutta nykyisillä toimilla vuoden 2030 tavoitteet jäävät saavuttamatta. (Lindroos ja Ekholm 2016, 6.)

Suomen energiankulutuksesta noin 30 % aiheutuu rakennuksista, ja tästä osuudesta noin puolet kuluttavat asuintalot. Mikäli Suomen vuosittaisina kasvihuonekaasupäästöinä pidetään viime vuosien tasoa, noin 70 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia, on siitä asumisesta aiheutuvien päästöjen osuus yli 10 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia. Uudisrakennukset ovat vanhempia rakennuksia huomattavasti energiatehokkaampia, mutta rakennuskanta uudistuu liian hitaasti kasvihuonekaasupäästövähennemien toteutumiseksi. Siksi myös vanhemman rakennuskannan energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian hyödyntämistä on parannettava. (Airaksinen et al. 2014, 22.)

Suomalaisista 69 % asuu yksi- tai kaksikerroksissa rakennuksissa, joten pientaloasujilla on huomattavia mahdollisuuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi (Tilastokeskus 2012). Useilla kotitalouksilla voi olla tahtoa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tai rahallisen säästön hankkimiseen, mutta heiltä saattaa puuttua tietoa tarvittavien muutosten toteuttamiseksi. Lisäksi asenteet, kulutustottumukset ja taloudelliset seikat vaikuttavat kuluttajien päätöksiin ja tekoihin koskien energiansäästöä ja uusiutuvaa energiaa. Kuvassa 1 esitetään

kotitalouksien kulutuksen ilmastovaikutusten jakautuminen ja siitä on nähtävissä asumisen osuuden olevan kolmanneksen.



Kuva 1. Kotitalouksien kulutuksen ilmastovaikutusten jakautuminen (Berninger 2013, 12).

LUT Lahden toteuttamassa CleanAcceptance-hankkeessa perehdytään vähähiilisen asumisen nykytilaan, ongelmiin ja mahdollisuuksiin asukkaan näkökulmasta. Hankkeessa tunnistetaan vähähiilisen asumisen malleja ja kehitetään olemassa olevia, ja sen yhtenä keskeisenä lopputuloksena on vähähiilisen asumisen tiekartan laatiminen. Hankkeen kohderyhminä ovat omakotitaloasujat, kerrostaloasujat sekä ikäihmiset. Tässä diplomityössä keskitytään vähähiiliseen asumiseen omakotitaloasujan näkökulmasta hankkeen yhteydessä toteutetun kyselytutkimuksen pohjalta. Kyselyllä kartoitettiin asukkaiden arvonmuodostusprosessia, arvostuksia, asenteita ja tarpeita asumisen kestävyysliityen ja se toteutettiin kevättalven 2016 aikana.

1.1 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on tunnistaa omakotitaloasujien kokemia esteitä vähähiiliselle asumiselle. Työssä kartoitetaan kirjallisuudessa tunnistettuja esteitä, minkä lisäksi kyselytutkimuksen tulosten perusteella tarkastellaan esteiden toteutumista Lahden alueella. Lisäksi työssä pyritään selvittämään, mitkä näistä esteistä ovat merkittävimpiä.

Kyselytutkimuksen tuloksista selvitetään, kuinka demografiset tekijät kuten ikä ja koulutusala vaikuttavat vähähiiliseen asumiseen liittyviin tietoihin, asenteisiin ja tekoihin. Oletettavissa on, että tekniikan koulutustaustan omaavilla on muita vastaajia enemmän tietoa ja vastaavasti vähemmän tiedontarpeita uusista teknologioista kuin muilla. Myös asenteiden uusiutuvaa energiaa ja uusia teknologioita kohtaan voidaan olettaa olevan muita vastaajia myönteisempiä.

Usein ajatellaan nuorten ihmisten olevan tietoisia ympäristöhaasteista, mutta että he eivät tunnista valintojensa yhteyttä näihin ongelmiin. Nuorten vastaajien osalta tarkastellaankin, ovatko heidän asenteensa muita vastaajia ympäristömyönteisempiä ja vastaavatko heidän tekonsa näitä ajatuksia.

Vanhempien vastaajien osalta oletetaan, että heillä on muita vastaajia epäilevämpiä asenteita uusia teknologioita kohtaan. Oletettavissa on myös, että heillä on enemmän tiedonpuutetta ja mahdollisesti hankalampaa löytää tietoa.

Yhtenä CleanAcceptance-hankkeen tavoitteena on vähähiilisen asumisen tiekartan luominen, joten tässä työssä selvitetään elinkaariarvioinnin avulla, millaisia kasvihuonekaasupäästövähenemisiä työssä tunnistettujen esteiden poistamisella voitaisiin ihannetilanteessa saavuttaa kyselytutkimuksen alueilla. Elinkaariarvioinnin tarkoituksena on havainnollistaa esteiden poistamisen vaikutusta, eikä se ole työssä yhtä merkittävässä osassa kuin näiden esteiden kartoittaminen.

1.2 Työn rakenne ja toteutus

Työn teoriaosuudessa käydään ensin läpi vähähiilistä asumista edistäviä toimenpiteitä, joita ovat kulutustottumukset, energiatehokkuus, tarkoituksenmukainen asuminen ja uusiutuva energia. Tässä työssä tarkoituksenmukaisella asumisella tarkoitetaan elämäntilanteeseen sopivassa ja sopivan kokoisessa asunnossa asumista. Energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian hyödyntämistä käsitellään omakotitaloasujan näkökulmasta, joten uusiutuvan energian osalta keskitytään ainoastaan hajautettuun energiantuotantoon. Seuraavaksi kartoitetaan kirjallisuudesta löytyviä vähähiilisen asumisen lisääntymiseen liittyviä esteitä ja hidasteita, joita ovat tiedonpuute, kustannukset sekä asenteet.

Tutkimusmetodologiakappaleessa esitetään kvantitatiivisen tutkimuksen ja elinkaariarvioinnin teoriaa. Lisäksi siinä kerrotaan tämän työn tutkimusmateriaalina käytetystä kyselytutkimuksesta ja tarkastellaan sen luotettavuutta. Tässä työssä hyödynnetään Aaro Koskisen (2016) diplomityönsä yhteydessä laatimaa elinkaarimallia, jota esitellään ja johon tehdyistä muutoksista kerrotaan metodologiakappaleen lopuksi.

Tulososiossa esitetään kyselytutkimuksen tulokset, joiden käsittelyyn on käytetty IBM SPSS Statistics 23 -ohjelmistoa. Lisäksi esitetään GaBi-elinkaariarviointiohjelmistolla toteutetun mallin tulokset. Työn viimeisenä lukuna on yhteenveto ja johtopäätökset, jossa tarkastellaan saatuja tuloksia.

2 KOHTI VÄHÄHIILISTÄ ASUMISTA

Kotitalouksien energiankulutus on keskimäärin 250 kWh/m² (Airaksinen et al. 2014, 22). Tästä keskimäärin puolet kuluu huoneilman lämmitykseen, viidennes lämpimän käyttöveden veden lämmitykseen ja loput 30 % sähkölaitteisiin ja valaistukseen (Motiva 2014a).

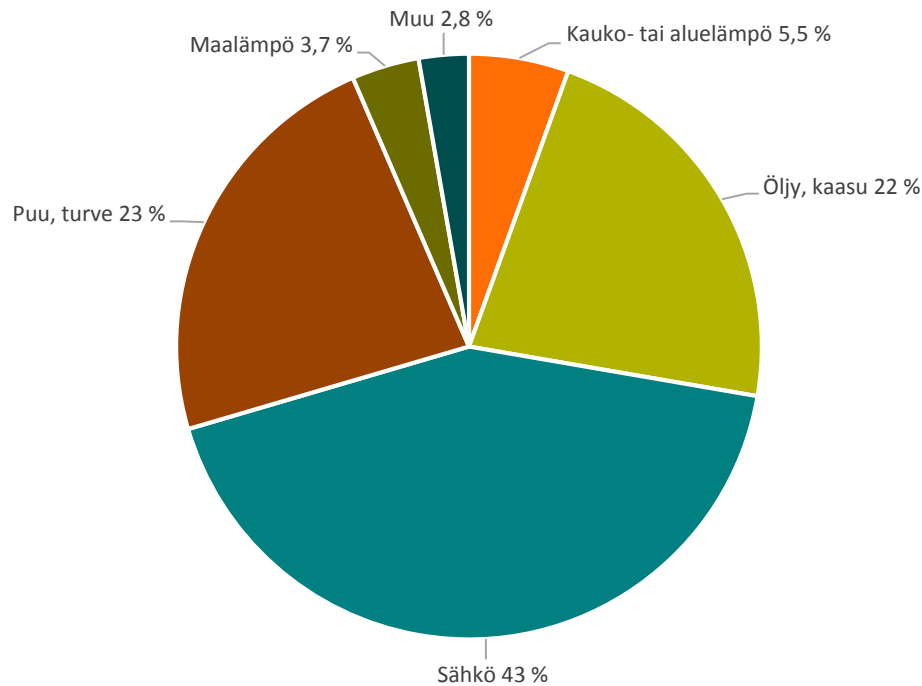
Asumisen vähähiilisyyteen vaikuttavia tekijöitä, joilla asukas voi suoraan vaikuttaa asumisensa kasvihuonekaasupäästöihin, ovat kulutustottumusten muokkaaminen, rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen sekä tarkoituksenmukainen asuminen eli tilojen käytön tehokkuus. Suurin vaikutus kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen on kuitenkin uusiutuvan energian käytön lisäämisellä. Ennen näiden tekijöiden tarkastelemista esitellään nykyistä rakennuskantaa ja niiden lämmitysmuotoja, jotka vaikuttavat uusiutuvan energian käyttämisen ja energiatehokkuuden parantamisen potentiaaliin.

2.1 Rakennuskanta

Asuinrakennusten osuus rakennuskannan energiankulutuksesta on 55 %, ja asuinrakennuskannasta pientaloja (pl. rivitalot) on noin 90 %. Kerrosalana tämä vastaa 55 prosenttia. Näin ollen noin kolmasosa Suomen rakennuskannan kerrosalasta on pientaloja, jotka vastaavat 27 %:sta koko maan rakennuskannan kokonaisenergiankulutuksesta. (Tilastokeskus 2016b; Haakana 2013.) 60- ja 70-luvuilla rakennettuja rakennuksia, joita korjataan tällä hetkellä aktiivisimmin, on omakotitalokannasta noin neljäsosa (Airaksinen ja Vainio 2012, 8). Omakotitalouksilla on siis merkittävä asema asumisen päästövähentämistä tavoiteltaessa, etenkin kun huomioidaan, että omakotitaloasujilla on paremmat mahdollisuudet asuntonsa energiatehokkuuden vaikuttamiseen kuin kerros- ja rivitaloasunnoissa asuvilla.

On arvioitu, että vuonna 2050 rakennuskanta on kolmasosan nykyistä suurempi ja että tämän hetken rakennuskannasta on jäljellä noin 75 %. Liike- ja palvelurakennuskannan poistuma on huomattavasti asuinrakennuskantaa suurempi. (Airaksinen ja Vainio 2012, 8–9). Tämä korostaa tarvetta olemassa olevan asuinrakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta.

Kuvassa 2 on esitetty tämänhetkisten erillisten pientalojen päälämmitysmuodot.



Kuva 2. Päälämmitysmuotojen jakauma nykyisissä erillisissä pientaloissa (Tilastokeskus 2016b).

Suurinta osaa omakotitaloista lämmitetään edelleen sähkölämmityksellä. Yleisin lämmitysmuoto on suora sähkölämmitys, mutta yhä useammin sitä tehostetaan erilaisilla lämpöpumpuilla. Sähkölämmityksen suosiota selittävät sen helppokäyttöisyys ja vaivattomuus, minkä lisäksi sille on olemassa valmis infrastruktuuri. Se on myös helposti ohjattava ja se reagoi sisäisiin lämmönvaihteluihin nopeasti. (Energiateollisuus 2016.)

Öljylämmitys on yleisempää vanhoissa rakennuksissa, sillä nykyään alle 1 % omakotitaloista rakennetaan pelkästään sen varaan. Se soveltuu sekä patterilämmitykseen että vesikiertoiseen lattialämmitykseen. Öljylämmityksen etuna on sen nopea reagointi lämpimän käyttöveden kulutushuippuihin, jolloin erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita, ellei tukilämmityksenä käytetä esimerkiksi aurinkokeräimiä. Lähes kaikilla öljylämmityskattiloilla voidaan polttaa myös maakaasua, mutta maakaasuverkosto kattaa vain hyvin rajallisen alueen. (Suomirakentaa 2013; Saarinen 2004, 6.)

Kaukolämmön osuus koko Suomen lämmitysenergian tuotannosta on lähes puolet, mutta omakotitaloissa se ja aluelämpö eivät ole kovin yleisiä. Kauko- ja aluelämpöä tuotetaan yhteistuotantolaitoksissa sekä erillisissä lämpölaitoksissa. Niiden ympäristövaikutukset riippuvat käytetystä voimalaitostyypistä ja polttoaineista. Yhteistuotantolaitoksilla hyötysuhde on erittäin hyvä, ja uusiutuvaa energiaa käyttämällä ympäristövaikutukset jäävät entistä vähäisimmiksi. (Motiva 2015e.)

Viimeisen kymmenen vuoden aikana maalämpöpumput ovat olleet enemmistön valinta uusiin pientaloihin. Yli puolet vuonna 2014 rakennetuista pientaloista hyödyntää maalämpöä. Puulla lämmittämisen suosio nousi 10 %:iin välillä 2006–2013, mutta putosi seuraavana vuonna. (Motiva 2015f.) Maalämmöllä ja puulla lämmittämisestä on kerrottu tarkemmin uusiutuvaa energiaa käsittelevässä luvussa 2.5.

2.2 Kulutustottumukset

Yksinkertaisesti toteutettavissa oleva tapa vaikuttaa asumisesta syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin on ihmisten kulutustottumuksiin vaikuttaminen, sillä tottumusten muuttaminen ei vaadi kuluttajilta taloudellisia investointeja. Huomattavin energiansäästöpotentiaali kulutustottumusten osalta syntyy sähkön ja lämpimän veden käytöstä, mutta asukkaiden on mahdollista vaikuttaa jonkin verran myös lämmönkulutukseensa. On arvioitu, että sähkön ja veden kulutuksessa säästömahdollisuudet ovat noin 10–30 % ja lämmitysenergian kulutuksessa noin 5–20 %. (Ympäristöministeriö 2012, 21.)

Kiinteistökohtaista energiankulutusta on onnistuttu vähentämään noin 4–15 % aktiivisella energiankulutuksen seurannalla ja vikojen korjaamisella (Airaksinen ja Vainio 2012, 5). Samoina vuonna rakennettujen ja teknisiltä ominaisuuksiltaan identtisten asuintalojen erot voivat suurimmillaan olla jopa 4–5-kertaisia lämmitysenergiankulutuksen osalta. (Airaksinen et al. 2014, 22.) Näin huomattavien erojen syntymiseksi kulutustottumuksissa tulee olla suuria eroavaisuuksia. Huomattavasti paljon enemmän energiaa kuluttavien kotitalouksien kohdalla energiansäästöpotentiaali on mainittua korkeampi.

Teoriassa kulutustottumusten muokkaamisella aikaan saadut energiansäästötoimenpiteet ovat helppoja toteuttaa, mutta käytännössä muutos on hankala saada aikaan. Asukkaiden

tulisi olla tietoisia kulutuksestansa, minkä lisäksi säästötoimenpiteille tulisi olla riittävän hyvä motivaatio. Omakotitaloissa asuville suurimpana motivaationa toiminevat mahdolliset taloudelliset säästöt. Vuokra-asunnoissa se on mahdollisesti riittämätön kannustin, etenkin mikäli laskutus ei perustu todelliseen käyttöön. (Ympäristöministeriö 2012, 21.)

Vuonna 2007 Suomen ympäristökeskuksen HEAT'07-projektissa kymmenen kotitaloutta kokeilivat reaaliaikaista sähkönkulutuksen seurantapalvelua. Neljä kotitalouksista oli sitä mieltä, että mittaus oli auttanut heitä ymmärtämään sähkönkulutusta sekä laitteiden ja sähkölämmityksen vaikutusta kulutukseen. Kuuden kotitalouden mielestä palvelu ei vaikuttanut heidän kulutustottumuksiinsa. Testiryhmä kuitenkin koostui Vantaan Energian työntekijöistä, jotka olivat hankkeesta kiinnostuneita ja joilla on mahdollisesti ollut jo hyvä käsitys omasta energiankulutuksestaan. (Nissinen et al. 2008, 50–52.)

Samana projektin yhteydessä tehtiin kirjallisuusselvitystä aiemmin tehdyistä tutkimuksista. Erään kokoavan tutkimuksen mukaan jatkuva suora palaute vähensi lyhyellä aikavälillä sähkönkulutusta noin 4–12 % vertailuryhmiin verrattuna. Todellista vaikutusta sähkönkulutukseen oli kuitenkin hankala arvioida, sillä vain harvoissa tutkimuksissa oli huomioitu kuluttajien mahdolliset muutokset kulutustottumuksissa pidemmällä aikavälillä. Tutkimuksissa todettiin, että vaikka suora palaute vähentää tehokkaasti sähkönkulutusta ja vaikka informaatio lisää ihmisten tietoisuutta, eivät ne välttämättä muuta ihmisten käyttäytymistä pitkällä aikavälillä. (Nissinen et al. 2008, 13.)

Kirjallisuusselvityksessä käsiteltiin myös Japanissa kehitettyä interaktiivista työkalua, jolla voidaan seurata korkeintaan 18 kotitalouslaitteen sähkönkulutusta sekä huonelämpötilaa. Internet-pohjainen työkalu esittää sähkön ja kaasun kulutuksen Japanin rahayksiköissä jenneissä, antaa käytännön vinkkejä energiankulutuksen pienentämiseen ja sillä voi verrata omaa energiankulutustaan muiden kotitalouksien kulutukseen. Yhdeksän kuukauden mittaisen koejakson aikana testiryhmän sähkönkulutus väheni 18 %. Myös vertailuryhmän sähkönkulutus pieneni 5 %, mutta tuloksista on silti havaittavissa työkalun pienentäneen ihmisten energiankulutusta. (Nissinen et al. 2008, 17.)

Eräessä tutkimuksessa oli listattu huomioita liittyen palautteeseen ja sen antotapaan. Tutkimuksessa todettiin, että parhaita tuloksia saavutetaan, mikäli kuluttaja pystyy seuraamaan

vähintään reaaliaikaista kulutustaan, kustannuksia sekä omaa energiankäytön historiaansa. Lisäarvoa tuovat hiilidioksidipäästöjen ja tariffien esittäminen. Samassa tutkimuksessa todettiin, että vähennystavoitteen asettaminen vaikuttaisi olevan tehokkain tapa kulutuksen pienentämiseksi. (Nissinen et al. 2008, 21.)

Tällä hetkellä Suomessa noin kymmenellä prosentilla Elenian asiakkaista on käytössä internet- tai mobiilipohjaisia energianseurantapalveluita, jotka mahdollistavat energiankulutuksen seurannan vuosi-, kuukausi-, viikko-, päivä- ja tuntitasolla. Talvipakkaset lisäävät käyttäjämäärää ja käyntitiheyttä. Graafisessa muodossa esitetty tieto parantaa asiakkaiden käsitystä omasta sähkönkulutuksesta, minkä lisäksi energiayhtiöt hyötyvät tiedosta, mihin energiaa kuluu. (Kokko 2016.)

2.3 Energiatehokkuus

Uusien rakennusten energiatehokkuusvaatimuksia on kiristetty useita kertoja viime vuosien aikana, ja vuodesta 2020 alkaen uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiatasoa. Tämä ei kuitenkaan riitä tarvittavan energiansäästön saavuttamiseksi, sillä rakennuskanta uudistuu hitaasti. Olemassa olevien rakennusten lämmönhukan pienentäminen onkin keskeisin keino tavoiteltaessa vuoden 2050 tavoitetta, jonka mukaan rakennusten energiankulutuksen tulisi pienentyä 60 %. (Ympäristöministeriö 2012, 20–22.)

Laajat, parempaan energiatehokkuuteen tähtäävät korjaukset on taloudellisesti kannattavaa suorittaa rakennuksen ylläpitokorjauksen, kuten julkisivuremontin, yhteydessä. Hieman pienemmät energiankäyttöä parantavat, esimerkiksi LVIS-järjestelmään liittyvät toimenpiteet, ovat kuitenkin kustannustehokkaita omina toimenpiteinäkin, minkä lisäksi niillä saadaan aikaan ympäristöhyötyjä nopeasti. (Ympäristöministeriö 2012, 21).

2.3.1 Lainsäädäntö

Uudis- ja korjausrakentamiseen vaikuttaa rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010/31/EU), jonka tavoitteena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja vähentää rakennuksista aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä. Se luo perustan energiatehokkuuden määritte-

lemiselle sekä parantamiselle EU:n jäsenmaissa. Kansallisella tasolla direktiiviä sovellettaessa huomioidaan maan ilmasto-olosuhteet, sisäilmaston vaatimukset ja kustannustehokkuus. Direktiivin kolme pääaluetta ovat energiatodistuksen käyttöönotto, energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset sekä lämmityskattiloiden ja ilmastointilaitteiden määräaikaistarkastukset. (Motiva 2015a.)

Rakentamista koskevat yleiset edellytykset, oleellimmat tekniset vaatimukset, lupamenettelyt sekä viranomaisvalvonta on määritelty maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132). Suomen rakentamismääräyskokoelmaan on koottu tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet, joista säännökset ovat annettu asetuksina ja ovat näin ollen velvoittavia. Ohjeet puolestaan ovat ministeriön antamia ja täten suosituksia. Rakennusten energiatehokkuuteen liittyvät määräykset ja ohjeet löytyvät rakentamismääräyskokoelman osasta D3. (Ympäristöministeriö 2016a.)

2.3.2 Energiatodistus

Energiatodistukset on luotu helpottamaan rakennusten energiatehokkuuden vertailua myynti- ja vuokrautilanteissa. Pientalon energiatodistus tulee esittää haettaessa uudelle rakennukselle rakennuslupaa ja myydessä tai vuokrattaessa olemassa olevaa, vuonna 1980 tai sen jälkeen rakennettua taloa. 1.7.2017 alkaen myös ennen vuotta 1980 rakennetuista pientaloista tulee esittää energiatodistus. Energiatodistusta ei vaadita alle 50 neliömetrin rakennuksilta. (Motiva 2015b.)

Energiatodistus on laskennallinen ja se perustuu rakennuksen ominaisuuksiin ja niistä aiheutuvaan energiankulutukseen. Saatava E-luku (kWh/m² vuosi) ottaa huomioon käytetyn energian tuotantomuodon, sillä rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus painotetaan energiantuotantomuodon kertoimella. Laskennallisuuden ansiosta lukuun ei vaikuta rakennuksen käyttäjien kulutustottumukset, joskin todistuksessa ilmoitetaan myös toteutunut energiankulutus. Energiatehokkuuden laskennassa on käytössä samat energiatehokkuuden määritelmät ja kertoimet kuin 1.7.2012 voimaan tulleissa uudisrakentamisen energiatehokkuusmääräyksissä. (Motiva 2015b.)

Taulukossa 1 on esitetty energiatehokkuusluokat ja E-luvut nettopinta-alaltaan alle 120 m² olevalle pientalolle ja taulukossa 2 nettopinta-alaltaan 120–150 m² olevalle pientalolle.

Taulukko 1. Energiatehokkuusluokan määrittely alle 120 m²:n erillisille pientaloille (YMa 176/2013, 18).

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku [kWh/m ² a]
A	$E\text{-luku} \leq 94$
B	$95 \leq E\text{-luku} \leq 164$
C	$165 \leq E\text{-luku} \leq 204$
D	$205 \leq E\text{-luku} \leq 284$
E	$285 \leq E\text{-luku} \leq 414$
F	$415 \leq E\text{-luku} \leq 484$
G	$485 \leq E\text{-luku}$

Taulukko 2. Energiatehokkuusluokan määrittely 120–150 m²:n erillisille pientaloille (YMa 176/2013, 19).

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku [kWh/m ² a]
A	$E\text{-luku} \leq 150 - 0,47 * A_{\text{netto}}$
B	$150 - 0,47 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 320 - 1,30 * A_{\text{netto}}$
C	$320 - 1,30 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 372 - 1,40 * A_{\text{netto}}$
D	$372 - 1,40 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 452 - 1,40 * A_{\text{netto}}$
E	$452 - 1,40 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 582 - 1,40 * A_{\text{netto}}$
F	$582 - 1,40 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 652 - 1,40 * A_{\text{netto}}$
G	$652 - 1,40 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku}$

Tämän hetken rakennettavat rakentamismääräysten mukaiset omakotitalot sijoittuvat yleensä energiatehokkuusluokkaan C. B-luokkaan sijoittuakseen omakotitalolla tulisi olla hyvin matala energiantarve tai sen tulisi olla passiivitalo. A-luokkaan vaaditaan jo omaa energiantuotantoa. (Haakana 2013.) Taulukossa 3 on esitetty esimerkkejä energiatehokkuusluokkiin D–G yleensä sijoittuvista omakotitaloista. Kirjallisuuden lisäksi esimerkkejä energiatehokkuusluokista on haettu omakotitalojen myynti-ilmoituksista.

Taulukko 3. Esimerkkejä eri energiatehokkuusluokkiin sijoittuvista omakotitaloista (Turunen 2015, 30; Haakana 2013).

Energiatehokkuusluokka	Esimerkkejä
D	1990-luvun kauko-, maalämpö- ja pellettitalot, 2000-luvun sähkölämmitystalot
E	1970-luvun öljylämmitystalot, 1980- ja 1990-lukujen sähkölämmitystalot
F	1940-luvun öljylämmitystalot
G	1960-luvun sähkölämmitystalot

Energialuokitukset ovat aina tapauskohtaisia arkkitehtuurista, lämpöteknisistä ominaisuuksista ja teknisistä laitteista riippuen. Talojen energiatehokkuusluokitusta voidaan parantaa muun muassa ilmanvaihdon lämmön talteenotolla, uusiutuvaan energiaan siirtymisellä sekä lämmöneristyksen parantamisella. Esimerkiksi 1940-luvun öljylämmitystalon muuttaminen maalämpötaloksi voi nostaa luokitusta F-luokasta D-luokkaan ja 1960-luvun sähkölämmitystalon julkisivun lisäeristyksen, ikkunoiden uusimisen ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton ansiosta luokitus voi parantua luokasta G luokkaan E. (Haakana 2013.)

Energiatodistuksiin kirjataan sen laatijan huomaamia säästösuosituksia, joita noudattamalla rakennuksen energiatehokkuutta voi parantaa (Motiva 2015b). Mikäli energiatehokkuusluokkaan F kuuluva omakotitalo parantaisi energiatehokkuusluokkaansa yhdellä luokalla luokkaan E, vähenisi energiankulutus noin 34 %. Hiilidioksidiekvivalenteissa tämä vastaa noin 1640 kiloa. (Häkkinen ja Kangas 2012, 5.)

Energiatodistuksia tarkastellessa on huomioitava 1.6.2013 voimaantullut lakimuutos, jonka johdosta vanhat ja uudet energiatodistukset eivät ole vertailukelpoisia. Vanhempi energiatehokkuuden luokitteluasteikko on nykyistä löyhempi, ja ne ovat erotettavissa nykyisestä luokitteluasteikosta alaindeksin 2007 avulla. Esimerkiksi vanhan luokituksen mukaisesti A₂₀₀₇-luokkaan kuuluva omakotitalo voi kuulua uuden luokituksen mukaan joko luokkaan A, B tai C. Nykyisen luokituksen mukainen C-luokan talo voikin siis olla vanhan luokituksen A₂₀₀₇-luvun taloa energiatehokkaampi. (Skanska 2016.)

Koska energiatodistus vaaditaan vain myytäviltä ja vuokrattavilta rakennuksilta, tulee nykyisellä toimintamallilla kestävämpään pitkään ennen kuin sellainen on kaikilla pientaloilla. Energiatodistusten hankkimista pystyttäisiin mahdollisesti vauhdittamaan kustannustehokkailla kannustimilla, kuten laajentamalla kotitalousvähennykset koskemaan myös energiatodistuksia.

2.3.3 Energiatehokkuuden parantamiskeinot

Ympäristöministeriön teettämän rakennuskannan energiatehokkuustoimenpiteitä käsittelevän raportin laatimisen yhteydessä haastateltiin kiinteistönomistajia ja muita alan toimijoita

yksilö- ja ryhmähaastatteluissa. Haastatteluiden mukaan energiatehokkuutta parantavia, kannattavia toimenpiteitä ovat (Airaksinen ja Vainio 2012, 10–11):

- Yläpohjan lisäeristäminen
- Uusimistarpeessa olevien ikkunoiden ja ovien korvaaminen energiatehokkailla ikkunoilla ja ovilla.
- Seinien tiiviyn parantaminen.
- Lämmitysjärjestelmän uusiminen varsinkin, jos edellinen järjestelmä on käyttökänsä päässä. Öljylämmityksestä on kannattavaa siirtyä maalämpöön.
- Täydennysrakentaminen, mikäli tilojen lämmityksessä pystytään hyödyntämään vanhojen rakennusten hukkalämpö.

Tässä kappaleessa käsitellään energiatehokkuuden parantamiskeinoja, jotka esiintyvät myös Lahden alueella toteutetussa kyselytutkimuksessa.

Ulkovaipan lisäeristäminen ja ikkunoiden parantaminen tai uusiminen

Asuinrakennusten ulkovaipan lämpöhäviö vastaa 42 prosentista ostoenergiankulutuksesta, joten lisäeristäminen on tehokas tapa lämpöhäviöiden pienentämiseen (Airaksinen ja Vainio 2012, 8). Julkisivu- ja kattorakenteiden U-arvojen eli lämmönläpäisykertoimien tulisi remontin jälkeen olla puolet alkuperäisen rakenteen suunnitteluarvosta, joka saadaan rakennuksen suunnitteludokumentista tai laskettua rakennusosasta saatavien tietojen perusteella. Uuden U-arvon ei tarvitse kuitenkaan alittaa uuden rakennuksen vastaavalle rakenteelle annettua U-arvoa. (Nieminen ja Virta 2016, 9.)

Pääsääntöisesti lisäeristäminen toteutetaan rakennuksen ulkopuolelle, jolloin vanha rakenne pääsee kuivumaan ja lämpenemään. Lisäeristyksestä saatavaan taloudelliseen hyötyyn vaikuttavat alkuperäisen lämmöneristyksen teho sekä seinän tiiviys. Useimmiten lisäeristäminen on kannattavaa vain muiden laajojen korjausten, kuten julkisivuremontin, yhteydessä. Omakotitalojen kohdalla tämä tarkoittaa käytännössä usein vanhan puu- tai asbestisementtilevypinnan purkamista ja uuden pinnan rakentamista. Myös rapattujen pintojen lisäeristäminen on mahdollista, mutta se vaatii taitavaa rakennusfysikaalista osaamista. (Ympäristöministeriö 2016b.)

Lisäeristyksen paksuuteen vaikuttaa tehokkuuden lisäksi arkkitehtuuri, sillä paksuuntunut seinärakenne vaikuttaa muun muassa ikkuna-aukkoihin ja räystäsdetaljeihin. Erityistä huomiota on kiinnitettävä myös rakennuksen talotekniisiin ominaisuuksiin, kuten tarvittavan ilmanvaihdon korvausilman saamiseen. Uuden eristeen ulkopinnassa on oltava ilmatiivis tuulensuojakerros, jottei kylmä ulkoilma pääse virtaamaan eristekerrokseen ja näin mitätöi uudesta eristyksestä saatavaa hyötyä. Rakenteen vesihöyrynläpäisevyyden on lisäännytävä sisältä ulospäin mentäessä ja lisäeristyksen vaikutukset rakennus- ja kosteustekniseen toimivuuteen on aina arvioitettava asiantuntijalla. (Ympäristöministeriö 2016b.)

Yleensä ikkunoiden kautta vuotaa ulos noin 15–20 % lämmitysenergiasta, mutta niiden uusiminen ei välttämättä ole kannattavaa. Jo paksuilla verhoilla ikkunoiden edessä voidaan parantaa rakennuksen lämmöneristävyyttä ja vähentää vedontunnetta. Tehokkaita keinoja parantaa ikkunoiden energiatehokkuutta on niiden tiivistäminen, sisälasin elementin uusiminen sekä kolmannen lasin lisääminen kaksilasiseen ikkunaan. Mikäli ikkunat päädytään uusimaan, tulevat mahdollisimman energiatehokkaat lasit kalliimmasta hinnastaan huolimatta halvemmiksi koko ikkunoiden käyttöiän aikana. Myös ikkunoissa on käytössä energialuokitus, jossa huomioidaan lämmöneristävyys, kyky läpäistä auringon säteilyä sekä ilmanpitävyys. Energiatehokkaimmissa laseissa on neljä lasia, joiden välissä on eristäviä kaasuja. Suomessa ikkunoiden energialuokitus on vapaaehtoista, mutta se on käytössä monilla valmistajilla. (Ympäristöministeriö 2016c.)

Lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus

Energiaa voidaan säästää nopeasti reagoivalla lämmityksen ja jäähdytyksen ohjauksella, jolloin huonekohtaiset termostaatit mittaavat tilan lämpötilaa ja ohjaavat lämmitystä ja jäähdytystä tarpeenmukaisesti. Jokaiselle huoneelle voidaan asettaa oma haluttu lämpötilansa. Järjestelmillä voidaan pienentää huonelämpötilaa vaivattomasti niin työpäivien kuin pidempienkin matkojen ajaksi. (Lämmin koti 2016.)

Ilmanvaihdon ja ilmaston ohjaus

Pientalojen yleisin ilmanvaihtojärjestelmä 1980-luvulle saakka oli painovoimainen ilmanvaihto. Se perustuu sisä- ja ulkoilman lämpötilaeroihin, jolloin ylöspäin kohoavan lämpimän ilman tilalle virtaa raitista ulkoilmaa. Painovoimaista ilmanvaihtoa säädetään korvaus- ja poistoilmasäleikköä säätämällä eikä siinä siis ole erillisiä sähköä kuluttavia puhaltimia. Se

voi silti kuluttaa huomattavasti energiaa, sillä esimerkiksi talvisin lämmintä sisäilmaa voi poistua liikaa ja kylmä tuloilma alentaa huonelämpötilaa. (Oulun rakennusvalvonta 2013, 2.)

Koneellinen poistoilmanvaihto yleistyi 1970-luvulta alkaen ja se on yleinen vielä 1990-luvulla valmistuneissa omakotitaloissa. Myös osa vanhemmista taloista on varustettu jälkikäteen huippuimurilla tai talotuulettimella. Koneellisessa ilmanvaihdossa puhaltimella imetään poistoilmaa kanavien kautta sisätiloista ja korvausilma saadaan korvausilmaventtiilien kautta. Myös koneellinen poistoilmanvaihto tuhlaa energiaa, sillä poistoilmasta ei yleensä oteta lämpöä talteen. (Oulun rakennusvalvonta 2013, 3.)

Suurimmassa osassa nykyaikaisia omakotitaloja on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, joka on varustettu poistoilman lämpöä tuloilmaan siirtävällä lämmöntalteenotolla. Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on nykyaikaisissa laitteissa 50–80 %. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto yleistyi omakotitaloissa 1980-luvuilla, ja lämmöntalteenotto tuli pakolliseksi vuonna 2003. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon asentaminen on mahdollista myös korjauskohteisiin kustannusten ollessa noin 5000–12 000 euroa. (Oulun rakennusvalvonta 2013, 3–4; Kair 2016.)

Nykyaikaisten omakotitalojen yleisin ilmanvaihdon säätötapa on ohjauspaneelista tapahtuva käsisäätö, jossa on kolme säätöasentoa: kotona, poissa ja tehostus. Poissa-asetuksen ilmavirrat saavat olla 60 % pienempiä kuin kotona-asetuksen ilmavirrat ja tehostetuttuja ilmavirtoja tulee voida tehostaa 30 % suosituksen kuitenkin ollessa ilmavirtojen kaksinkertaistaminen. Joissain järjestelmissä on portaaton säätö. Nykyisiin ilmanvaihtokoneisiin on mahdollista asentaa sähköisiä antureita, jotka ohjaavat ilmanvaihtoa tarpeenmukaisesti. Yleisimmät anturit ovat hiilidioksidi- tai kosteusantureita. Myös huonelämpötilaa voidaan käyttää tehostetun ilmanvaihdon ohjaukseen ja se onkin helposti toteutettava mittari. Sisäilman lämpötilan perusteella voidaan ilmanvaihdon tehostuksen ohella vaikuttaa tuloilman lämpötilaan. (Saari et al. 2014, 20.)

Valaistuksen ohjaus

Valaistuksen ohjaustarve voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joita energiatehokkuuden lisäksi ovat esteettiset ja toiminnalliset tarpeet. Valaistusjärjestelmän ympäristövaikutuksista noin

90 % aiheutuu käytönajasta, joten merkittävään osaan vaikutuksista voidaan vaikuttaa. (Juuti 2011, 28–29.)

Omakotitaloissa tiloihin, joissa ei tarvita jatkuvaa valoa ja joihin valot jäävät kuitenkin helposti päälle, on kannattavaa asentaa liiketunnistin. Tunnistimen hinta ei ole merkittävästi tavallista kytkintä kalliimpi ja soveltuvia kohteita ovat muun muassa märkätilat ja varastot. Liiketunnistin kuluttaa hiukan sähköä, noin 0,8 wattia, joten tapauskohtainen harkinta on paikallaan. Liiketunnistin voidaan myös säätää siten, että valot syttyvät vasta kun luonnonvalo ei enää riitä. Ulkovalaistuksen ohjaamiseen sopivat hämärä- ja kellokytkinohjaukset. (Motiva 2010, 17–18.)

Ohjelmoitavat valaistusohjausjärjestelmät ovat kalliita ja vaativat perinteisiä ratkaisuja enemmän huoltoa, mutta ne mahdollistavat energiatehokkaan valaistuksen käytön ja ovat hyvin muunneltavissa. Järjestelmän avulla muun muassa kaikki halutut valot voidaan sammuttaa keskitetysti yhdestä paikasta, siihen voidaan liittää liiketunnistimia, valosäätimiä ja antureita ja mikä tahansa painike voidaan määritellä ohjaamaan tiettyä valoa. (Motiva 2010, 17–18.)

Kodin automaatiojärjestelmä

Kodin automaatiojärjestelmä yhdistää lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen ohjauksen. Lisäksi siihen voidaan liittää rakennuksen hälytysjärjestelmä ja vedensyötön katkaisu. Etäkäytöllä asetuksia voidaan muuttaa myös, kun kukaan ei ole kotona, ja vallitsevaa tilannetta voidaan tarkkailla. Kulutushistoria ja reaaliaikainen energiankulutuksen seuranta auttavat säästämään energiaa. Keskitettyjen ohjausjärjestelmien avulla lämmityksen energiankulutusta pystytään pienentämään noin 20 % ja kokonaissähkönkulutusta 10 %. (Motiva 2015d.)

2.4 Tarkoituksenmukainen asuminen

Tässä työssä tarkoituksenmukaisella asumisella tarkoitetaan elämäntilanteeseen sopivassa ja sopivan kokoisessa asunnossa asumista. Asunnon energiankulutus ja tätä kautta kasvihuonekaasupäästöt ovat suoraan verrannollisia asunnon lämmitettävään tilavuuteen, joten asun-

non tilatehokkuudella ja tarkoituksenmukaisuudella on suuria vaikutuksia (Ympäristöministeriö 2012, 20). Esimerkiksi Porvoossa yhden neliön vaikutus vuosittaisiin kasvihuonekaasupäästöihin on 110 kiloa CO₂-ekvivalenttia. (Heinonen & Junnila 2010, 30).

Vielä 1970-luvulla keskimääräinen asuinpinta-ala oli alle 20 m² asukasta kohden, kun tänä päivänä se on noin 40 m². Omakotitalojen, rivitaloasuntojen ja kerrostaloasuntojen jakauma on pysynyt keskimäärin ennallaan. (Airaksinen et al. 2014, 24.) Vuonna 2012 keskimääräisen suomalaisen perheen koko oli 2,07 henkilöä, mutta tulevaisuudessa yhden hengen talouksien määrä kasvaa ja perhekoko pienenee entisestään (Häkkinen ja Kangas 2012, 3; Ympäristöministeriö 2012, 20).

Vuoden 2015 lopussa suomalaisia asuntokuntia oli 2,6 miljoonaa, joista 42 % oli yhden henkilön talouksia. Edelliseen vuoteen verrattuna yksinasuvien määrä kasvoi 14 000:lla ja muiden asuntokuntien määrä muutamalla tuhannella. Suurimmasta osasta yksinasuvien määrän kasvusta vastasivat yli 65-vuotiaat heidän määränsä kasvaessa 10 000:lla. Alle 35-vuotiaiden yksinasuvien kasvumäärä oli noin 3000. Vanhemmissa ikäryhmissä yksinasuvien määrää lisää leskeksi jääminen. Pääasiassa yksinasuvat yli 65-vuotiaat asuvat kerrostaloissa, mutta muihin ikäryhmiin verrattuna ryhmässä on suhteellisesti eniten omakoti- tai paritalossa asuvia (28 %). Kaikista yksinasuvista 62 % asuu kerrostaloissa ja alle 35-vuotiaista yksinasuvista 80 %. Laitoksissa asuvat eivät ole mukana tilastoissa. (Tilastokeskus 2016a.)

Yksinasuvien määrän lisääntyminen näkyy kasvavissa asukasta kohden käytettävissä olevissa pinta-aloissa yhä useampien asuessa yksin ja kerrostaloissa. Helsingissä ja muissa keskustaajamissa on kuitenkin nähtävissä asuinpinta-alan kasvun pysähtymistä, mihin vaikuttaa ainakin osittain vapaa-ajan käytön muuttuminen yhä useamman viettäessä vapaa-aikaansa kodin ulkopuolella. (Soinivaara 2013.)

Koon lisäksi asunnon sijainti vaikuttaa asumisesta aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin. Se mahdollistaa tai sulkee pois lämmitysratkaisuja. Tiiviimmässä asuinympäristössä on hajanaisista asumista paremmat mahdollisuudet liittyä kaukolämpöverkkoon, ja muut olosuhteet vaikuttavat esimerkiksi uusiutuvan energian, kuten maalämmön, tuotantomahdollisuuksiin. Luonnollisesti sijainti vaikuttaa myös liikkumisesta aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin.

Vaikka kerrostaloasuminen on kasvattanut suosiotaan, haaveilee lähes puolet 15–24 –vuotiaista omakotitalon rakentamisesta tai rakennuttamisesta (Talouselämä 2016). Ylipäänsä pientaloasuminen on edelleen toivotuin asumismuoto. Pientaloteollisuuden käynnistämässä Talopaletti-hankkeessa on tuotettu 20 uudenlaista ratkaisumallia kaupunkipientaloille, jotka soveltuvat tiiviiseen kaupunkiympäristöön säilyttäen silti omakotitalomaisen yksityisyyden. Hankkeen mukaan kaavoitusta ja rakentamista ohjaavat lait ja säädökset kuitenkin rajoittavat urbaanimpaa pientalorakentamista, joten niiden selvittäminen ja muuttaminen olisi tarpeen tiiviimmän asumisympäristön saavuttamiseksi. (Rakennusteollisuus RT ry 2016.)

2.5 Uusiutuva energia

Uusiutuvalla energialla on korkea potentiaali kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen. IPCC:n arvion mukaan jopa 80 % energiankäytöstä voitaisiin teoreettisesti kattaa uusiutuvalla energialla. Ongelmana uusiutuvan energian käyttämisessä on tuotannon ja kulutuksen kohtaaminen niin ajallisesti kuin paikallisestikin. Uusiutuvalla energialla tuotetut huipputehot saattavat ylittää energian tarpeen, mutta usein ylimääräistä energiaa ei pystytä varastoi-
maan. Kysyntä pysyy yleensä melko tasaisena tai on eriaikaista uusiutuvan energian tuotannon kanssa. Rakennus, jolla on rakennuskohtainen energiantuotanto, voikin olla vuositasolla nollaenergiarakennus, mutta tuntitasoisesti tarkasteltuna sen tuotanto ja kulutus saattavat kohdata vain 30–40-prosenttisesti. (Airaksinen et al. 2014, 23.)

Hajautetussa energiantuotannossa maa- ja ilmalämpöpumput ovat jo yleisiä lämmitystapoja, mutta bio-, aurinko- ja tuulienergia ovat edelleen marginaalisia ratkaisuja. Jotta vuoden 2020 tavoitteisiin päästäisiin, tulisi myös näiden ratkaisujen yleistyä. Energiatehokkaan ympäristön saavuttamiseksi kaikkia uusiutuvan energian tuotantovaihtoehtoja tuleekin kehittää monipuolisesti. (Wessberg et al. 2014, 5.) Tämän hetkisen rakennuskannan omakotitaloista yli puolet lämmitetään yhä joko suorasähköllä tai öljyllä (Airaksinen ja Vainio 2012, 8). Tässä kappaleessa käsitellään kyselytutkimuksessa mainittuja uusiutuvan energian tuotantomuotoja.

2.5.1 Aurinkoenergia

Auringonsäteilyä voidaan erilaisia tekniikoita käyttämällä hyödyntää lämmön ja sähkön tuottamiseen. Suomenkin olosuhteissa energiaa saadaan riittävästi, jotta sen hyödyntäminen on kannattavaa. Etelä-Suomessa aurinkosäteilyn määrä on samaa luokkaa kuin Pohjois-Saksassa, jossa aurinkoenergian hyödyntäminen on yleistä. Vuoden aikana Etelä-Suomessa jokainen neliömetri vastaanottaa noin 1000 kWh auringonsäteilyä vaakatasossa laskettuna Keski-Euroopassa määrän ollessa viidenneksen suurempi. Suomessa vaihtelu vuodenaikojen mukaan on suurempaa ja joulutammikuussa auringonsäteilyä saadaan hyvin vähän. Säteilyn määrään vaikuttaa myös sää, mutta pilviselläkin ilmalla energiaa saadaan kerättyä pilvistä, ilmakehästä sekä maasta heijastuvasta säteilystä. (Motiva 2014b, 3.)

Aurinkoenergiaa hyödynnettäessä lämmitykseen käytetään aurinkokeräimiä eli aurinkolämpökeräimiä, joilla omakotitaloissa voidaan lämmittää huonetiloja ja/tai käyttövetä. Paras lämmönjakomenetelmä on matalalämpöjärjestelmä kuten vesikiertoinen lattialämpöjärjestelmä, vesipatterilämmitys tai ilmalämmitys. Aurinkoenergia ei kuitenkaan yksinään riitä muiden kuin vapaa-ajan asuntojen lämmitysmuodoksi ja sitä voidaan käyttää yhdessä lähes kaikkien muiden lämmitysmuotojen kanssa. (Motiva 2014b, 5.)

Aurinkokeräinten toiminta perustuu niiden sisällä kiertävään lämpöä sitovaan nesteeseen tai joissain laitteistoissa ilmaan. Auringonsäteily lämmittää katolle sijoitetun keräimen mustaa, selektiivisellä pinnoitteella varustettua absorptiopintaa, joka sitoo energiaa ja kuumenee. Levystä energia siirtyy keräimen sisällä oleviin ohuissa putkissa virtaavaan nesteeseen, joka ympärivuotiseen käyttöön suunnitelluissa keräimissä on jäätyvätöntä seosta. Kesäkäyttöön tarkoitetuissa keräimissä tehokkain lämmönsiirtoneste on vesi. (Motiva 2014b, 6.)

Nesteen sitoma energia erotetaan lämmönsiirtimellä, joka sijoitetaan lämminvesivaraajan alaosaan. Mikäli varaaja on iso, yli 500-litrainen, esilämmitetään siihen tuleva kylmä käyttövesi aurinkolämmöllä varaajan alaosassa olevan lämmönsiirtimen avulla. Tällöin varsinaisen lämmityksen tapahtuu varaajan yläosassa. Varaajassa pyritään ylläpitämään alhaalla olevan kylmän veden ja yläosassa olevan lämpimän veden lämpöerrostuneisuutta, jolloin pystymallien varaaja on yleensä toimivin ratkaisu aurinkokeräimiä käytettäessä. Jos aurinkoläm-

mitysjärjestelmä asennetaan vanhaan taloon, tulee huomioida, että lämminvesivaraajassa tulee olla riittävästi tilaa lämmönsiirtimille. Varaajan tulee olla paineistettu, mikäli käyttövesi otetaan suoraan varaajasta. (Motiva 2014b, 6.)

Aurinkolämpöjärjestelmän ohjausyksikköön liitetty termostaatti säättää, kuinka järjestelmään kuuluva pumppu kierrättää nestettä aurinkokeräinten ja lämmönsiirtimen välillä. Sekä keräimiin että lämminvesivaraajaan on liitetty lämpötila-anturit. Järjestelmä voi toimia esimerkiksi siten, että lämmönsiirtonesteen lämpötilan ollessa 5–10 °C varaajan lämpötilaa korkeampi, pumppu käynnistyy ja alkaa kierrättää nestettä. Keräimien nesteen lämpötilan laskiessa alle varaajan alemman asetuslämpötilan, pumppu pysähtyy. Ohjausyksikköön on säädetty myös varaajan maksimilämpötila, jonka ylittyessä pumppu pysähtyy varaajan ylikuumenemisriskin vuoksi. Järjestelmään kuuluvat myös paisuntasäiliö, tyhjennysventtiili sekä ylipaineella avautuva varoventtiili, jotka sijoitetaan lämminvesivaraajan ja pumpun kanssa talon tekniseen tilaan tai muuhun erilliseen tilaan. (Motiva 2014b, 6.)

Aurinkosähköllä puolestaan voidaan kattaa osa kotitalouden sähköntarpeesta. Järjestelmä on helppo sovittaa rakennuksen yleiseen sähköverkkoon, ja se tuottaa sähköä auringon paistaessa. Kuhunkin kohteeseen teholtaan ja jännitteeltään sopiva kokonaisuus saadaan koottua yhteen kytkemällä vakiokokoisia aurinkosähköpaneeleita. Komponentit ovat hyvin samankaltaisia niin kesäkäytössä olevilla mökeillä kuin suuremmissa rakennuksissakin. Aurinkopaneelijärjestelmää ei voida mitoittaa ainoastaan sähkönkulutuksen mukaan, vaan siihen vaikuttavat myös taloudelliset ja arkkitehtuuriset perusteet. Paneelit voidaan joko integroida katto- tai seinärakenteisiin, asentaa suoraan kattomateriaalina tai asentaa erillisissä telineissä. Ne voidaan asentaa myös kokonaan erilleen rakennuksesta optimaalisten olosuhteiden takaamiseksi ilmansuuntien ja varjostuksen suhteen. (Motiva 2014b, 8.)

Sähköä tuotetaan kahdesta erilaisesta kerroksesta koostuvilla aurinkokennoilla, jotka valmistetaan puolijohdemateriaaleista. Kennoihin saadaan aiheutettua sisäinen sähkökenttä, kun elektronit kasautuvat kennon toiselle puolelle auringonsäteilyn osuessa kennoon. Saattavan sähköenergian määrään vaikuttavat paneelien pinta-ala sekä auringon säteilyteho. Tyyppillisen aurinkopaneelijärjestelmän nimellisteho, joka tarkoittaa paneelien tuottamaa tehoa auringonsäteilyn intensiteetin ollessa 1 kWh/m², on 50–200 wattia. Intensiteetti 1 kWh/m²

vastaa tunnin aikana saatavaa säteily määrää aurinkoisena kesäpäivänä keskipäivällä. Paneelit tuottavat tasasähköä, joka voidaan muuntaa 230 V:n vaihtosähköksi vaihtosuuntaajan avulla. (Motiva 2014b, 8.)

Aurinkosähköjärjestelmä voidaan joko kytkeä yleiseen sähköverkkoon tai se voidaan varustaa akustolla. Toistaiseksi yleisempi ratkaisu on akusto, joka latautuu päivän aikana ja jonka varastoimaa energiaa voidaan käyttää pimeän aikana. Yleinen mitoitus vakiopaneelien jännitetasolle on 12 voltin akun lataaminen. (Motiva 2014b, 10.)

Mikäli järjestelmä on kytketty verkkoon, käytetään tuotettu sähkö ensisijaisesti rakennuksen omiin sähkölaitteisiin. Ylimääräinen sähkö syötetään yleiseen sähköverkkoon. Koska järjestelmää ei ole varustettu akustolla, hyödynnetään pimeän aikaan yleisestä verkosta saatavaa sähköä. Verkkoon kytketty järjestelmä on vielä nykyään suhteellisen kallis investointi etenkin, jos vain pieni osa tuotetusta sähköstä hyödynnetään itse. Useat sähköyhtiöt ostavat kuluttajan tuottamaa sähköä, mutta ostohinta on vain noin kolmanneksen kuluttajan maksamasta sähkön kokonaishinnasta. Paneelit, jotka integroidaan rakennukseen, ovat mahdollisesti kannattavampia. (Motiva 2014b, 10.)

Aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuudet saadaan maksimoitua, kun se otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Jo kaavoitusvaiheessa tulisi huomioida rakennusten sijoittelussa se, etteivät muut rakennukset tai maaston muodot varjosta niitä. Varjostus ei estä aurinkoenergian hyödyntämistä, mutta alentaa järjestelmän hyötysuhdetta. (Motiva 2014b, 10.)

2.5.2 Pientuulivoima

Yleisesti pientuulivoimaa käytetään Suomessa akkujen lataamiseen, käyttöveden lämmittämiseen, lämmitysenergian tuottamiseen rakennuksen lämmitysjärjestelmän massa- tai vesivaraajaan ja suoraan sähköntuotantoon. Pientuulivoimalat ovat yleistyneet myös sähkönjakelun piirissä olevissa kiinteistöissä, joissa ne pienentävät ostosähkönkulutusta ja lisäävät omavaraisuutta. (Tuulivoimayhdistys.)

Pientuulivoimaloiden potkureiden pinta-ala on määritelmän mukaan alle 200 neliometriä, mikä vastaa nimellisteholtaan alle 50 kilowatin laitetta. Omakotitaloissa 2 kilowatin tuuli-voimalla saadaan hyvissä tuuliolosuhteissa tuotettua jopa puolet valaistukseen ja sähkölaitteisiin tarvittavasta sähköstä. Isommilla, 4–10 kilowatin, voimaloilla on mahdollista kattaa kaikki tavanomaisen omakotitalon valaistukseen ja laitteisiin kuuluva sähkö sekä huomattava osuus lämmitysenergiasta. Voimalan, jonka teho on 1,5 kilowattia, roottorin halkaisija on noin neljä metriä. Kymmenen kilowatin voimalassa halkaisija kasvaa yhdeksään metriin. (Tuulivoimayhdistys 2016, Kodin energia 2016.)

2.5.3 Bioenergia

Bioenergiaksi lasketaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasu sekä kierrätys- ja jättepolttoaineiden biohajoava osa. Bioenergia katsotaan hiilineutraaliksi, sillä sitä poltettaessa vapautuu sama määrä hiilidioksidia kuin vapautuisi sen hajotessa luonnossa. Lisäksi ilmakehään vapautuva hiili sitoutuu biomassaan, joka kasvaa käytetyn biomassan tilalle. Bioenergian käyttö myös lisää omavaraisuutta ja huoltovarmuutta ja sen merkitys tulee korostumaan EU:n vuoden 2020 sitoumuksia tavoiteltaessa. (Motiva 2016a.)

Teollisuuden hyödyntämän bioenergian jälkeen Suomen yleisin puuenergian käyttömuoto on puun pienkäyttö eli sen käyttäminen halkoina ja pilkkeinä. Pienkäytöllä katettiin 40 % pientalojen lämmityksestä vuonna 2012. Tuotetun energian määrä oli 17 TWh eli noin 4 % kokonaisenergiankulutuksesta ja noin 15 % uusiutuvan energian käytöstä. Klapeja, pellettejä ja brikettejä käytetään niin pientalojen, maatilojen kuin suurten kiinteistöjenkin lämmittämiseen erilaisia lämmityskattiloita ja tulisijoja hyödyntäen. Puupohjaisia tuotteita käytetään sekä päälämmitysmuotona että tukilämmitykseen. (Motiva 2016a.)

Pelletit ja brikitit valmistetaan lähinnä puuteollisuuden sivutuotteista kuten kutterinlastuista, sahanpurusta ja hiontapölystä. Kun hienoksi jauhettua puumassaa puristetaan, vapautuu lämmenneestä puusta osaset yhteen sitovaa ligniiniä. Tarvittaessa käytetään myös muita sidosaineita. Pelletit ja brikitit ovat tasalaatuisia, kuivia ja tiiviitä, joten niiden energiasisältö voi olla lähes neljä kertaa kosteaa haketta suurempi. Tasalaatuisuuden ansiosta polttoaineen syöttö ja polton hallinta on helpompaa, mutta toisaalta hienoaines ja pöly voivat aiheuttaa myös syöttöongelmia. (Motiva 2016a.)

Erilaisia tulisijoja käytetään lähinnä tukilämmitykseen etenkin pakkaskausien aikana. Yleensä tulisijat ovat yläpaloisia ja panospolttoisia, joka tarkoittaa, että tulipesään asetetaan puumäärä ja annetaan sen palaa lähes loppuun. Jatkuvapolttoisessa tulisijassa, joita ovat muun muassa pellettitakat, polttoainetta sen sijaan lisätään jatkuvasti pienissä erissä. Tulisijojen lämmönvarauskyky vaihtelee tyyppin mukaan. (Motiva 2016a.)

Nykyään yleisin takkatyyppi on varaava takka, jonka suuri massa kykenee varastoimaan lämpöä suurissa määrin ja luovuttamaan sitä hitaasti huoneilmaan. Lämpömäärää voidaan säädellä lämmitystiheydellä sekä käytetyn puun määrällä, ja säännöllisesti takkaa lämmittämällä siitä saadaan lämpöä tasaisesti ympäri vuorokauden. Kovilla pakkasilla varaavaa takkaa voidaan lämmittää kahdesti vuorokaudessa. (Motiva 2016a.)

Keskuslämmityskattiloita ovat kattilat, joissa saatu lämpöenergia siirretään käytettäväksi veden avulla joko samaan kiinteistöön tai erittäin läheiseen kohteeseen. Kattiloiden lämmitys-teho on pientaloissa 15–25 kW ja yleisimpiä puukattiloita ovat pilkekattilat. (Motiva 2016a.)

Vesikiertoisella tulisijalla yhdistetään tulisijalämmitys rakennuksen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Osa takan massasta korvataan lämmönsiirtimillä, jotka sijoitetaan takan sisälle. Usein tulisijan lämpöä varataan vesivaraajaan, mikä mahdollistaa tulisijalämmön käyttämisen myös lämpimän käyttöveden lämmitykseen. Kesällä tämä ei ole kuitenkaan kannattavaa takan huoneilmaan tuottaman lämmön takia, vaikka se ei luovutakaan huoneilmaan yhtä paljon lämpöä kuin perinteinen takka. Vesikiertoisen takan voi yhdistää lähes kaikkiin lämmitysmuotoihin. Sen hyötysuhdetta voidaan parantaa ottamalla lämpöä talteen myös hornista, mikä vähentää puun kulutusta. (Motiva 2016a.)

2.5.4 Lämpöpumput

Lämpöpumppujen hyödyntäminen rakennusten lämmittämiseen yleistyy jatkuvasti niin niiden energiakustannusvähennyskapasiteetin kuin ympäristöystävällisyydenkin vuoksi. Myös mahdollisuus kotitalousvähennyksiin saneerauskohteissa sekä vaikutus lämpöpumpulla varustettujen rakennuksen jälleenmyyntiarvoon ovat kasvattaneet lämpöpumppujen suosiota. (Motiva 2015c.) Vuonna 2014 lämpöpumppuja oli Suomessa 700 000, mikä vastaa noin

viittä terawattituntia energiaa. Ennuste on, että määrä kasvaa miljoonaan vuoteen 2020 mennessä. Tällöin niiden tuottama energia kattaisi 15 % Suomen uusiutuvan energian käytön velvoitteesta. (Frilander 2015.)

Lämpöpumppujen toimintaperiaate on samankaltainen kuin jääkaapeissa. Kylmäainekiertoon otetaan lämpöä talteen höyrystimessä, josta kylmäaine siirtyy kompressorille. Kompressorilla kylmäainehöyryä puristetaan suuressa paineessa. Tällöin höyry muuntuu takaisin nestemäiseksi, jolloin syntyy korkea, lauhduttimessa talteen otettava oleva lämpötila. Kylmäaine palautuu höyrystimelle paisuntaventtiilin kautta. (Motiva 2015c.)

Viime vuosien kehityksen ansiosta lämpöä pystytään siirtämään entistä kylmemmästä kuumempaan, minkä lisäksi pumppujen hyötysuhteet ovat parantuneet. Lämpöpumput toimivat sähköllä, mutta ne kuluttavat vain pienen osan sähkömäärästä, jonka suora sähkölämmitys vaatisi. Lämpöpumppujen hyötysuhdetta kuvataan lämpökertoimella, josta käy ilmi, kuinka monta kWh:a lämpöä laite tuottaa kulutettua kWh:a sähköä kohden. Paras lämpökerroin saavutetaan, kun lämpötilaero on mahdollisimman pieni lämmönkeruun ja -luovutuksen välillä. Tämän vuoksi lattialämmitys patteriverkon sijasta on tehokkaampi. Etenkin passiivitaloissa voidaan saavuttaa korkea hyötysuhde pienemmän lämmitysenergian tarpeen ansiosta, ja lattialämmityksen veden lämpötilaksi saattaa riittää 25 °C. Käyttöveden lämmityksessä lämpöpumppujen hyötykerroin laskee, sillä käyttöveden tulee olla lämpimämpää kuin lattialämmitykseen tarvittavan veden. (Motiva 2015c.)

Maalämpöpumppu

Maalämpöpumpulla hyödynnetään maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta lämpöä. Yli 60 % maalämpöä käyttävistä rakennuksista on toteutettu lämpökaivoilla, jotka ovat ulkohalkaisijaltaan 11–17 senttimetrin levyisiä porakaivoja, joihin lämmönkeruunestettä kierättävä putkisto sijoitetaan. Lämpökaivot vaativat vähiten pinta-alaa, mutta ovat yleensä kalleimpia toteutettavia. (Motiva 2015c.)

Noin kolmasosa maalämpökohteista on toteutettu vaakaputkistolla, joka hyödyntää maaperän pintakerrokseen varastoitunutta lämpöenergiaa. Putkisto asennetaan rakennuksen sijainnista riippuen maaperään noin metrin syvyyteen routasyvyyden alle ja se vaatii noin 600

neliömetrin suuruisen alueen. 5 % lämmönkeruupiireistä asennetaan järviin, meriin tai jois-sain tapauksissa suurivirtauksiin ojiin. Vesistöön sijoitetuista putkistoista saadaan suurempia energiamääriä kuin samanmittaisesta maaputkituksesta veden parempien lämmönsiirto-ominaisuuksien ansiosta. Putkisto ankkuroidaan pohjaan 3–5 metrin välein ja tulee sijoittaa vähintään kahden metrin syvyyteen, jotta putkien pinnalle ei talviaikaan muodostu nostetta synnyttävää jäätä. Suuremmille energiantarvemäärille vesistöasennus on pieniä kohteita kannattavampi, mutta silti se on pientaloille hieman halvempi investointi kuin lämpökaivo. (Motiva 2015c, Techeat 2016.)

Maalämmön investointihinta uudisrakentamisessa vaihtelee useimmiten 12 000–20 000 euron välillä. Saneerauskohteissa investointi muodostuu jonkin verran tätä kalliimmaksi. Yleinen vuosilämpökerroin maalämmölle on 2,5–3,5. Maalämpöpumpun teho kannattaa yleensä mitoittaa noin 60–80 %:iin mitoitustehosta, jolloin sillä saadaan tuotettua noin 95–99 % rakennuksen vuosittaisesta energiantarpeesta. Loput energiantarpeesta tuotetaan vara- tai lisälämmitysvastuksella. (Motiva 2015c.)

Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumpulla lämmitysenergiaa otetaan talteen ilmanvaihtoputkiston poistoilmakanavan kautta. Vuosittain saadaan hyödynnettyä noin 60–80 % poistoilman energiasta, jonka pumppu ohjaa hetkittäisen tarpeen mukaisesti lämpimän käyttöveden lämmitykseen, vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään tai tuloilmaan. Energiaa saadaan talteen sitä enemmän, mitä enemmän valoja ja sähkölaitteita talossa on päällä, joten esimerkiksi lomamatkan aikana lisälämmön tarve kasvaa. (Motiva 2015c.)

Huoneilojen lämmityksen lisäksi poistoilmalämpöpumpulla saadaan lämmitettyä lämmin käyttövesi ja hoidettua ilmanvaihto, jolloin erillistä ilmanvaihtokonetta eikä lämmöntalteenottolaitetta tarvita. Joillain poistoilmalämpöpumpuilla on mahdollista toteuttaa myös kesäaikainen tuloilman viilennys. Poistoilmalämpöpumppuinvestointi on noin 6 000–13 000 euroa 150 neliömetrin uudistalolle. Etenkin matalaenergiataloissa poistoilmalämpöpumppu on kannattava valinta. (Motiva 2015c.)

Ilma-vesilämpöpumppu

Kohteisiin, joissa ei ole esimerkiksi maalämpöpumpun vaatimaa tilaa, voidaan asentaa ilma-vesilämpöpumppu, joka on vesikiertoinen ja ottaa lämpöenergiaa ulkoilmasta. Vuosilämpökertoimet vaihtelevat välillä 1,4–2,7 sen ollessa paras suurissa lattialämmitystaloissa. (Motiva 2015c.)

Ilma-vesilämpöpumpun investointikustannukset vaihtelevat tyypillisessä pientalossa 7 000–14 000 euron välillä, joten se on maalämpöä halvempi. Toisaalta sen kanssa tarvitaan enemmän lisälämmitystä, sillä useilla malleilla yli 50 °C:n lämmöntuotanto on ongelmallista. Lisäksi kovilla pakkasilla lämpöpumpun lämpökerroin heikkenee suunnilleen sähkölämmityksen tasolle ja kaikista kovimmilla pakkasilla pumppu sammuttaa itsensä, joten rinnakkaislämmityssysteemin on oltava vähintään yhtä suuritehoinen kuin rakennuksen lämmitysenergian tarve on suurimmillaan. (Motiva 2015c.)

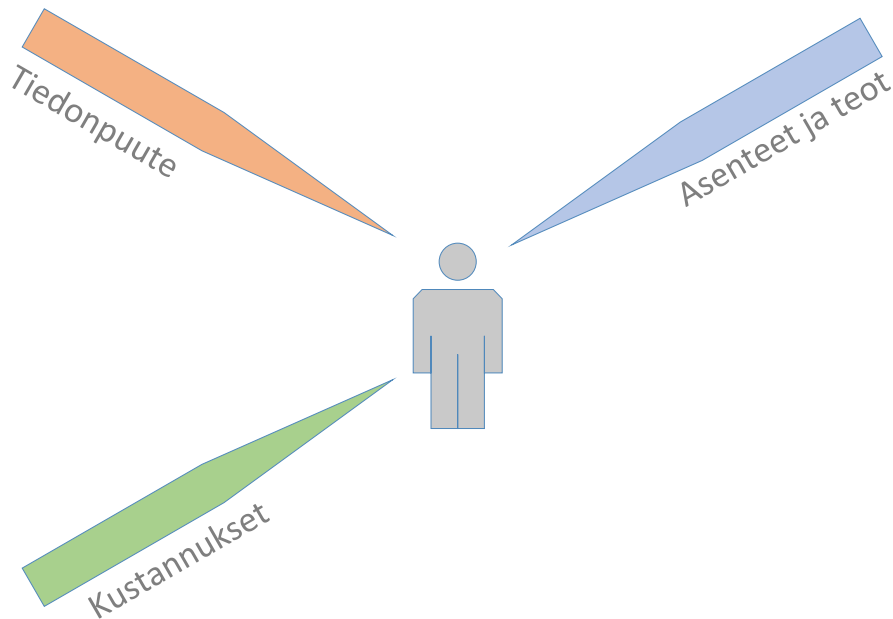
Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu on mahdollista asentaa sekä uusiin että vanhoihin taloihin ja se sopii tukkilämmitysmuodoksi kaikille talotyypeille. Siihen kuuluu yksi ulkoyksikkö ja tarvittava määrä sisäyksiköitä. Yksi sisäyksikkö riittää normaalisti 30–100 neliömetrin alueelle väliseinistä ja talorakenteesta riippuen. Yleensä ilmalämpöpumppu luovuttaa lämmön suoraan sisäilmaan, mutta sen lämpö on mahdollista siirtää myös käyttöveteen tai lämmitysverkostoon. Sitä voidaan käyttää myös jäähdytykseen. (Motiva 2015c.)

Ilmalämpöpumpun investointikustannukset ovat noin 1500–2000 euroa. Pientaloissa ilmalämpöpumpulla voidaan saavuttaa keskimäärin 3000 kWh:n vuotuinen säästö, joka kuitenkin vaihtelee huomattavasti talojen ominaisuuksien mukaan. Ilma-vesilämpöpumpun tapaan myös ilmalämpöpumpun hyötykerroin tippuu lähes sähkölämmityksen tasolle kovilla pakkasilla. Molempien lämpöpumppujen antama teho vähenee puolella lämpötilan laskiessa -20 celsiusasteeseen. Ilmoitetut teho- ja lämpökertoimet on saatu ja ilmoitettu standardin mukaisesti +7 celsiusasteen lämpötilassa. (Motiva 2015c.)

3 ESTEET VÄHÄHIILISEN ASUMISEN TOTEUTUMISEKSI

Vähähiilisen asumisen kehittämiseksi tulee tunnistaa muutosta hidastavat esteet ja pyrkiä löytämään ratkaisuja, joilla kynnystä siirtyä kohti vähähiilisempää asumista voidaan madallata. Kuvassa 3 esitetään kuluttajaan vaikuttavia vähähiilisen asumisen kehittymisen esteitä.



Kuva 3. Tekijöitä, jotka vaikuttavat kuluttajan päätöksiin koskien vähähiilisen asumisen kehittämisen ratkaisuja.

3.1 Tiedonpuute

TEKES Green Growth -ohjelman SUSER-hankkeessa tunnistettiin esteitä ja ajureita asuinalueiden energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian alueilla. Tulokset laadittiin muun muassa kolmen suomalaisen asuinalueen suunnittelu- ja toteutusprojektin tarkastelun, laajan puhelinkeskustelun sekä keskustelutilaisuuden perusteella. Yhdeksi esteeksi tunnistettiin se, ettei tietoa ole saatavilla. Samaa mieltä tiedonpuutteesta olivat niin teollisuus, yrittäjät, tutkijat kuin asiakkaatkin. Hankkeen mukaan uusiutuneiden määräysten mukaisesta kokonaisenergiatehokkuudesta ja esimerkiksi siitä aiheutuvista kosteusongelmista on vähän käytännön tai tutkittua tietoa. Vastaajat kritisoivat myös poliittisen tahdon mukaan ohjautuvaa lainsäädäntöä tutkimustulosten ja käytännön kokemuksen sijaan. Lisäksi esteenä koettiin tiedon leviämättömyys tutkimuksesta käytäntöön. (Wessberg et al. 2014, 1, 6.)

Muun muassa aurinkosähkön kohdalla yksi osasy hitaaseen leviämiseen on tiedottamisesta aiheutuva tiedonpuute. Verkkoyhtiöillä on velvollisuus kytkeä aurinkovoimala verkkoon niin, ettei siitä aiheudu kuluja kuluttajalle, mutta kaikilla tämä ei ole tiedossa. Kaikki eivät myöskään ole tietoisia mahdollisuuksista myydä ylijäämäsähköä sähköyhtiöille. (Kinnunen 2016.)

Kuluttajilla saattaa olla tiedossa heidän kokonaisenergiankulutuksensa ja sähkölaskunsa, joiden perusteella he mahdollisesti haluaisivat säästää energiaa. He eivät kuitenkaan välttämättä tiedä, kuinka paljon minkäkin laitteen osuus kulutuksesta on (Richter 2014, 179). Tällöin energiankulutusta on haastavaa lähteä pienentämään. Tätä tukee myös eräs Yhdysvalloissa tehty tutkimus, jossa tutkittiin kuluttajien tietoisuutta ilmastonmuutoksesta ja käyttäytymistä sen hillitsemiseksi. Vastaaajista 42 % ei muuttanut käyttäytymistään, mihin suurin yksittäinen syy oli tiedonpuute siitä, kuinka käyttäytymistä voisi muuttaa. (Semenza et al. 2008, 480, 483.)

Kiinteistökohtaisille verkkopalveluille, jotka kartoittavat energiansäästömahdollisuuksia muutoinkin kuin sähkönkulutuksen osalta ja auttavat kustannustehokkaiden ratkaisujen tekemiseen, onkin tarvetta. Myös energiakonsultointi, -korjaus ja rahoituspuolella on tarvetta käyttäjälähtöisille energiansäästöön liittyville palveluille; rakennusten energiatehokkuuden arviointiin ja kehittämiseen on saatavilla useita eri työkaluja, kuten energiatodistukset ja -katselmukset, mutta niiden käyttö on edelleen melko vähäistä ja niiden laatu vaihtelee. Eri selvityksiä tekevät samat henkilöt, joten etenkin rakennustenomistajien kannalta niiden yhdisteleminen olisi tarpeen, jolloin kaikki palvelut olisi saatavissa kerralla yhdestä paikasta. (Ympäristöministeriö 2012, 21, 24.)

Lorenzonin (et al. 2007, 451) mukaan tiedonpuute on helpoiten tunnistettavissa oleva este yksilötasolla tapahtuvien ilmastonmuutoksen vastaisten toimien toteuttamiseksi. Tietoa on kyllä saatavilla, mutta syitä, miksi saatavilla olevaa tietoa ei välttämättä hyödynnetä, ovat:

- Ei tiedetä, mistä etsiä tietoa
- Ei haluta etsiä tietoa
- Tiedon yliannostus
- Ristiriitaisen tiedon ja vaillinaisten todisteiden aiheuttama hämmennys

- Paikallisten vaikutusten ja ratkaisujen puute
- Tiedon muotoilu ei ole ymmärrettävissä ei-ekspertereille
- Informaation lähteitä, erityisesti massamediaa, ei koeta luotettaviksi
- Sekaannus ongelmien ja niiden ratkaisujen välisissä yhteyksissä
- Tiedon ristiriitaisuus arvojen tai kokemuksen kanssa ja se jätetään siksi huomiomatta

Samoja syitä voidaan yleistää koskemaan myös vähähiilisen asumisen tiedonpuutetta.

3.2 Kustannukset

Ympäristöministeriön teettämän raportin yhteydessä järjestetyissä haastatteluissa kävi ilmi, että energiatehokkuutta parantaviin korjauksiin liittyvien välttämättömien välillisten toimenpiteiden kustannukset heikentävät korjauksien järkevyyttä. Esimerkkinä käytettiin ulkoseinien lisäeristämistä, joka joissain tapauksissa voi vaatia sokkelin ja vesikattorakenteiden uusimista. Muita omakotitalojen toimenpiteitä, joita haastatteluissa pidettiin hyötyihin suhteutettuina liian kalliina, olivat sisäpuolinen lisäeristys sekä kaukolämpötalojen poistoilmalämpöpumput kolmasosan säästetystä energiasta kuluessa kaukolämpöä kalliimpaan sähköenergiaan. (Airaksinen ja Vainio 2012, 10.)

Toimenpiteiden kannattavuuden todettiin parantuvan silloin kun ne toteutetaan muiden tarvittavien korjausten yhteydessä. Energiatehokkuuden lisäämisen arvioitiin kasvattavan korjauskustannuksia 10–15 %. Omistamissaan kiinteistöissä asuvien kotitalouksien arvioitiin tekevän energiatehokkuutta parantavia korjauksia vain, mikäli korjauksista saadaan todellista taloudellista hyötyä. Tämä johtaa rakennuskannan ajautumiseen huonompaan kuntoon, mutta tuskin lisää rakennusten purkamista ainakaan kasvukeskuksissa. Pieniä, huonosti varusteltuja taloja tullaan joka tapauksessa purkamaan isompien ja paremmin varusteltujen talojen tieltä. (Airaksinen ja Vainio 2012, 10–11.)

Usein iäkkäät omistusasuntoasujat eivät pidä energiainvestointeja mielekkäinä, sillä he katsovat, että talo kestää myös ilman korjauksia heidän oman loppuikänsä. Samalla ajattelluilla myös muut korjaukset, jotka olisivat välttämättömiäkin teknisesti ja taloudellisesti

järkeviä, jäävät tekemättä. Lisäksi osa rakennuksista on alun perinkin suunniteltu lyhytaikaiseen käyttöön ajatuksena kuluttaa ne purkukuntoon. Jotkut rakennukset puolestaan sijaitsevat muuttotappioalueilla, joilla niille ei enää löydy käyttötarkoituksia. (Airaksinen ja Vainio 2012, 11.)

Vaikka teknologian kehityksen myötä ennen kannattamattomat energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet ovat nykyään kannattavia, pidetään niitä edelleen kategorisesti kannattamattomina. Kustannusten pelätään kohoavan korkeiksi. (Airaksinen ja Vainio 2012, 11.) Tämä liittyy myös tiedonpuutteen aiheuttamiin esteisiin.

Myös SUSER-hankkeessa yhtenä energiatehokkuuden esteenä tunnistettiin riittämätön taloudellinen tuki. Tutkijoiden ja kuluttajien mielestä energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä tukevat rahoitusinstrumentit ovat riittämättömiä tai puuttuvat kokonaan. (Wessberg et al. 2014, 6.) Energiasäästöinvestointien lisäämiseksi tarvittaisiinkin ”kärsivällistä rahaa”, jolla voitaisiin tukea remonttikohteita, joiden energiatehokkuus paranisi luotettavasti. Myös markkinapohjaisia ratkaisuja tarvitaan. Esimerkiksi pankit voisivat asuntolainan yhteydessä myöntää lisäksi energiaremonttilainoja. (Ympäristöministeriö 2012, 24.)

Itävallassa, jossa passiivitalojen innovaatiojärjestelmän kehitys on ollut menestyksestä, tuet ovat keskeinen osa energia- ja ilmastopolitiikkaa. Rakentamista ohjataan haluttuun suuntaan tukemalla tukien tarpeessa olevien ihmisten rakennusprojekteja. Myös osia sosiaali- ja terveyspolitiikasta on kohdennettu asukkaille suoraan maksamisen sijaan rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen. Hankkeessa kuitenkin todetaan, ettei Itävallan mallia ole kannattavaa siirtää sellaisenaan muihin maihin. (Wessberg et al. 2014, 9–10.)

3.3 Asenteet ja teot

Kuluttajat eivät välttämättä koe tarpeelliseksi säästää energiaa pienillä toimenpiteillä, mikäli he eivät koe saavansa siitä riittävän suuria säästöjä. Esimerkiksi vuonna 2002 Yhdysvalloissa yksittäisen tv:n valmiustila oli 6–7 wattia. Virran kokonaan katkaisemisella säästöä olisi syntynyt vuosittain vain noin 4,5 euroa. Koko Yhdysvaltain tasolla tämä kuitenkin olisi vastannut 1,3 miljardia euroa ja 10 miljoonaa tonnia kasvihuonekaasuja. Nykyinen standardi

uusien televisioiden virransäästötilalle onkin yhden watin. (Richter 2014, 179.) Myös suomalaisissa talouksissa sähkölaitteiden valmiustilassa pitämisen kustannukset jäävät muutama kymmeniin euroihin vuodessa, mikä ei välttämättä kannusta säästötoimenpiteisiin. (Haavisto ja Siirilä 2013.)

Kuluttajat eivät välttämättä myöskään usko, että he pystyvät teoillaan vaikuttamaan kasvi-huonekaasupäästöjen määrään ratkaisevasti. Monet kokevat, että on turhaa säästää pieniä määriä energiaa, kun muut eivät kuitenkaan tee niin.

SUSER-hankkeen tuloksissa tuotiin esille muutoksen vastustaminen. Tutkijoiden, kuluttajien ja teollisuuden/yrittäjien mielestä rakennusteollisuus välttelee riskejä ja aiheuttaa muutoksen hidastumista konservatiivisuudellaan. Yleisesti ihmiset koettiin varovaisiksi uusien ratkaisujen kokeilijoiksi. Myös taloudellisia arvoja pidettiin esteenä, sillä kuluttajat tunnustavat ympäristöystävällisyyden tärkeyden, mutta eivät kuitenkaan ole valmiita maksamaan siitä. Kuluttajat olivat sitä mieltä, että vaikka he ovat kiinnostuneita uusiutuvasta energiasta ja energiatehokkuudesta, on valta systeemin muuttamiseen kuitenkin kaupungeilla ja rakennusyriyksillä. (Wessberg et al. 2014, 7–8.)

Julkisuudessa rakennusten lämmöneristyksen parantamisesta on puhuttu riskinä, joten monella omakotitaloasujalla voi olla sama käsitys. Eristyksiä tehostettaessa rakennuksen lämpöhäviöt rakenteiden läpi pienenevät. Tällöin rakenteiden kuivumiskapasiteetti pienenee, minkä on ajateltu pienentävän rakenteiden vikasietoisuutta. Kuitenkin kosteus- ja homevauriot liittyvät huonoon suunnitteluun, rakennusvirheisiin, huollon puutteeseen ja rakennus- ja korjaustöiden puutteelliseen kosteudenhallintaan, jonka tarkoitus on estää rakenteiden kastuminen. (Lylykangas et al. 2015, 78)

Skotlannissa toteutetussa hyväntekeväisyysjärjestön tutkimuksessa nuoria ihmisiä pyydettiin valitsemaan 19 kohtaa kattavasta listasta viisi asiaa, joita he arvostavat eniten. Noin kolmasosa oli valinnut ympäristöystävällisyyden. 70 % oli valinnut perheen tärkeimmäksi arvoksi, minkä lisäksi arvostettiin uraa ja terveyttä. Kun järjestö vaihtoi energiansäästöä käsittelevän sivun (”Easy energy saving at home”) nimen perhekeskeisemmäksi (”Help your fa-

mily keep cosy this winter”), kasvoi sivun kävijämäärä 442 %:lla. (Copley 2015, 6–7.) Kulluttajien asenteisiin ja tapoihin voidaan siis joissain tapauksissa vaikuttaa myös perhekeisyyteen vetoamalla.

Globaaleista ongelmista nuoret olivat eniten huolissaan koulutuksesta, köyhyydestä ja ihmisoikeuksista noin kolmasosan valitessa listalta ilmastonmuutoksen. Mikäli ihmiset ymmärtäisivät paremmin yhteyden ilmastonmuutoksen ja esimerkiksi ruoanpuutteen välillä, voisivat ihmiset olla kiinnostuneempia ilmastonmuutoksen torjumiseen. (Copley 2015, 9.)

Noin puolet vastaajista olivat sitä mieltä, että he voivat muuttaa elintapojaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Energiansäästön esteiksi koettiin muun muassa laiskuus, epäuskomien tekojen merkittävyyteen, paremman energialuokan laitteiden kalleus sekä sosiaaliset normit pelaamiseen ja teknologiaan liittyen. (Copley 2015, 13, 18.)

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tässä kappaleessa kerrotaan tämän työn toteutuksessa käytetyistä metodologioista, joita ovat kvantitatiivinen tutkimus ja elinkaariarviointi.

4.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Tässä kappaleessa kuvataan ensin kvantitatiivisen tutkimuksen teoriaa, jonka jälkeen kerrotaan tässä työssä käsitellyn kyselytutkimuksen toteutuksesta ja luotettavuudesta.

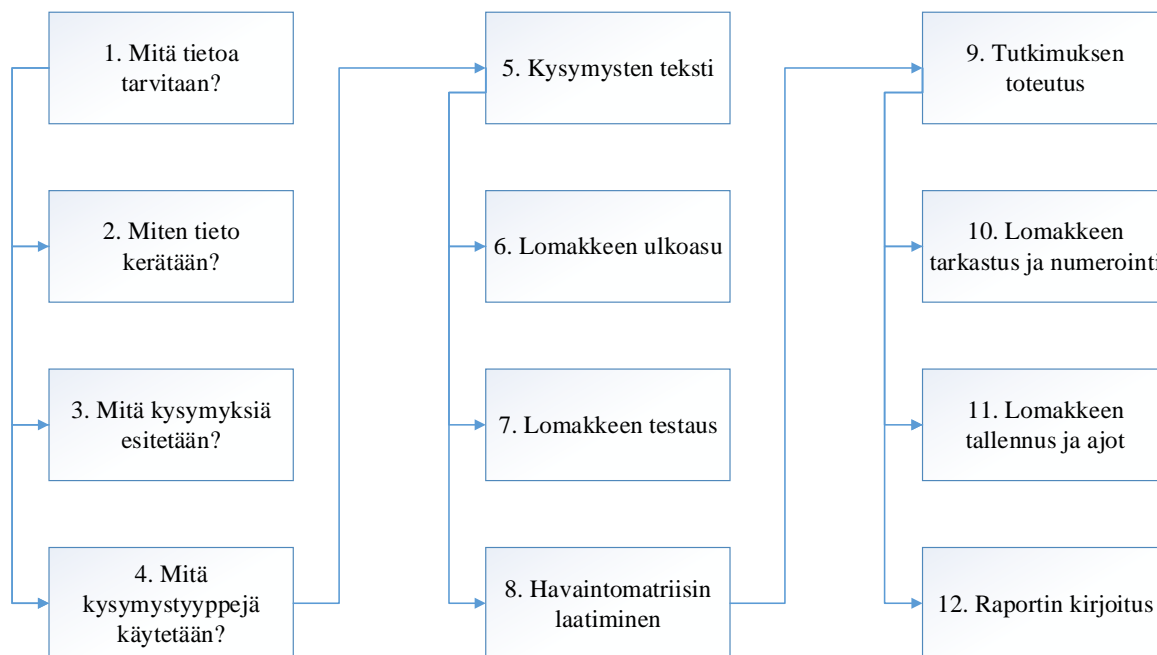
4.1.1 Kvantitatiivisen tutkimuksen teoria

Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus perustuu mittaamiseen, josta saatua aineistoa käsitellään tilastollisin menetelmin. Tarkoituksena on tuottaa yleistettävää, luotettavaa ja perusteltua tietoa. Tutkimuksessa perusajatuksena on kysyä pieneltä joukolta eli otokselta tutkimusongelmaan liittyviä kysymyksiä. Vastaajien oletetaan edustavan koko joukkoa eli perusjoukkoa. Jotta tulokset voidaan yleistää koskemaan koko perusjoukkoa, on havaintoyksiköitä oltava riittävä määrä. (Kananen 2008, 10.)

Laadullinen tutkimus perustuu usein teksteihin ja puheisiin ja se pyrkii ymmärtämään ilmiötä. Sen tiedonkeruumenetelmiä ovat muun muassa haastattelut, havainnointi ja tekstianalyysi. Myös kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan käyttää haastatteluja, mutta ne koostuvat valmiista, strukturoiduista tai avoimista kysymyksistä, joilla selvitetään tutkittavaan ilmiöön liittyviä ominaisuuksien esiintymistiheyksiä eli frekvenssejä. Kvantitatiivinen tutkimus perustuu positivismiin, joka pyrkii objektiiviseen ja absoluuttiseen totuuteen. (Kananen 2008, 10–11.)

Kvantitatiivinen tutkimus on vaihe vaiheelta läpivietävä prosessi. Sen lähtökohtana on tutkimusongelma, jonka ratkaisemiseksi täytyy määritellä tarvittava tieto ja pohtia, kuinka se saadaan kerättyä. Tarvittavasta tiedosta johdetaan kysymykset, jotka ovat tutkimuskohteen ilmiötä kuvaavia mittareita. Kysymystekstien asettelu tulee harkita tarkkaan, jotta välttyään virhetulkinnoilta. Lisäksi lomake on myös testattava sen tekemiseen osallistumattomalla henkilöllä, joka huomaa siitä kirjoitusvirheet ja epäloogisuudet. Lomaketta laatiessa tulee

huomioida myös käytettävän havaintomatriisin eli tietokantapohjan vaikutukset. Testauksen jälkeen lomakkeita hankitaan tarvittava määrä, ja kenttätyön suorittamisen jälkeen lomakkeet numeroidaan ja tarkistetaan. Tämän jälkeen ne voidaan syöttää havaintomatriisiin, jolloin koeajon jälkeen voidaan suorittaa tarvittavat tietokoneajot ja laatia raportti. Kvantitatiivisen tutkimuksen vaiheet on esitetty kuvassa 4. (Kananen 2008, 11–12.)



Kuva 4. Kvantitatiivisen tutkimuksen vaiheet (Kananen 2008, 12).

Koska kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään yleistämään johtopäätöksiä, piilee siinä virhemahdollisuuksia. Tutkimukseen valitun otoksen tulisi olla ominaisuuksiltaan pienoiskuva koko perusjoukosta. Kvantitatiivisen tutkimuksen otoksen valinta harvoin onnistuu täydellisesti, mikä tulee ottaa huomioon tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa. (Kananen 2008, 13.)

Kyselylomakkeen laadinnan lähtökohtana on tutkimusongelma, joka on voitu jakaa sitä tarkentaviin osaongelmiin. Ongelmat muutetaan kysymyksiksi, joihin haetaan vastauksia tutkittavasta ilmiöstä eli empiriasta. Kysymykset jäsentävät koko tutkimuksen osiin ja kyselytutkimuksen kysymysten tulee auttaa tutkimusongelman ratkaisussa. Turhat kysymykset on jätettävä pois ja jokaisen kysymyksen on tuotava arvoa ja hyödyllisyyttä tutkimukselle. (Kananen 2008, 13–14.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa havaintoyksiköihin liitetään ominaisuuksia, jotka perustuvat mittauksiin. Mitattavia ominaisuuksia kutsutaan muuttujiksi, joiden arvot kerätään havaintomatriisiksi. Mittaaminen suoritetaan mittarilla, jolla tilastoyksikköön liitetään ominaisuutta vastaava lukuarvo. Tätä mittareiden luomista kutsutaan operationalisoinniksi. Käytetyt mittarit on määriteltävä ja perusteltava hyvin mahdollisimman tarkkojen tulosten saamiseksi. Tämä auttaa myös mahdollisissa uusintatutkimuksissa. Myös kohderyhmä on kuvattava ja määriteltävä. Mittaamisen havaintoyksikkö on tutkimuksen kohde, jota analysoidaan. Tilastoyksikkö voi olla yksittäinen ihminen tai esimerkiksi organisaatio tai yhteisö. (Kananen 2008, 16–19.)

Käytettävät mitta-asteikot voidaan luokitella neljään tyyppiin: nominaali-, ordinaali-, intervalli- ja suhdeasteikkoon. Nominaali- eli luokitteluasteikkoon kuuluvat esimerkiksi kysymykset sukupuolesta ja ammatista. Vastaaja voi kuulua ainoastaan yhteen luokkaan ja mittarin arvot voivat olla esimerkiksi 1 ja 2. Luokkia ei voida asettaa järjestykseen, eikä numeerisista arvoista voida suorittaa muita laskutoimituksia kuin montako kappaletta tai prosenttia mitäkin vaihtoehtoa on. (Kananen 2008, 21.)

Ordinaali- eli järjestysasteikossa havaintoyksiköt voidaan asettaa järjestykseen mitattujen ominaisuuksien suhteen. Välimatkoja ei mitata tarkalla mittayksiköllä, vaan esimerkiksi Likertin asteikko, jossa ääripäät ovat ”täysin samaa mieltä” ja ”täysin eri meiltä”, on järjestysasteikko. Likertin asteikossa mahdollisilla muuttujilla on yksiselitteinen järjestys samannimisyyden kasvaessa tiettyyn suuntaan. (KvantiMOTV 2007.) Myös asiointitiheys – ei koskaan, harvoin jne. – on esimerkki järjestysasteikosta, jossa saadut tulokset voidaan asettaa järjestykseen, mutta jossa vaihtoehtojen välimatkoista ei voida sanoa mitään. (Kananen 2008, 23.)

Intervalliasteikossa ilmoitetaan järjestyksen lisäksi luokkien välimatka ja asteikkovälit ovat keskenään yhtä pitkät. Vuosi ja lämpömittari ovat esimerkkejä intervalliasteikosta. Intervalliasteikkoa ei voida käyttää määrien vertaamiseen, vaan ainoastaan välimatkojen. Suhde- eli absoluuttisella asteikolla on nollakohta ja se on korkein mitta-asteikko. Sillä voidaan mitata esimerkiksi painoa ja tuloja, ja sitä käytettäessä voidaan hyödyntää kehittyneimpiä analyysimenetelmiä. Käytännössä intervalli- ja suhdeasteikon välillä ei ole kuitenkaan merkittävää eroa. Korkeamman asteen mitta-asteikosta on aina mahdollista muodostaa alemman asteen

muuttujia kuten ikäryhmiä, mutta toisin päin tämä ei ole mahdollista. (Kananen 2008, 22–23.)

Sekä nominaali- että ordinaaliasteikoissa käytetään yleisesti sanallisia muuttujia. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa sanalliset asteikot käsitellään numeerisina, sillä sanoja ei voida käsitellä tilastollisesti. Sanallisen mittaamisen ongelma on sanojen tulkintaongelma. Eri vastaajat voivat tulkita muuttujan saamia arvoja eri tavalla, ja muun muassa ilmaisuja ”joskus” ja ”harvoin” on hankala tulkita. Käsitteiden tunnistamista voidaan kuitenkin helpottaa vaihtoehtojen järjestyksellä kyselylomakkeessa. (Kananen 2008, 23.)

”En osaa sanoa” -vastausvaihtoehdolla voi olla monta merkitystä. Se voi tarkoittaa asenne-mittauksissa ääriarvojen keskipistettä, vastaajan tietämättömyyttä asiasta tai sitä, ettei hän halua sanoa mielipidettään. Usein nämä erimerkitykselliset eos-vastaukset tulkitaan samalla tavalla, mitä ei tulisi tehdä. Siksi asteikon keskelle olisi hyvä sijoittaa vastausvaihtoehto ”ei samaa eikä eri mieltä”, jolloin juuri asteikon keskelle sijoittuvaa vastausta ei tulkittaisi eos-vastaukseksi. Lisäksi ennen kysymystä voidaan kysyä, voiko tai osaako vastaaja ylipäänsä vastata. Vastaajaa ei pitäisi pakottaa ottamaan kantaa asioihin, joista hänellä ei ole kokemusta eikä näkemystä. (Kananen 2008, 23.)

Otanta

Kohderyhmää, josta tutkimuksessa halutaan tehdä päätelmiä, kutsutaan populaatioksi tai perusjoukoksi. Populaatio on määriteltävä ja rajattava tarkasti. Mikäli suoritetaan kokonaistutkimusta, on kaikki tilastoyksiköt populaatiosta mitattava. Otantatutkimuksessa saatuja tuloksia puolestaan yleistetään koskemaan koko populaatiota. Koska otannan tavoitteena on olla pienoiskuva populaatiosta, tulisi sekä perusjoukon että otannan rakenne kyetä määrittelymään. Mikäli perusjoukosta otettua otosta ei ole tehty otantamenetelmien mukaisesti, on otos näyte. Näytteitä voidaan käyttää esikartoitettaessa tutkimusongelmaa. Useissa tapauksissa otannan ongelmana on perusjoukon yksiköiden luettelon puute. (Kananen 2008, 70.)

Otoskoon vaikuttavia asioita ovat perusjoukko sekä budjetti. Internetpohjaisissa kyselyissä kontaktihinnalla ei ole väliä, mutta muissa kyselyissä jokainen tutkimusyksikkö nostaa kustannuksia. Mikäli kaikki alkiot perusjoukossa olisivat samanlaisia, riittäisi otokseksi yksi havaintoyksikkö. Otoksen tulee olla sitä suurempi, mitä heterogeenisempi perusjoukko

on. Heterogeenisuutta voidaan mitata käyttäen tilastollisia hajontalukuja, joiden laske-
miseksi tarvitaan perusjoukon rakenteen yksityiskohtaista tuntemusta. (Kananen 2008, 71.)

Myös tarkkuusvaatimus vaikuttaa otoskokoon. Yleisenä sääntönä monimuuttujamenetel-
missä on, että havaintoyksikköjä on oltava vähintään saman verran kuin muuttujia. Tarvitta-
van otoskoon laskemiseen voidaan hyödyntää tilastollisia kaavoja, jotka huomioivat perus-
joukon rakennetta kuvaavia tunnuslukuja. Tutkimuksen luotettavuus ei kasva suoraviivai-
sesti otoskokoa kasvattamalla. Aluksi otoskoon kasvattaminen lisää tulosten tarkkuutta huo-
mattavasti, mutta tietyn pisteen jälkeen tarkkuus ei parane paljoa. Kuluttajatutkimuksessa,
joka rajautuu maantieteelliselle alueelle, 500 otosta voidaan pitää riittävänä sadan otoksen
ollessa ehdoton minimi. (Kananen 2008, 71.)

Käytettävien analyysien tarkkuudella sekä muuttujien mahdollisten arvojen määrällä on oma
merkityksensä tarvittavaan otoskokoon. Esimerkiksi käytettäessä ristiintaulukointia, on jo-
kaiseen soluun saatava tarvittava määrä havaintoarvoja. Esimerkiksi jos ristiintaulukoinnin
muuttujissa olisi neljä ja viisi vaihtoehtoa eli yhteensä 20 solua, ja jos otoskoko on 100, tulisi
jokaiseen soluun keskimäärin viisi havaintoarvoa. Tämä on liian vähän, sillä liian pienillä
havaintoarvomäärillä sattuma vaikuttaa tuloksiin liikaa. (Kananen 2008, 71.)

Kaikki otokseen valitut alkioit eivät vastaa kyselyyn, jolloin tuloksen virhemahdollisuudet
kasvavat. Katoa voidaan käsitellä joko paikkaus- tai painotusmenetelmällä. Paikkausmene-
telmässä puuttuvien arvojen sijasta käytetään korvikearvoa, joka voi olla muun muassa
muuttujan keskiarvo. Painotusmenetelmässä saatuja arvoja painotetaan tilastotieteellisin me-
netelmin, eikä puuttuvia arvoja korvata. Yrityksille kohdistettavien postikyselyiden sekä ku-
luttajatutkimusten vastausprosentti on yleensä 30 %:n luokkaa. Tilastotieteellisesti luotetta-
vaa tietoa tutkimusongelmasta ei saada vielä 20–30 %:n vastausprosentteilla. (Kananen
2008, 77.)

Luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan validiteetti- ja reliabiliteettikäsitteillä, joilla molem-
milla tarkoitetaan luotettavuutta. Molemmista voidaan erottaa useita alaluokituksia, mutta
yleisesti validiteetilla tarkoitetaan tutkimusongelman kannalta oikeiden asioiden tutkimista

ja reliabiliteetilla tutkimustulosten pysyvyyttä. Tutkimuksen validiteetti varmistetaan käyttämällä oikeaa tutkimusmenetelmää, oikeaa mittaria sekä mittaamalla oikeita asioita. Ulkoinen validiteetti on kunnossa, mikäli tulokset ovat yleistettävissä ja otos vastaa populaatiota. Sisältövaliditeetti puolestaan on kunnossa tutkimustulosten ollessa seurausta käytetyistä muuttujista. (Kananen 2008, 79, 81.)

Reliabiliteetilla eli tulosten pysyvyydellä tarkoitetaan, että toistettaessa tutkimus tulosten tulisi olla samat. Tällöin saadut tulokset eivät johdu sattumasta. On kuitenkin mahdollista, että mittari tuottaa aina saman tuloksen, mutta mittaa väärää asiaa, jolloin tutkimuksen validiteetti kärsii. Reliabiliteetin kaksi tekijää ovat konsistenssi ja stabiliteetti. (Kananen 2008, 80.)

Konsistenssilla tarkoitetaan mittarin yhtenäisyyttä eli sitä, mittaavatko sen osatekijät samaa asiaa. Parhaimpana sisäisen konsistenssin mittarina pidetään Cronbachin alfa-kerrointa, joka perustuu väittämien korrelaatioon. Kerroin on helpoin laskea tilasto-ohjelmistolla, ja konsistenssin katsotaan olevan kunnossa kertoimen ollessa suurempi kuin 0,60. (Valli 2015, 142–143.)

Stabiliteetilla tarkoitetaan mittarin pysyvyyttä ajassa ja sitä voidaan parantaa suorittamalla useampia mittauksia ajallisesti peräkkäin tai suorittamalla rinnakkaismittaus toisella, samaa ilmiötä mittaavalla mittarilla. Toisaalta myös ilmiöt muuttuvat, minkä johdosta reliabiliteetti voi alentua, vaikka mittari olisikin stabiili (Kananen 2008, 80.)

Yksinkertaisin tapa otantaan perustuvan tutkimuksen luotettavuuden osoittamiseen on otoksen ja populaation rakenteen vertailu. Siinä käytetään apuna populaation rakennetta kuvaavia taustamuuttujia eli sosioekonomisia tekijöitä, kuten sukupuolta, ikää, ammattia ja tulo-tasoa. Taustamuuttujien jakaumatietoja on saatavilla virallisista tilastoista. (Kananen 2008, 86.)

4.1.2 Kvantitatiivisen tutkimuksen toteutus

CleanAcceptance-hankkeen yhteydessä toteutettiin Lahden alueella kyselytutkimus liittyen omakotitalojen uusiutuvan energian käyttöön ja energiatehokkuuteen. Kyselyn laadinta oli

toteutettu jo ennen tämän työn aloittamista, joten tässä työssä ei käsitellä siihen liittyviä asioita. Kyselyssä oli yhteensä 32 kysymystä, joista osa sisälsi useampia väittämiä. Taulukossa 4 esitetään kysymysten ryhmittely lomakkeessa ja esimerkkejä kysytyistä asioista. Tässä työssä ei käsitellä kaikkia kyselylomakkeessa esitettyjä kysymyksiä ja niiden tuloksia. Kyselytutkimus kokonaisuudessaan on liitteenä 4.

Taulukko 4. Kysymysten ryhmittely kyselylomakkeessa ja esimerkkejä kysymyksistä.

Kysymysryhmä	Esimerkkejä kysymyksistä
Taustakysymykset (1–5)	<ul style="list-style-type: none"> • sukupuoli • koulutustausta • koulutusala • ikä • kotitalouden yhteenlasketut vuositulot
Asumiseen liittyvät kysymykset (6–17)	<ul style="list-style-type: none"> • kotitalouden koko • asunnon rakennusvuosi • asunnon lämmitettävät neliöt • pääasiallinen lämmitysmuoto • tukilämmitysmuoto • väittämiä energiantuotantoa ja energiansäästöä koskien
Kodin nykyiset energiaratkaisut (18–24)	<ul style="list-style-type: none"> • tyytyväisyys nykyisiin ratkaisuihin • asumisen energiaan liittyvien ratkaisujen (esim. lämpöpumppujen ja aurinkoenergian) arvioimista • asumisen energiaan liittyvien menetelmien (esim. lisäeristäminen, jäähdytyksen ohjaus) arvioimista • väittämiä uusista teknologioista • kolmen merkittävimmän tekijän valinta energiaan liittyvien muutosten toteuttamiseksi
Energiansäästökeinot (25–32)	<ul style="list-style-type: none"> • väittämiä arjen energiansäästökeinoja koskien • kysymyksiä ja väittämiä liikennettä ja liikkumista koskien

Kyselyiden jakoalueeksi oli valittu Lahden Renkomäki ja Venetsia. Helmi- ja maaliskuun aikana Renkomäen alueelle jaettiin 500 kyselyä ja Venetsian alueelle 200 kyselyä. Myöhemmin havaittiin, että osa Renkomäen alueen kyselyitä oli jaettu yhden kadun osalta myös Ämmälän alueelle, joten otoksen ja populaation taustatietojen vertailussa on huomioitu myös Ämmälän alueen taustatiedot.

Vastauksia palautui 161 kappaletta ja vastausprosentti oli 23 %. Vastaajista seitsemän asui rivitalossa, ja nämä vastaukset jätettiin tämän työn käsittelystä pois. Tällöin vastausprosentiksi saatiin 22 %. Jäljelle jääneistä vastaajista neljä asui paritalossa ja loput omakotitaloissa. Kahdeksan vastausta palautui sähköisesti ja loput postitse.

Toteutetun kyselytutkimuksen luotettavuus

Kyselytutkimuksen luotettavuutta tutkitaan vertailemalla otoksen ja populaation rakenteita. Populaation tiedot on saatu TILDA-tilastotietokannasta (2016). Käytetyt tiedot ovat Renkomäen, Venetsian ja Ämmälän keskiarvoja, sillä tässä työssä ei ole eritelty eri vastausalueilta tulleita vastauksia.

Taulukoissa 5, 6 ja 7 on vertailtu otoksen ja populaation rakenteita. Taulukoiden 6 ja 7 populaatioiden määrät poikkeavat toisistaan, sillä koulutusasteen ja tulotason tilastoissa on mukana kaikki vähintään 15-vuotiaat. Ikiä vertailtaessa populaatioon on huomioitu ainoastaan yli 18-vuotiaat, sillä kyselytutkimukset suunnattiin täysi-ikäisille omakotiasujille. Sukupuolien osalta vertailua ei voida suorittaa, sillä tilastotietokannasta ei löydy populaation sukupuolijakaumaa tilastoalueittain.

Taulukko 5. Omakotitalojen ikäluokkien otos-populaatiovertailu.

	Otos	Populaatio
N	154	1101
Rakennusvuosi	[%]	[%]
–1949	9	13
1950–1959	6	13
1960–1969	4	6
1970–1979	4	4
1980–1989	22	15
1990–1999	18	18
2000–2010	20	17
2010–	15	13

Omakotitalojen rakennusvuosien osalta nähdään otoksen vastaavan populaatiota hyvin. Suurimmillaan erot ovat 7 %, mutta usean rakennusvuosiluokan osalta eroa on vain 2–3 % tai ei ollenkaan.

Taulukko 6. Otoksen ja populaation ikäryhmien vertailu. Populaatioon on huomioitu vähintään 18-vuotiaat.

	Otos	Populaatio
N	154	2306
Ikäryhmä	[%]	[%]
alle 25	0	9
25–34	8	14
35–44	29	26
45–54	23	23
55–64	21	14
65–74	16	10
75 tai yli	3	4

Otoksen ja populaation ikäryhmien välillä on hieman suurempaa vaihtelua. Parhaiten otos vastaa populaatiota 35–54- ja yli 75-vuotiaiden osalta. Muiden ikäryhmien osalta vaihtelu on 6–9 %.

Taulukko 7. Otoksen ja populaation vertailua koulutusasteiden ja tuloluokkien osalta.

	Otos	Populaatio
N	154	2399
Koulutusaste	[%]	[%]
Perusaste	12	25
Keskiaste	35	41
Korkea-aste	51	34
Tuloluokka	[%]	[%]
Alle 10 000 €	5	13
10 000–20 000 €	15	16
20 001–34 999 €	32	28
35 000–44 999 €	25	16
45 000–60 000 €	13	13
Yli 60 000 €	5	10

Koulutusasteita vertailtaessa havaitaan, että otoksessa on populaatiota vähemmän perus- ja keskiasteen käyneitä ja enemmän korkea-asteen käyneitä. Populaatiossa on mukana kaikki vähintään 15-vuotiaat alueiden asukkaat, mikä laskee keskimääräistä koulutusastetta.

Tuloluokkia arvioitaessa on huomioitava, että kyselytutkimuksessa kysyttiin kotitalouden yhteenlaskettuja vuosituloja, kun tilastotietokannassa ilmoitettiin yksittäisten henkilöiden tuloluokka. Vertailun suorittamiseksi kyselyn tuloluokat on jaettu kahdella, sillä suurim-

massa osassa vastaajien omakotitaloja asuu kaksi täysi-ikäistä. Jako kuitenkin vääristää vertailun tuloksia jonkin verran. Myös tuloluokkien osalta populaatioissa on mukana kaikki vähintään 15-vuotiaat, mikä vaikuttaa matalimman tuloluokan suurempaan osuuteen.

Lisäksi tarkastellaan kolmen kysymyksen sisäistä konsistenssia laskemalla niille Cronbachin alfa-kertoimet IBM SPSS -tilasto-ohjelmistolla. Tarkastellut kysymykset ovat tässä työssä käsiteltävät Likertin asteikolla toteutetut muuttujasarjat. Alfa-kertoimet on esitetty kuvassa 5. Jokaisen kysymyksen alfa-kerroin on yli 0,60, joten konsistenssia voidaan pitää riittävänä.

Kysymys 17:

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	142	92,2
	Excluded ^a	12	7,8
Total		154	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,635	22

Kysymys 23:

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	153	99,4
	Excluded ^a	1	,6
Total		154	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,878	6

Kysymys 25:

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	147	95,5
	Excluded ^a	7	4,5
Total		154	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,642	12

Kuva 5. Cronbachin alfakerroin kolmelle kyselytutkimuksen kysymykselle.

4.2 Elinkaariarviointi

Yhtenä työn tavoitteista on selvittää, kuinka paljon alueen kasvihuonekaasupäästöt pienensivät, mikäli vähähiilisen asumisen esteitä saataisiin purettua. Päästövähennemien arviointiin käytetään elinkaariarviointia. Tässä kappaleessa kerrotaan ensin elinkaariarvioinnin teoriaa, jonka jälkeen kuvataan työssä käytettyä elinkaariarviointimallia.

4.2.1 Elinkaariarvioinnin teoria

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on kehitetty tuotteiden ja palveluiden valmistukseen ja käyttöön liittyvien ympäristövaikutusten ymmärtämiseksi ja käsittelemiseksi. Sitä hyödyntämällä pystytään välttämään ongelmien siirtymistä tuotteen elinkaaren vaiheesta tai ympäristövaikutusluokasta toiseen. Kehdosta hautaan -tarkastelumalli käsittelee tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisia potentiaalisia ympäristövaikutuksia aina raaka-aineiden hankinnasta tuotteiden käytöstä poistoon saakka. Elinkaariarviointia voidaan käyttää, kun halutaan tunnistaa tuotteiden ympäristösuorituskykyä parantavia tekijöitä eri elinkaaren vaiheissa, tarjota tietoa esimerkiksi julkishallinnon tai teollisuuden päätöksentekoon tai valita olennaisia ympäristösuorituskyvyn indikaattoreita. Lisäksi elinkaariarviointia voidaan hyödyntää markkinoinnissa, kuten ympäristömerkintäohjelmien toteuttamisessa tai tuotteen ympäristöselosteen laadinnassa. (ISO 14044, 8.)

Elinkaariarviointia pidetään erilaisista elinkaarimenetelmistä tieteellisimpänä ja se mahdollistaa kattavimman erilaisten ympäristövaikutusten huomioon ottamisen. Sen toteuttamisen helpottamiseksi ja hyviin käytäntöihin ohjaamiseksi kansainvälinen standardointijärjestö ISO on laatinut 14040-sarjan standardit ISO 14044 ja ISO 14040. Elinkaariarvioinnin tulokset eivät välttämättä ole yksiselitteisiä, sillä monimutkaisten tuoteketjujen selvityksissä joudutaan tekemään muun muassa valintoja systeemin rajauksissa ja aikajänteessä. Siksi tehdyt lähtöoletukset ja rajaukset sekä käytetty aineisto onkin esitettävä avoimesti ja niiden vaikutusta tulosten tulkintaan, herkkyyteen ja epävarmuuteen on analysoitava. (Antikainen et al. 2012, 7, 13.)

Elinkaariarviointiselvitys sisältää neljä vaihetta, joita ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulkinta. Jokainen vaiheista on iteratiivinen prosessi eli aiempiin vaiheisiin palaaminen on mahdollista lähtökohtien tarkastamiseksi. (Antikainen et al. 2012, 16.)

Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely

Elinkaariarvioinnin tavoitteet ja soveltamisala on määriteltävä selvästi. Niitä on mahdollista tarkentaa selvityksen aikana prosessin iteratiivisuuden vuoksi. Tällaiset muutokset on dokumentoitava perusteluineen. Tavoitteita määriteltäessä tulee kuvata selvästi elinkaariarvioinnin aiottu käyttötarkoitus, tekemisen syyt, kohdeyleisö sekä se, onko tuloksia tarkoitus käyttää julkisesti esitettävissä vertailuväitteissä. (ISO 14044, 22, 24.)

Soveltamisalaa määriteltäessä tulee huomioida ja kuvata selkeästi tutkittava tuotejärjestelmä, tuotejärjestelmän toiminnot, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, allokointimenettelyt, vaikutusarviointimenetelmät ja vaikutustyyppit, tulkintatapa, tiedoille asetetut vaatimukset, olettamukset, arvovalinnat, rajoitukset ja lähtötietojen laatuvaatimukset. (ISO 14044, 22, 24.)

Valitun toiminnallisen yksikön, referenssiyksikkönä käytettävän tuotejärjestelmän määrällisen suorituskyvyn, on vastattava selvityksen tavoitteita ja soveltamisalaa. Sen tulee olla selvästi mitattavissa ja määritelty, sillä se muodostaa vertailuyksikön, jonka suhteen syöte- ja tuotetiedot voidaan normalisoida. Toiminnallisen yksikön lisäksi on määriteltävä vertailuvirta eli prosessien tuotosten määrä, joka vaaditaan täyttämään toiminnallisen yksikön ilmaiseva toiminto. Eri järjestelmien väliset vertailut on toteutettava saman toiminnon perusteella, saman toiminnallisen yksikön suhteen ja samoja vertailuvirtoja käyttäen. (ISO 14044, 16, 18, 24.)

Järjestelmän rajat määrittävät elinkaariarviointiin mukaan otettavat yksikköprosessit, ja niiden tulee olla yhdenmukaiset selvityksen tavoitteiden kanssa. Rajojen määrittelyyn käytetyt kriteerit on selitettävä ja yksiöitävä. Myös yksikköprosesseista selvitettävien syötteiden ja tuotosten yksityiskohtaisuus on päätettävä. Vaiheita, prosesseja, syötteitä ja tuotoksia saa jättää pois ainoastaan, mikäli sillä ei ole merkittäviä vaikutuksia johtopäätöksiin. Poisjättämiset tulee perustella ja päätökset on kirjattava selkeästi. (ISO 14044, 24.)

Alustavasti jokaisesta yksikköprosessista tulisi määritellä sen alku, jossa raaka-aineet tai välivalmisteet vastaanotetaan, yksikköprosessin aikana tehtävän prosessoinnin ja toiminnan luonne sekä yksikköprosessin loppu, josta selviää välivalmisteiden tai lopputuotteiden määrää. Yksikköprosessit ja niiden väliset suhteet kuvataan prosessinkulkukaavioilla. (ISO 14044, 26.)

Tiedot, jotka valitaan elinkaariarviointiin, riippuvat selvityksen tavoitteista ja soveltamisalasta. Tietoja voidaan hankkia yksikköprosesseihin liittyviltä toimipaikoilta tai ne voidaan saada tai laskea muista lähteistä. Lähtötietojen laadun on oltava riittävä määritelyihin tavoitteisiin ja soveltamisalaan nähden, ja niiden laatuvaatimusten tulisi käsitellä muun muassa maantieteellistä ja teknologista kattavuutta, tarkkuutta, edustavuutta, toistettavuutta ja epävarmuutta. Myös jokaisen yksikköprosessin ja raportointikohteen puuttuvat tiedot on dokumentoitava. (ISO 14044, 28, 30.)

Inventaarioanalyysi (LCI)

Inventaarioanalyysistä saadaan tietoa tuotejärjestelmän käyttämistä materiaali-, energia- ja kemikaalipanoksista sekä päästöistä, jätteistä ja maankäyttötiedoista. (Antikainen et al. 2012, 17.) Siihen sisältyvää laadullista ja määrällistä tietoa kerätään jokaisesta järjestelmän rajoihin kuuluvasta yksikköprosessista. Mallinnettavan tuotejärjestelmän yhdenmukaisen ja johdonmukaisen käsittelyn takaamiseksi tulee kaikki mallinnettavat yksikköprosessit ja niiden keskinäiset suhteet kuvata prosessinkulkukaavioilla. Lisäksi muun muassa yksikköprosessit ja tiedonkeruun laskentamenetelmät on kuvattava yksityiskohtaisesti sekä luetteloitava yksikköprosesseihin, toimintaolosuhteisiin ja virtoihin kuuluvat tiedot. (ISO 14044, 32.)

Kun määritetään tuotantoon liittyviä perusvirtoja, on pyrittävä todellisen tuotantojakauman käyttämiseen todellisten luonnonvarojen kulutusmäärien huomioimiseksi. Esimerkiksi sähköntuotantoon liittyviä perusvirtoja tarkasteltaessa on kiinnitettävä huomiota sähkön jakaumaan sekä polttoprosessin, muuntamisen ja siirtämisen tehokkuuteen ja hävikkeihin. (ISO 14044, 34.)

Inventaarioanalyysistä saatavat tiedot luokitellaan energia-, raaka-aine- ja apusyötteiden, tuotteiden, rinnakkaistuotteiden ja jätteiden, päästöjen ilmaan, veteen ja maaperään sekä

muiden ympäristönäkökohtien mukaan (ISO 14044, 32). Inventaarioanalyysin kompastuskiveksi on usein tunnistettu riittävän lähtötiedon puute (Antikainen et al. 2012, 40).

Allokoinnilla tarkoitetaan prosessin syöte- ja tuotosvirtojen jakamista tutkittavan tuotejärjestelmän ja yhden tai useamman toisen tuotejärjestelmän välillä. Käytetyt allokoitimenetelyt tulee selittää ja dokumentoida yhdessä allokoitimenettelyn kanssa, ja usean allokoitimenettelyn vaikuttaessa sovelialta, tulee suorittaa herkkyysanalyysi valitusta lähestymistavasta poikkeamisen seurausten osoittamiseksi. Yksikköprosessin allokoitujen syötteiden ja tuotosten summan tulee olla saman suuruinen kuin niiden summa ennen allokoitintia. (ISO 14044, 16, 37.)

Allokoitintia on mahdollisuuksien mukaan vältettävä. Allokoitava yksikköprosessi voidaan jakaa useampiin alaprosesseihin, jolloin niihin liittyvät syöte- ja tuotostiedot voidaan kerätä. Vaihtoehtoisesti tuotejärjestelmä voidaan laajentaa kattamaan rinnakkaistuotteisiin liittyvät lisätoiminnot. Mikäli allokoitintia ei kyetä välttämään, pyritään syötteet ja tuotokset osittamaan järjestelmän tuotteiden ja toimintojen välillä niiden fysikaalisia suhteita kuvaten. Jos fysikaalisten suhteiden käyttäminen allokoitintiperustana ei onnistu, käytetään muita tuotteiden ja toimintojen välisiä suhteita kuten taloudellista arvoa tai kierrätetyn materiaalin myöhempien käyttökertojen määrää. (ISO 14044, 38, 40.)

Vaikutusarviointi (LCIA)

Vaikutusarviointivaiheessa käsitellään inventaarianalyysin tuloksia ryhmittelemällä ne syy-seuraussuhteittain vaikutusluokkiin ja muuttamalla ne ympäristövaikutusluokkaindikaattoreiksi. Valittujen vaikutusluokkien tulee olla riittävän kattavia tuotejärjestelmän ympäristökysymysten kuvaamiseksi. (ISO 14044, 42.) Yleisiä ympäristövaikutusluokkia ovat muun muassa (Antikainen et al. 2012, 17):

- ilmastonmuutos
- otsonikato
- happamoituminen
- rehevöityminen
- ekotoksisuus
- humaanitoksisuus
- luonnonvarojen ehtyminen.

Vaikutusarviointi pohjautuu karakterisointiin, jossa tuotevaihtoehdoille lasketaan vaikutusluokkaindikaattoritulokset yhteismitallistamalla esimerkiksi ilmastonmuutosta aiheuttavat päästöt hiilidioksidiekvivalenteiksi. Karakterisoimalla saatujen tulosten paremmuusjärjestys voi vaihdella vaihtoehdoittain, jolloin ympäristövaikutusten kannalta parhaan vaihtoehdon valinta voi olla haastavaa. (Antikainen et al. 2012, 17.)

Vaihtoehtojen vertailemisen helpottamiseksi elinkaariarvioinnissa voidaan käyttää normalisointia tai painotusta. Normalisoinnilla karakterisointituloksia suhteutetaan siten, että vaikutusluokkien indikaattorituloksia voidaan vertailla. Tulokset voidaan suhteuttaa esimerkiksi Euroopan tai koko maailman päästöihin. Tavoitteena on parempi ymmärrys indikaattoritulosten suhteellisesta suuruudesta tuotejärjestelmässä. Painotusta käytettäessä vaikutusluokille asetetaan tärkeyspainot, ja tuloksena jokaiselle vaihtoehdolle saadaan yhdet kokonaisvaikutusluokkaindikaattorit. Näin saadut tulokset ovat kuitenkin subjektiivisia painoarvojen määrittämisen pohjautuessa arvottamiseen, joten myös painottamattomat tulokset on esitettävä. (Antikainen et al. 2012, 17.)

Vaikutusarviointivaiheessa on huomioitava epävarmuuden lähteet ja pois jätetyt asiat, kuten inventaarioanalyysivaiheen tulosten laatu ja järjestelmän rajaukset. (ISO 14044, 40.)

Tulosten tulkinta

Tulosten tulkinta koostuu merkittävien asioiden arvioinnista sekä johtopäätöksistä, rajoituksista ja suosituksista. Tulosten epävarmuuden ymmärtämiseksi siihen tulee sisältyä myös herkkyystarkastelu merkittävien syötteiden, tuotosten ja menetelmätekniikkavalintojen osalta. (ISO 14044, 54, 56.)

Osana tulosten tulkintaa inventaarioanalyysi- ja vaikutusarviointivaiheiden tuloksiin perustuvat merkittävät asiat on järjesteltävä siten, että ne ovat vuorovaikutuksessa arviointiosan kanssa. Merkittäviä asioita ovat esimerkiksi inventaariotiedot, vaikutusluokat ja tuloksiin olennaisesti vaikuttavat elinkaaren vaiheet. Vuorovaikutuksen tarkoituksena on huomioida edeltävien vaiheiden käytetyt menetelmät, oletukset ja seuraukset, joita aiheutuu muun muassa allokoinnista ja rajauksista. (ISO 14044, 58.)

Arviointiosa sisältää täydellisuuden, herkkyuden ja johdonmukaisuuden tarkistamista tulosten luotettavuuden määrittämiseksi. Täydellisuuden tarkistuksen tavoitteena on kaiken olennaisen informaation ja lähtötiedon saatavuuden ja riittävyyden varmistaminen. Herkkyystarkistuksen tavoitteena puolestaan arvioidaan johtopäätösten ja lopputulosten luotettavuutta määrittämällä, kuinka epävarmuustekijät vaikuttavat niihin. Johdonmukaisuuden tarkistuksen tavoitteena on selvittää olettamusten, menetelmien ja lähtötietojen yhdenmukaisuus tavoitteiden ja soveltamisalan kanssa. (ISO 14044, 58, 60.)

Lopuksi selvityksen perusteella tehdään alustavat johtopäätökset iteratiivisesti tulosten tulkintavaiheen muiden osien kanssa. Alustavista johtopäätöksistä tarkastellaan johdonmukaisuutta lähtötietojen laatuvaatimuksiin, oletuksiin ja arvoihin sekä menetelmien ja selvityksen rajoituksiin. Johtopäätösten ollessa johdonmukaisia, ne raportoidaan lopullisina johtopäätöksinä ja laaditaan niiden loogisia ja järkeviä seurauksia heijastavat suositukset. (ISO 14044, 62.)

4.2.2 Elinkaariarviointimallin toteutus

Tarkastelun toteutukseen käytettiin Aaro Koskisen (2016) diplomityöprosessinsa yhteydessä laatimaa elinkaariarviointimallia, joka on laadittu asuinalueiden lämmön- ja sähköntarpeen aiheuttamien päästöjen kartoittamiseksi Suomen ilmasto-olosuhteissa. Mallin toiminnallisena yksikkönä on asuinalueen tarvitsema vuotuinen sähkö- ja lämpöenergiantarve. Tulokset karakterisoidaan CML 2001–Apr. 2015 Global Warming Potential (GWP 100 years) mukaisesti.

Elinkaarimalliin voidaan syöttää kerrostalojen, pientalojen, rivitalojen, toimistorakennusten ja liikerakennusten pinta-alat jokaiselle energiatehokkuusluokalle erikseen, jolloin malli laskee alueella tarvittavan lämpö- ja sähköenergian määrän. E-lukuina on käytetty rakentamismääräyskokoelmasta löytyvien raja-arvojen keskiarvoja.

Mallissa lämmönhankinta voidaan toteuttaa joko kaukolämmöllä, pellettikattiloilla, öljykattiloilla, maalämpöpumpuilla, ilma-ilmalämpöpumpuilla, ilma-vesilämpöpumpuilla, poistoilmalämpöpumpuilla tai suoralla sähkölämmityksellä. Malliin syötetään lämpöenergiatuo-

tantomuotojen jakauma, jonka oletetaan jakautuvan tasaisesti rakennustyypeille ja energiatehokkuusluokille. Lisäksi malliin voidaan määrittää aurinkokeräimien pinta-ala. Mikäli aurinkokeräimillä tuotettaisiin ylimäärin lämpöenergiaa, syötettäisiin loppu matalalämpöverkkoon.

Asuinalueella kuluvan taloussähkön määräksi on mallissa oletettu tietty osuus rakennusten energiankulutuksesta. Sekä taloussähkö että suoraan sähkölämmitykseen ja lämpöpumppuihin tarvittava sähkö hankitaan sähköverkosta ja aurinkopaneelein. Mahdollinen aurinkopaneeleilla tuotettu ylijäämä sähkö syötetään sähköverkkoon.

Elinkaariarviointimallissa on huomioitu vain käytönaikaiset päästöt, eli energiantuotantojärjestelmien valmistuksesta aiheutuvia päästöjä ei huomioida. Polttoaineiden hankinnasta aiheutuvat päästöt huomioidaan. Pellettikattiloissa poltettava bioperäinen polttoaine oletetaan hiilidioksidineutraaliksi. Tarkempi kuvaus elinkaariarviointimallin toteutuksesta ja rakentamisesta sekä siinä käytetyistä oletuksista ja rajauksista on esitetty Aaro Koskisen (2016) diplomityössä.

Malliin tehdyt muutokset

Käytetyssä elinkaariarviointimallissa sähkön- ja kaukolämmöntuotannon päästöt lasketaan Suomen keskimääräisillä ominaispäästökertoimilla. Koska tässä työssä tarkasteltavat alueet sijoittuvat Lahden alueelle, on alkuperäisestä mallista poiketen käytetty Lahti Energian (2016) vuoden 2015 kertoimia. Sähkön ominaispäästökerroin on 166,0 g/kWh ja kaukolämmön ominaispäästökerroin 186,78 g/kWh.

Elinkaariarviointimallissa on oletettu, että mahdolliset aurinkopaneelit saadaan suunnattua etelää kohden maksimaalisen hyödyn saamiseksi. Tässä työssä pystyttiin arvioimaan sekä Renkomäen että Venetsian talojen kattojen suuntia. Venetsiassa lähes kaikki katot ovat kaakko-luode-suunnassa, jolloin aurinkopaneelien tuotanto on noin 7 % pienempi kuin suoraan etelään suunnatessa (Ilmastoinfo). Renkomäen talojen kattojen suunnat vaihtelivat enemmän. Työssä päädyttiin kuitenkin käyttämään samaa 7 %:a pienempää tuotantomäärää, sillä suurimmalle osalle talojen katoista aurinkopaneelit voitaisiin sijoittaa kaakko-lounasvälille. Pienempi tuotantomäärä on huomioitu elinkaariarviointimallin aurinkopaneelien ja -

keräimien hyötysuhteissa. Liitteessä 1 on kuvat Renkomäen ja Venetsian alueista, joihin kyselyitä jaettiin.

Alkuperäisessä mallissa on E-lukujen osalta oletettu, että erilliset pientalot ovat pinta-alaltaan alle 120 m². E-lukuina on käytetty kunkin luokan raja-arvojen keskiarvoa. Koska tässä työssä on käytössä tarkempaa tietoa omakotitalojen pinta-aloista, on E-lukuja muokattu vastaamaan näitä tietoja laskemalla jokaiselle energiatehokkuusluokalle keskimääräinen pinta-ala ja käyttämällä kappaleessa 2.3.2 kuvattuja yhtälöitä. Käytetyt E-luvut on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Mallissa käytetyt E-luvut.

	C-luokka	D-luokka	E-luokka	F-luokka	G-luokka
	[kWh/m ²]				
E-luku	143	202	307	425	461

Lisäksi alkuperäisessä mallissa on ainoastaan energiatehokkuusluokat A–E. Tätä heikompien luokkien tulosten saamiseksi näiden luokkien E-luvut on sijoitettu toisten luokkien E-lukujen tilalle.

Tarkasteltavat tilanteet

Tarkastelun kohteeksi valittiin kaksi vaihtoehtoista tilannetta:

1. nykytilanne
2. tilanne, mikäli kyselytutkimuksessa maalämpöpumppua, ilmalämpöpumppua, aurinkopaneeleita ja/tai aurinkokeräimiä harkinneet toteuttaisivat hankinnat

Nykytilanne

Nykytilanteessa kyselyyn vastanneiden omakotitalot on jaoteltu energiatehokkuusluokkiin rakennusvuosien ja lämmitysjärjestelmien perusteella kirjallisuudesta löytyvien esimerkkien avulla. Jaottelu ei ole välttämättä kovin todenmukainen, sillä rakennusten energiatehokkuusluokat riippuvat useista yksilöllisistäkin tekijöistä. Jako on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Mallissa käytetty omakotitalojen jaottelu energiatehokkuusluokkiin.

Energiatehokkuusluokka	Luokkaan kuuluvat talot	Osuus taloista
C	<ul style="list-style-type: none"> • kaikki 2010-luvulla rakennetut talot • 2000-luvun maalämpötalot 	18 % (n = 27)
D	<ul style="list-style-type: none"> • 2000-luvun sähkölämmitteiset talot • 1980- ja 1990-lukujen öljy- ja puulämmitteiset talot • 1950–1970 -lukujen maa- ja kaukolämpötalot 	25 % (n = 38)
E	<ul style="list-style-type: none"> • 1980- ja 1990-lukujen sähkölämmitteiset talot • 1960- ja 1970-lukujen öljylämmitteiset talot • 1940- ja 1950-lukujen puulämmitteiset talot 	41 % (n = 63)
F	<ul style="list-style-type: none"> • 1970-luvun sähkölämmitteiset talot • 1940- ja 1950-lukujen öljylämmitteiset talot 	5 % (n = 7)
G	<ul style="list-style-type: none"> • 1950- ja 1960-lukujen sähkölämmitteiset talot 	11 % (n = 17)

Jotta kyselyn tuloksissa saadut pinta-aliatiedot pystytään huomioimaan todenmukaisesti, on asuinalueen kooksi päätetty 152 taloa, mikä on kyselytutkimuksesta saatujen pinta-ala-vastausten määrä. Jokaisen rakennusvuosiryhmän lämmitettyjen neliöiden pinta-ala on laskettu yhteen ja jaettu lämmitysmuotojen kesken niiden prosentuaalisen jakauman mukaan. Näiden pinta-alojen avulla on laskettu kunkin energiatehokkuusluokan kokonaisneliömetrit ja lämmitysmuotojen osuudet.

Koska käytetyssä elinkaarimallissa lämmitysmuodot jakautuvat tasan eri energiatehokkuusluokille, lasketaan tässä työssä vuosittaiset päästöt erikseen jokaiselle energiatehokkuusluokalle todenmukaisemman jakauman toteuttamiseksi.

Päälämmitysmuotojen lisäksi on huomioitu tukilämmitysmuodoista ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumput. Myös aurinkopaneelit on otettu huomioon, mutta niillä tuotettava sähköenergia lasketaan paneelien mahdollisen pinta-alan perusteella, eivätkä ne ole mukana energiantuotantojakaumassa. Ilmalämpö- ja ilma-vesilämpöpumpuilla on oletettu katettavan 40 % omakotitalon vuotuisesta lämmitysenergian kulutuksesta. Suurimmassa osassa vastaajien omakotitaloissa on tukilämmitysmuotona myös takka tai varaava takka. Niitä ei kuitenkaan ole huomioitu tässä laskennassa, sillä niitä ei ole otettu mukaan malliin ja niillä tuotettava lämpö riippuu hyvin paljon käyttäjästä.

Tukilämmitysten osuudet on selvitetty päälämmitysluokittain. Lisäksi niiden osuudet on eritelty sähkö- ja puu-/pelletti-/hakelämmityksen osalta myös energiatehokkuusluokittain. Tukilämmitysten osuudet päälämmitysmuodoittain ja energiatehokkuusluokittain nykytilanteessa ovat liitteessä 2. Taulukossa 10 on esitetty lasketut energiantuotantomuotojen jakaumat ja kokonaisneliömetrimäärät kullekin energiatehokkuusluokalle.

Taulukko 10. Nykytilanteen energiantuotantomuotojen jakaumat sekä aurinkopaneelien ja rakennusten pinta-alat energiatehokkuusluokittain.

	C-luokka	D-luokka	E-luokka	F-luokka	G-luokka
	[%]				
Sähkölämmitys	42	57	70	26	82
Maalämpöpumppu	37	1	-	-	-
Kaukolämpö	-	7	-	-	-
Poistoilmalämpöpumppu	7	-	-	-	-
Öljy	-	7	5	57	-
Puu/pelletti/hake	-	8	3	-	-
Ilmalämpöpumppu	11	20	21	17	17
Ilma-vesilämpöpumppu	3	1	1	-	2
	[m ²]				
Aurinkopaneelien pinta-ala	-	-	80	-	-
Rakennusten pinta-ala yhteensä	4160	7211	10 702	919	1922

Potentiaalisten päästövähennemien skenaario

Toisessa tilanteessa oletetaan, että kaikki tiettyjä energiaratkaisuja harkinneet hankkivat niihin tarvittavan teknologian. Energiaratkaisuista on huomioitu ne, jotka ovat mukana elinkaarimallissa ja joita vastaajat ovat harkinneet eniten. Lämmitysjärjestelmän uudistajat ja aurinkosähköä hyödyntämään alkavat on määritetty nykyisen päälämmitysmuodon mukaan siten, että heitä oletetaan olevan jokaisessa energiatehokkuusluokassa sama suhteellinen määrä. Osuudet on ilmoitettu taulukossa 11.

Taulukko 11. Uusia energiaratkaisuja hankkivien osuudet nykyisten päälämmitysmuotojen mukaan. Päälämmitysmuodoista on huomioitu ainoastaan maalämpö, ja muilla energiaratkaisuilla katetaan osa lämmitys- tai sähköenergiasta.

Energiantuotantomuodot, joita hankitaan	Päälämmitysmuoto nykytilanteessa				
	Sähkölämmitys	Öljylämmitys	Puu/hake/pelletti	Maalämpöpumppu	Kaukolämpö
	Uusia energiantuotantomuotoja hankkivien osuus [%]				
Ilmalämpöpumppu	17	33	20	0	67
Maalämpöpumppu	9	9	75	0	0
Aurinkosähkö	16	10	100	20	0
Aurinkolämpö	10	11	50	0	0

Todellisuudessa rakennusten energiatehokkuusluokat todennäköisesti paranisivat lämmitysmuotoa vaihdettaessa ostoenergiankulutuksen pienentyessä. Laskennan yksinkertaistamiseksi luokkien paranemista ei kuitenkaan ole otettu huomioon. Taulukossa 12 on esitetty vaihtoehtoisen skenaarion energiantuotantojakaumat energiatehokkuusluokittain. Jakaumaa määritettäessä on huomioitu, että tukilämmitysmuodoilla katetaan vain osa vuosittaisesta lämpöenergiatarpeesta.

Taulukko 12. Potentiaalisten päästövähennemien skenaarion lämpöenergiantuotantomuotojen jakaumat energiatehokkuusluokittain.

	C-luokka	D-luokka	E-luokka	F-luokka	G-luokka
	Osuus alueen lämmitysenergiasta [%]				
Sähkölämmitys	32	47	58	24	68
Maalämpöpumppu	46	16	11	9	9
Kaukolämpö	-	5	-	-	-
Poistoilmalämpöpumppu	7	-	-	-	-
Öljy	-	0,9	4	33	-
Puu/pelletti/hake	-	1,6	0,7	-	-
Ilmalämpöpumppu	13	25	25	34	22
Ilma-vesilämpöpumppu	2	0,2	0,6	-	1
Yhteensä	100	100	100	100	100
	Pinta-ala [m ²]				
Aurinkopaneelien pinta-ala	169	407	578	29	76
Aurinkokeräinten pinta-ala	57	235	303	24	47
Rakennusten pinta-ala yhteensä	4160	7211	10 702	919	1922

5 TULOKSET

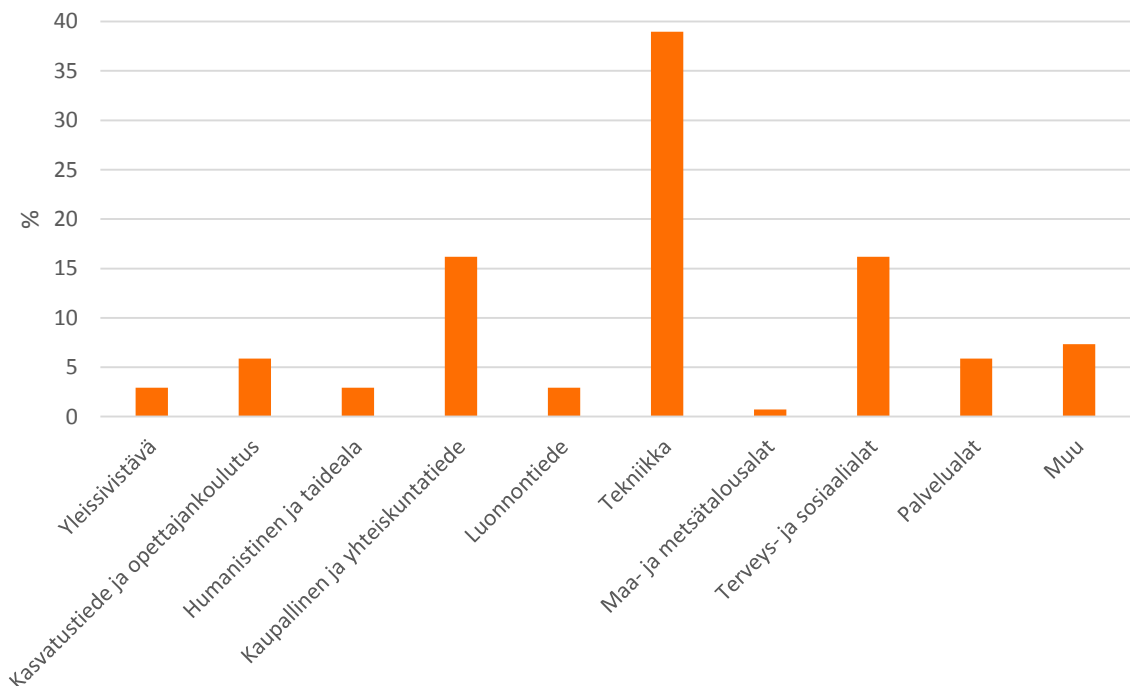
Tulososiossa esitetään ensin kyselytutkimuksen tulokset, minkä jälkeen esitetään elinkaarivertailun tulokset potentiaalisista päästövähennyksistä.

5.1 Esteet vähähiilisen asumisen toteutumiseksi Lahden seudulla

Kyselytutkimuksen vastauksista viidesosa palautui Venetsian alueelta ja loput eli suurin osa Renkomäen alueelta, jonne kyselyitä myös jaettiin eniten. Molemmilta alueilta palautuneita vastauksia käsitellään yhdessä eli tuloksia ei jaotella asuinalueen mukaan.

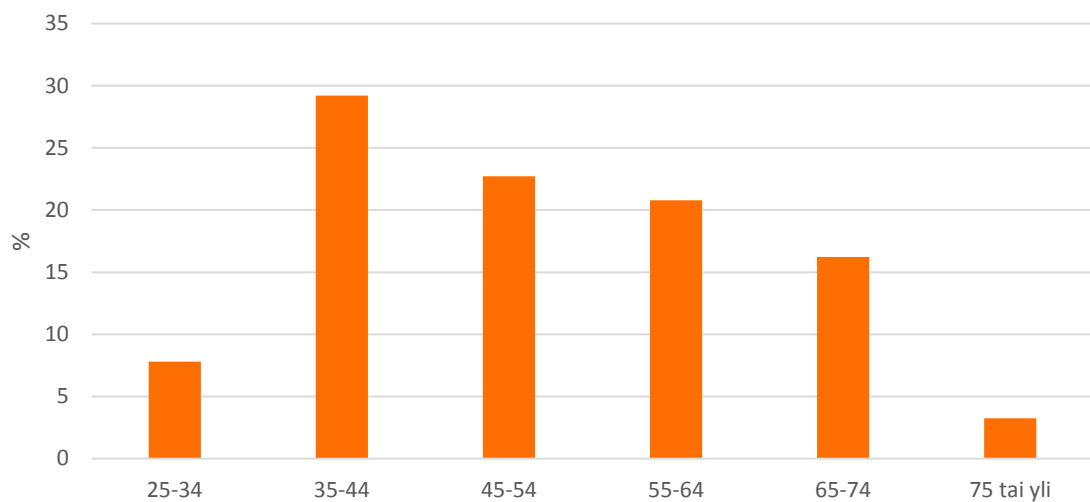
5.1.1 Vastaajien taustatiedot

Vastaajista 44 % on naisia ja 56 % miehiä. 96 % vastaajista asuu omistusasunnossa, 2,6 % vuokra-asunnossa ja loput asumisoikeusasunnossa. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty vastaajien koulutusalat ja ikäjakauma.



Kuva 6. Kyselyyn vastanneiden koulutusalat.

Suurimman ryhmän vastaajista muodostivat tekniikan alan koulutuksen käyneet (39 %, n = 53). Muita hieman erottuvia vastausryhmiä ovat kaupallisen tai yhteiskuntatieteellisen koulutuksen saaneet sekä terveys- ja sosiaali-alan koulutetut (14 %, n = 22). Loppujen koulutusalojen edustajat jäivät 5 prosenttiin tai sen alle. Tässä työssä tekniikan koulutuksen saaneita käsitellään jatkossa osittain omana ryhmänään, sillä voidaan olettaa heidän vastauksiensa poikkeavan muiden koulutusalojen edustajien vastauksista.

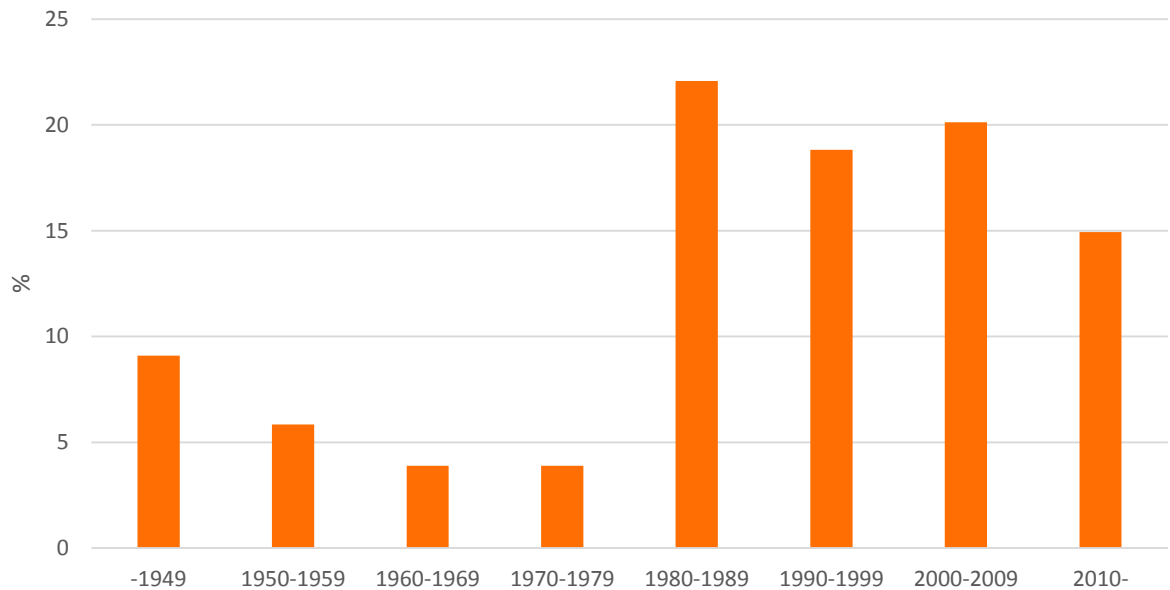


Kuva 7. Kyselyyn vastanneiden ikäjakauma.

Lähes kolmannes vastaajista kuului ikäryhmään 35–44-vuotiaat (n = 45). Pienin osa vastaajista oli yli 75-vuotiaita (n = 5) myös 25–34-vuotiaiden osuuden jäädessä alle kymmeneen (n = 12). Alle 25-vuotiaita vastaajia ei ollut yhtäkään.

5.1.2 Rakennuskanta ja asuntojen koot

Kuvassa 8 on esitetty omakotitalojen rakennusvuodet. Koko Suomen erillisten pientalojen kantaan verrattuna vastaajien rakennuskanta on nuorempaa. Kyselyn tuloksissa vuoden 1980 jälkeen rakennettujen pientalojen osuus on noin 75 %, kun koko Suomen tasolla niiden osuus on noin 42 % (Tilastokeskus 2016b).



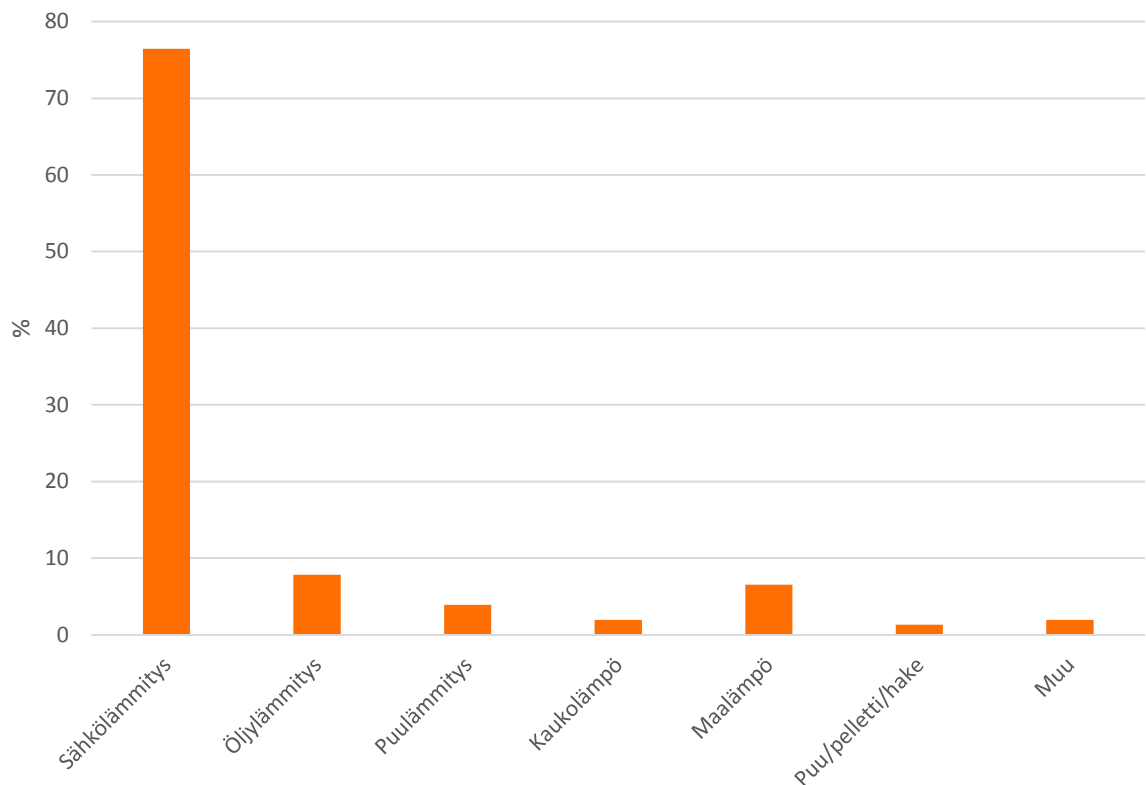
Kuva 8. Omakotitalojen rakennusvuodet.

Kyselyssä kysyttiin myös vastaajien asuntojen asuinpinta-alaa sekä muita lämmitettäviä neliöitä. Yli 60 % (n = 92) vastaajista asuu asuinpinta-alaltaan yli 120 neliömetrin asunnossa. Asuntojen pinta-aloja ja rakennusvuosia vertaillessa havaitaan, että asuinneliöiden määrän kasvu vastaa yleistä trendiä; keskimääräiset pinta-alat ovat kasvaneet 1960-luvulta lähtien, kunnes ne vuodesta 2010 alkaen ovat hieman pienentyneet (Tiihonen 2011). Liitteessä 3 on esitetty asuinpinta-alojen jakauma sekä asuntojen keskimääräiset asuinpinta-alat rakennusvuosittain.

Kyselyssä selvitettiin myös, kokevatko vastaajat asuntonsa sopivan kokoiseksi. Noin neljäsosa vastaajista (n = 40) oli sitä mieltä, ettei heidän kotinsa ole optimaalisen kokoinen. Näistä vastaajista 65 %:n (n = 26) mielestä koti on liian iso heidän tarpeisiinsa. Usea mainitsee syyksi lasten muuttamisen pois kotoa. Toisaalta 28 % (n = 11) kotinsa kokoon tyytymättömistä pitää kotiaan liian pienenä tai mainitsee puuttuvista tiloista kuten kodinhoitohuoneesta.

5.1.3 Lämmitysjärjestelmät

Kyselytutkimuksessa selvitettiin vastaajien asuntojen pää- ja tukilämmitysmuotoa sekä heidän tyytyväisyyttään nykyisiin energiaratkaisuihin. Lisäksi kartoitettiin, olivatko vastaajat saaneet itse päässeet vaikuttamaan lämmitysjärjestelmän valintaan. Kuvassa 9 on vastaajien omakotitalojen nykyiset päälämmitysmuodot.



Kuva 9. Tämänhetkiset pääasialliset lämmitysmuodot.

Suurin osa (77 %, n = 117) kyselyyn vastanneiden taloista oli sähkölämmitteisiä. Seuraavaksi eniten oli öljy- ja maalämpölämmitteisiä taloja (n = 12, 10). Lahden ja koko maan tasolla sähkölämmitteisiä erillisiä pientaloja on huomattavasti vähemmän, 37–43 %, öljy- ja kaukolämmityksen ollessa suosittuempaa kuin vastaajien kesken. (Tilastokeskus 2016b).

Neljää vastaajaa lukuun ottamatta kaikissa asunnoissa on käytössä vähintään yksi tukilämmitysmuoto. 70 %:lla (n = 109) oli käytössä takka tai leivinuuni, ja puolella vastaajista oli asunnossaan ilmalämpöpumppu (n = 76). Puulämmitystä hyödynsi 18 % (n = 27) vastaajista ja sähköä tukilämmityksenä käytti vajaa kymmenen vastaajista (n = 12). Muita käytettyjä

tukilämmitysmuotoja olivat ilma-vesilämpöpumppu, aurinkopaneelit, öljylämmitys, maalämpö, pelletti-/hakelämmitys ja poistoilmalämpöpumppu, joista jokainen sai mainintoja viisi tai vähemmän.

Noin kolmasosa kaikista vastaajista (n = 49) ovat tyytymättömiä asuntonsa energiaratkaisuihin. Taulukossa 13 on esitetty kahden yleisimmän lämmitysmuodon osalta tyytymättömien osuus sekä mainittuja syitä tyytymättömyyteen.

Taulukko 13. Yleisimpien lämmitysmuotojen tyytymättömien osuus sekä syitä tyytymättömyyteen.

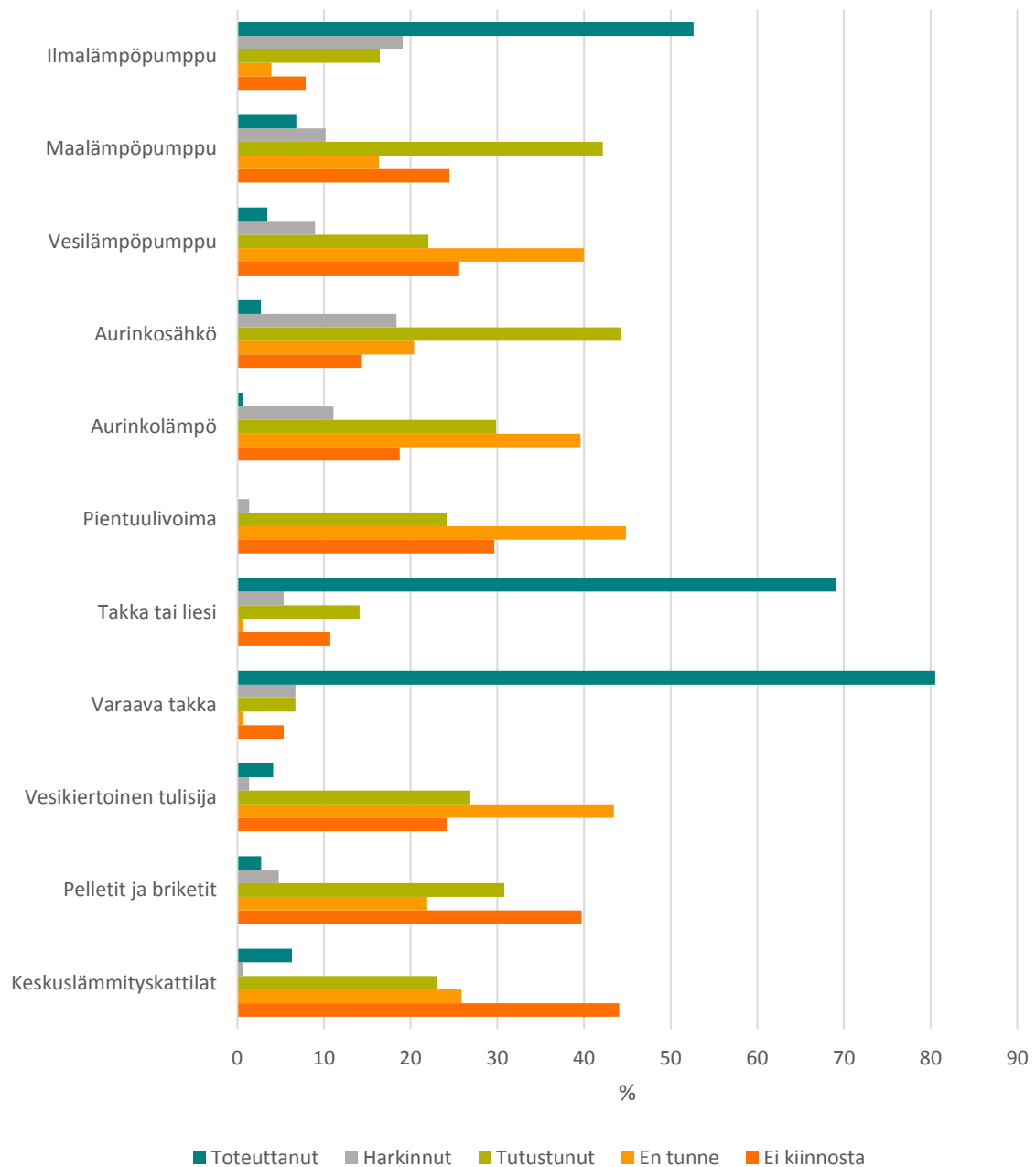
Päälämmitysmuoto	Tyytymättömien osuus	Syitä tyytymättömyyteen
Sähkölämmitys	33 % (n = 38)	<ul style="list-style-type: none"> • kallis (n = 11) • ilmalämpöpumppu olisi hyvä lisä (n = 4) • aurinkopaneelit /-keräin olisi hyvä lisä (n = 3) • maalämpö olisi parempi (n = 3) • ympäristölliset syyt (n = 2)
Öljylämmitys	55 % (n = 6)	<ul style="list-style-type: none"> • ympäristölliset syyt (n = 2) • voisi olla tukilämmitys • öljystä pitää päästä eroon • ”öljy ei tätä päivää”

Muita tyytymättömyyden syitä, joita sähkölämmittäjät mainitsevat, ovat korvaavan lämmityksen puute, lämmityksen huono/kallis muunneltavuus ja ilmalämpöpumpun huono soveltuvuus kyseiseen asuntoon. Muutama mainitsee syynä ainoastaan suoran sähkölämmityksen.

Lämmitysjärjestelmäänsä tyytymättömistä kolmasosa (n = 16) on päässyt vaikuttamaan järjestelmän valintaan itse. Näistä vastaajista 14:llä on sähkölämmitys, yhdellä vastaajalla maalämpö ja yksi on kaukolämmön piirissä. Kaukolämmöllä lämmittävä aikoo hankkia tulevaisuudessa lämpöpumpun.

5.1.4 Energiaan liittyvät ratkaisut ja menetelmät

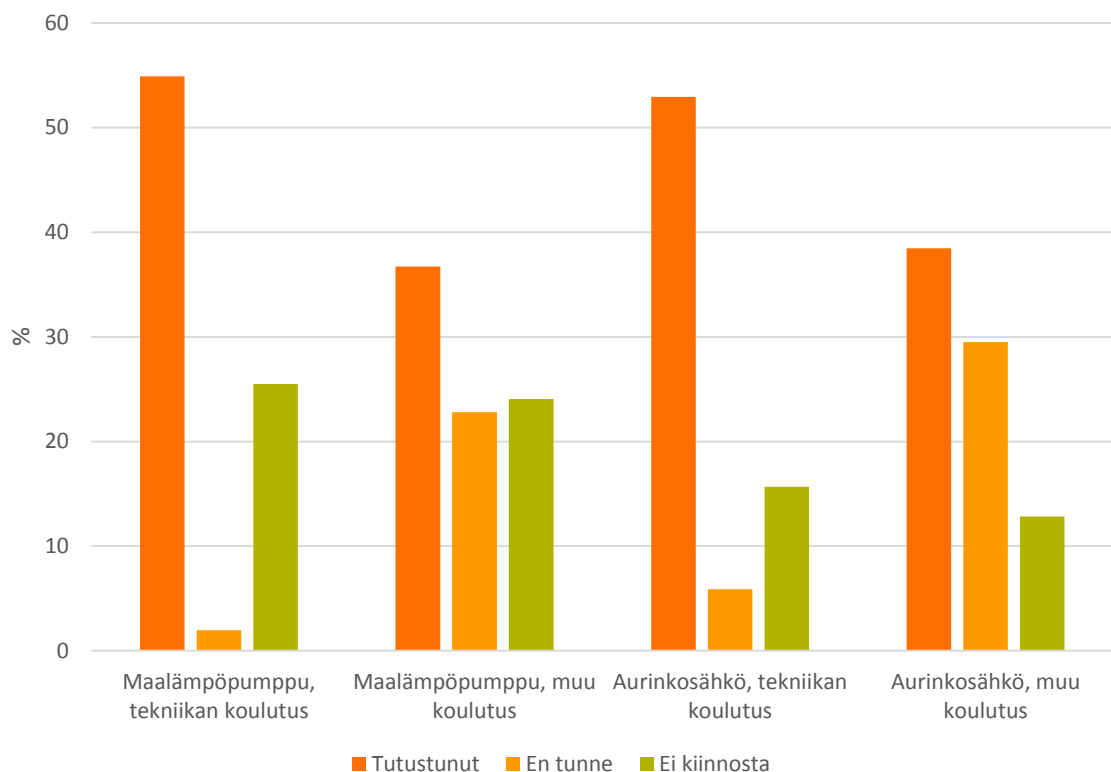
Yhtenä kohtana kyselyssä pyydettiin vastaajia arvioimaan asumisen energiaan liittyviä menetelmiä. Vaihtoehtoina oli menetelmien toteuttaminen, niiden harkitseminen, niihin tutustuminen, tuntemattomuus ja kiinnostamattomuus. Tulokset kaikkien vastaajien osalta on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Asumisen energiaan liittyvät menetelmät.

Kuten jo aiemmin todettiin, eniten toteutettuja tukilämmitysratkaisuja ovat takat ja ilmalämpöpumput. Eniten vastaajat ovat harkinneet ilmalämpöpumppuja, maalämpöpumppuja sekä aurinkosähkön ja -lämmön hyödyntämistä. Vähiten tunnettuja ratkaisuja ovat vesilämpöpumppu, aurinkolämpö, pientuulivoima ja vesikiertoinen tulisija. Vastaajia vähiten kiinnostavat ratkaisut ovat keskuslämmityskattilat, pelletit ja briketit sekä pientuulivoima.

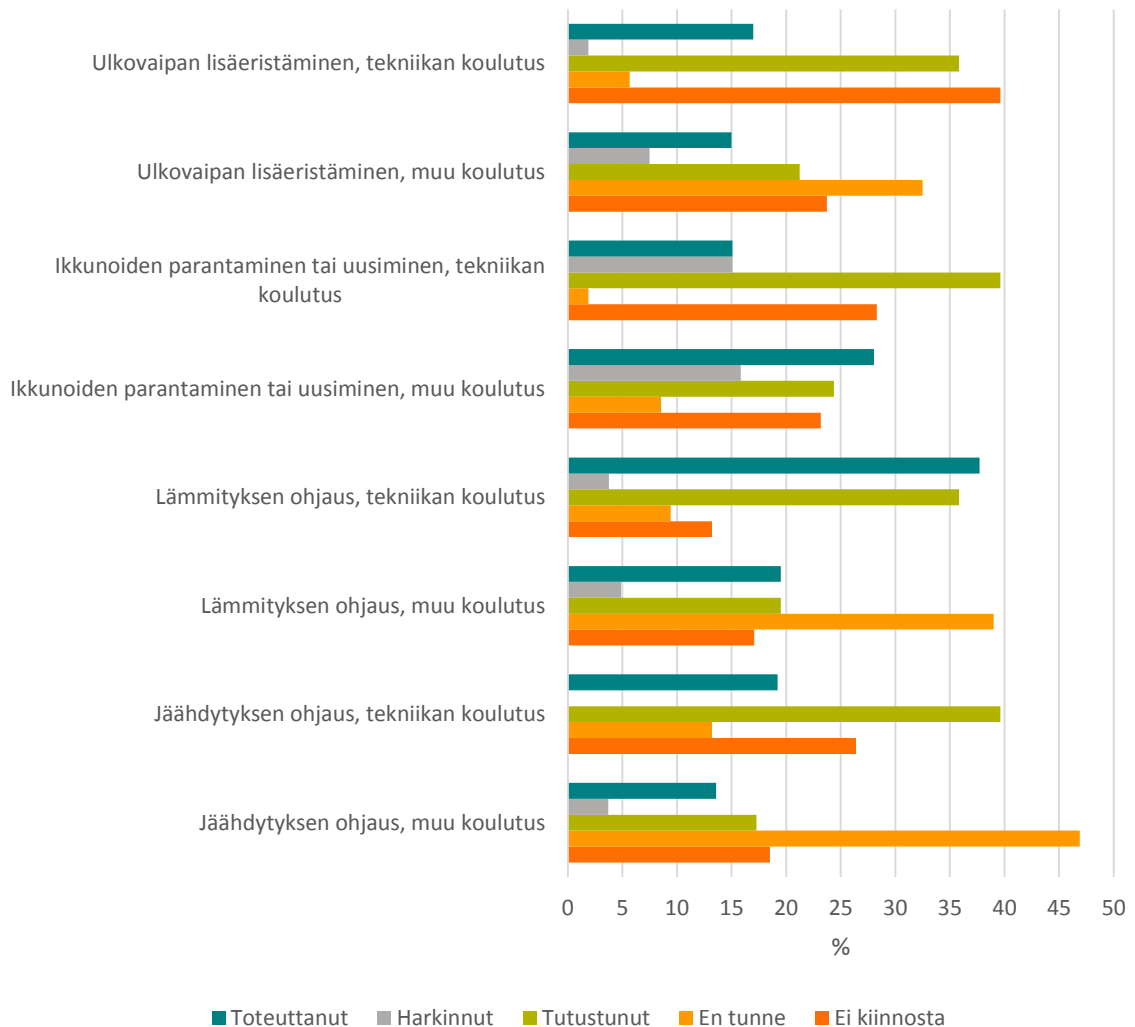
Hypoteesin ollessa, että tekniikan koulutuksen saaneilla vastaajilla on enemmän tietoa eri ratkaisuista, tarkastellaan vastauksia myös koulutusaloittain. Eri ratkaisujen toteuttamisasteissa ei ole merkittäviä eroja koulutusalojen kesken, mutta odotetusti tekniikan koulutuksen käyneet ovat tutustuneet eri tekniikoihin muita vastaajia useammin. Kuvassa 11 on vertailtu esimerkkinä maalämpöpumppujen ja aurinkosähkön tunnettavuutta. Sama trendi on havaittavissa muidenkin tekniikoiden kohdalla.



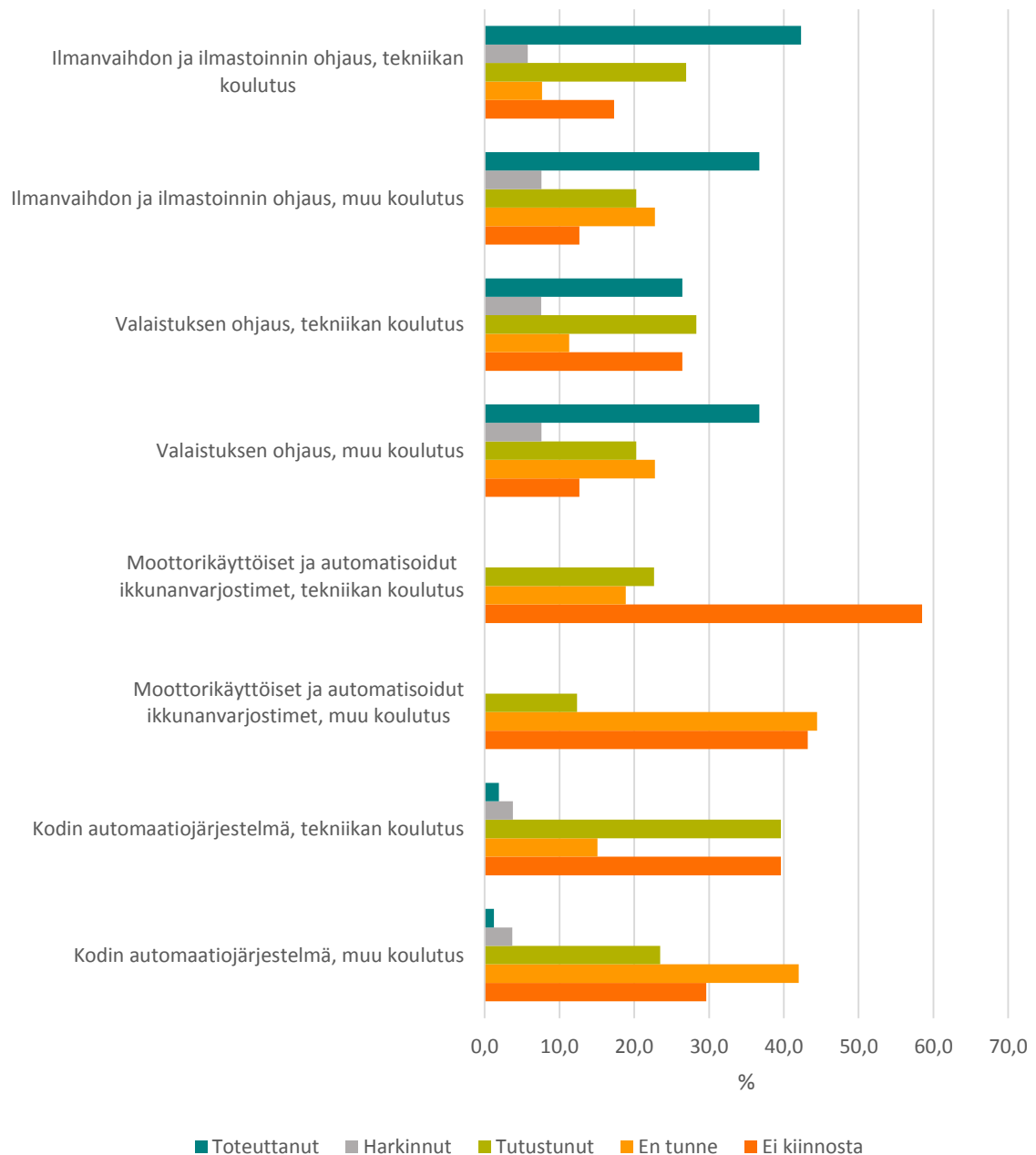
Kuva 11. Maalämpöpumppujen ja aurinkosähkön tunnettavuus tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.

Vastauksista on lisäksi huomattavissa, että kaikkien tekniikoiden kohdalla tekniikan koulutuksen käyneet ovat muita vastaajia vähemmän kiinnostuneita eri tekniikoista. Liitteessä 3 on esitetty tekniikan koulutuksen ja muun koulutuksen käyneiden kaikki vastaukset.

Energiatehokkuuden parantamiseen liittyvissä menetelmissä on havaittavissa enemmän eroavaisuuksia koulutusalojen välillä. Vastaukset on esitetty kuvissa 12 ja 13. Kuvista havaitaan, että samoin kuin energiaan liittyvissä ratkaisuisa, on tekniikan koulutuksen käyneillä enemmän tietoa energiatehokkuuden menetelmistä. Jokaisen menetelmän kohdalla on jälleen myös nähtävissä tekniikan koulutuksen käyneiden vähäisempi kiinnostus menetelmiä kohtaan.



Kuva 12. Energiatehokkuuteen liittyvien menetelmien vertailua tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.



Kuva 13. Energiatohokkuuteen liittyvien menetelmien vertailua tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.

Kuvan 12 perusteella muun kuin tekniikan koulutuksen käyneet ovat parantaneet tai uusineet ikkunoita enemmän kuin tekniikan koulutuksen käyneet. Lisäksi he ovat harkinneet ulkovai-pan lisäeristämistä enemmän. Eristystä harkinneiden määrä molempien ryhmien osalta on tosin niin pieni ($n = 8, 13$), että poikkeamat johtuvat todennäköisesti muista tekijöistä kuin vastaajien koulutuksesta.

Tekniikan koulutuksen käyneet ovat toteuttaneet lämmityksen ohjausta 18 %-yksikköä enemmän kuin muun koulutuksen käyneet. Myös jäähdytyksen ohjausta sekä ilmanvaihdon ja ilmastoinnin ohjausta on toteutettu enemmän. Erot eivät ole selitettävissä eroissa talojen rakennusvuosilla, sillä tekniikan koulutuksen käyneiden taloista 29 % on vuoden 2000 jälkeen rakennettuja muiden vastaajien kohdalla osuuden ollessa 41 %. Valaistuksen ohjausta on kuitenkin toteutettu enemmän muun koulutuksen käyneiden toimesta.

Kuvasta 14 on nähtävissä, ettei yksikään vastaaja ole toteuttanut tai harkinnut moottorikäyttöisiä ja automatisoituja ikkunanvarjostimia. Osa molempien ryhmien vastaajista on kuitenkin tutustunut niihin. Molemmissa ryhmissä yksi vastaajista on toteuttanut kodin automaatiojärjestelmän ja 2–3 vastaajaa harkinnut sellaista.

5.1.5 Asenteet ja teot

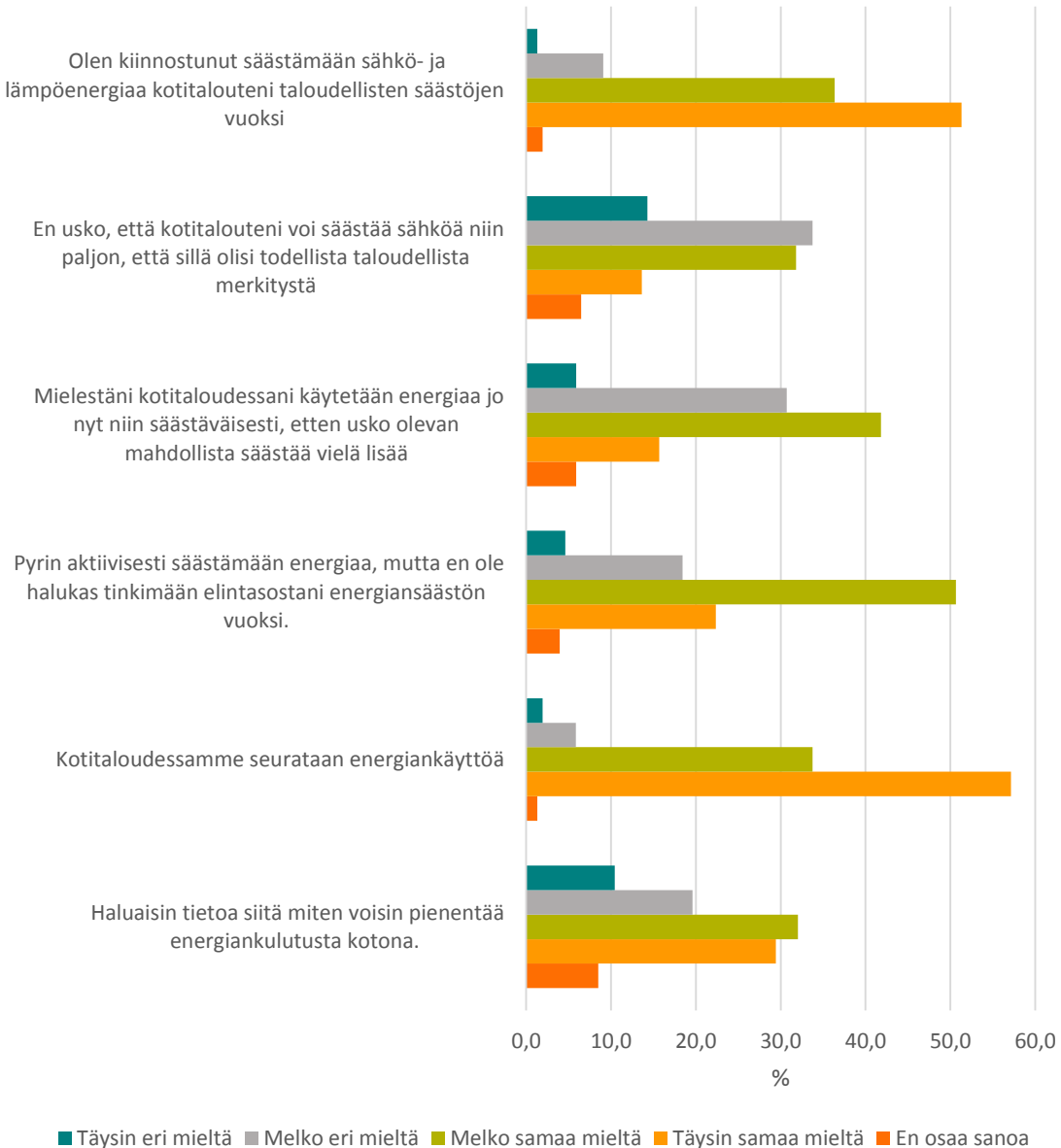
Asenteita kartoitettaessa hypoteesina oli, että nuorempien vastaajien asenteet olisivat myönteisempiä kuin vanhempien vastaajien. Tuloksista kuitenkin havaitaan, etteivät ikäryhmien vastaukset olennaisesti poikkea toisistaan. Sen sijaan tekniikan koulutuksen käyneiden vastaukset poikkeavat jonkin verran muista vastaajista. Kuvassa 14 on vastaukset, joissa erot ovat merkittävimpiä.



Kuva 14. Energiaan liittyvien asenteiden vertailua tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.

Kuten kuvasta on nähtävissä, 38 % ($n = 20$) tekniikan koulutuksen käyneistä on täysin tai melko eri mieltä yksityisten kuluttajien aurinkopaneelien kannattavuudesta, kun muiden vastaajien keskuudessa sama prosenttiosuus oli 22 % ($n = 18$). Toisaalta tekniikan koulutuksen käyneet olivat enemmän sitä mieltä, että yksittäisten ihmisten käyttötottumuksilla on vaikutusta energiankulutukseen yhteiskunnan tasolla ja että energiantuotannon ympäristövaikutukset ovat merkittäviä.

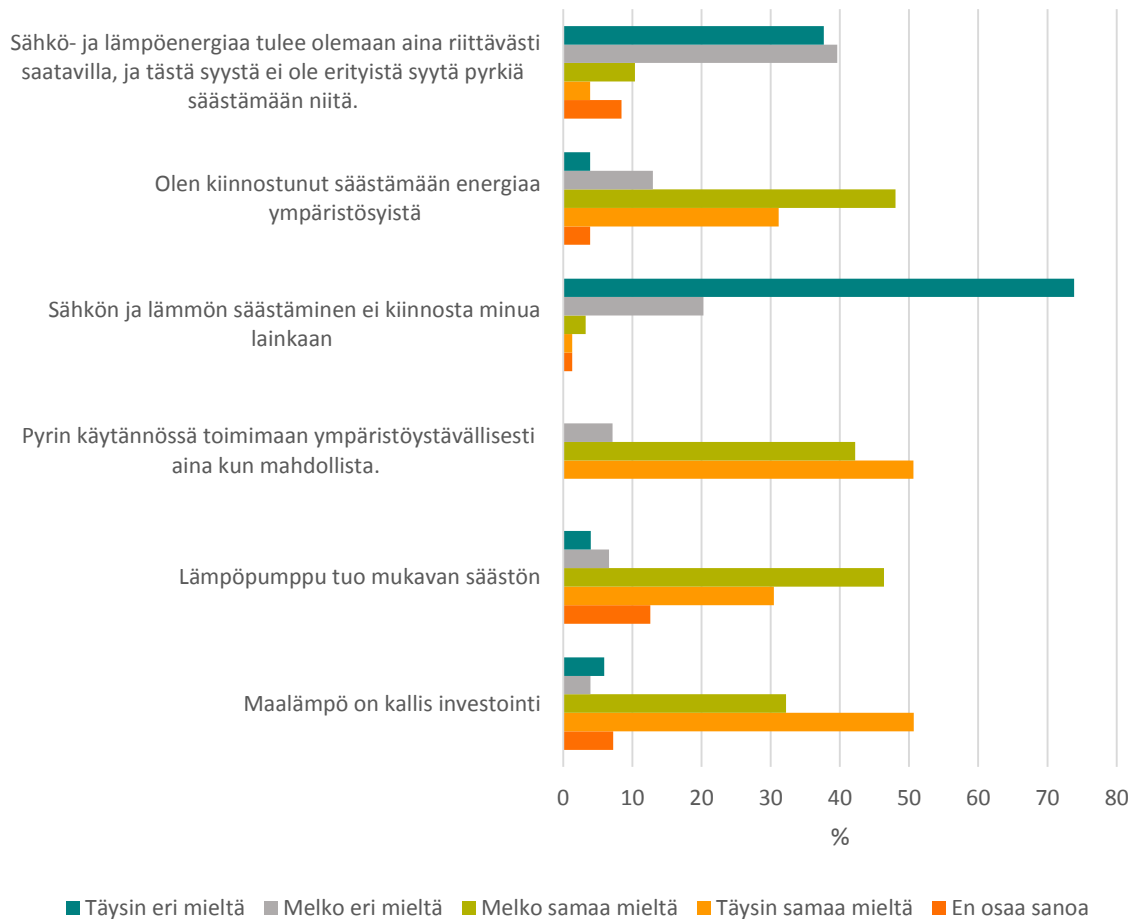
Kuvissa 15 ja 16 esitetään loppuista väittämistä kaikkien vastaajien keskimääräiset tulokset. Osa kyselyssä esitetyistä väittämistä on jätetty pois niiden ollessa epäolennaisia tämän työn tulosten kannalta.



Kuva 15. Asenteisiin liittyviä keskimääräisiä vastauksia.

Kuvasta 15 on nähtävissä, että valtaosa vastaajista (88 %) on kiinnostunut säästämään energiaa taloudellisten säästöjen vuoksi (melko samaa mieltä/täysin samaa mieltä). Kuitenkin lähes puolet (47 %) ei usko pystyvänsä säästämään energiaa niin paljon, että sillä olisi todellista taloudellista merkitystä. 58 % vastaajista on sitä mieltä, että heidän kotitaloudessaan energiaa käytetään jo niin säästäväisesti, ettei lisäsäästäminen ole mahdollista.

73 % vastaajista ei ole valmiita tinkimään elintasostaan energiansäästön vuoksi. 91 %:ssa kotitalouksia energiankulutusta seurataan, ja 61 %:a vastaajista haluaisi tietoa, kuinka kotitalouden energiankulutusta voitaisiin pienentää.



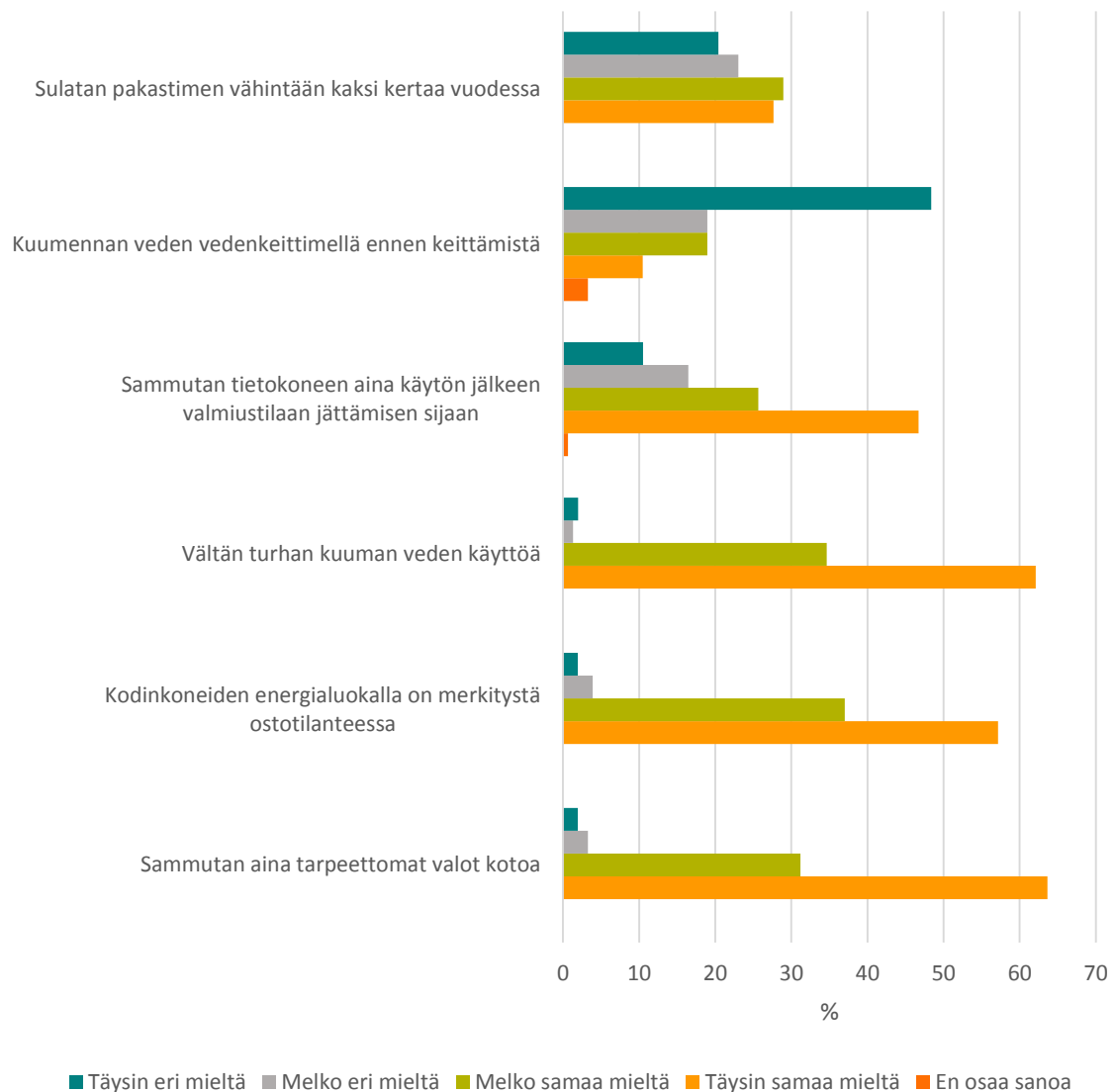
Kuva 16. Asenteisiin liittyviä keskimääräisiä vastauksia.

Kuvasta 16 nähdään, että 79 % vastaajista on kiinnostunut säästämään energiaa ympäristösyistä ja 83 % pyrkii toimimaan ympäristöystävällisesti aina kuin mahdollista. Vain 5 % vastaajista on todennut, ettei sähkön ja lämmön säästäminen kiinnosta heitä lainkaan. 14 %:n mielestä sähkö- ja lämpöenergiaa ei ole tarpeen erityisesti säästää, sillä niitä tulee olemaan aina riittävästi saatavilla.

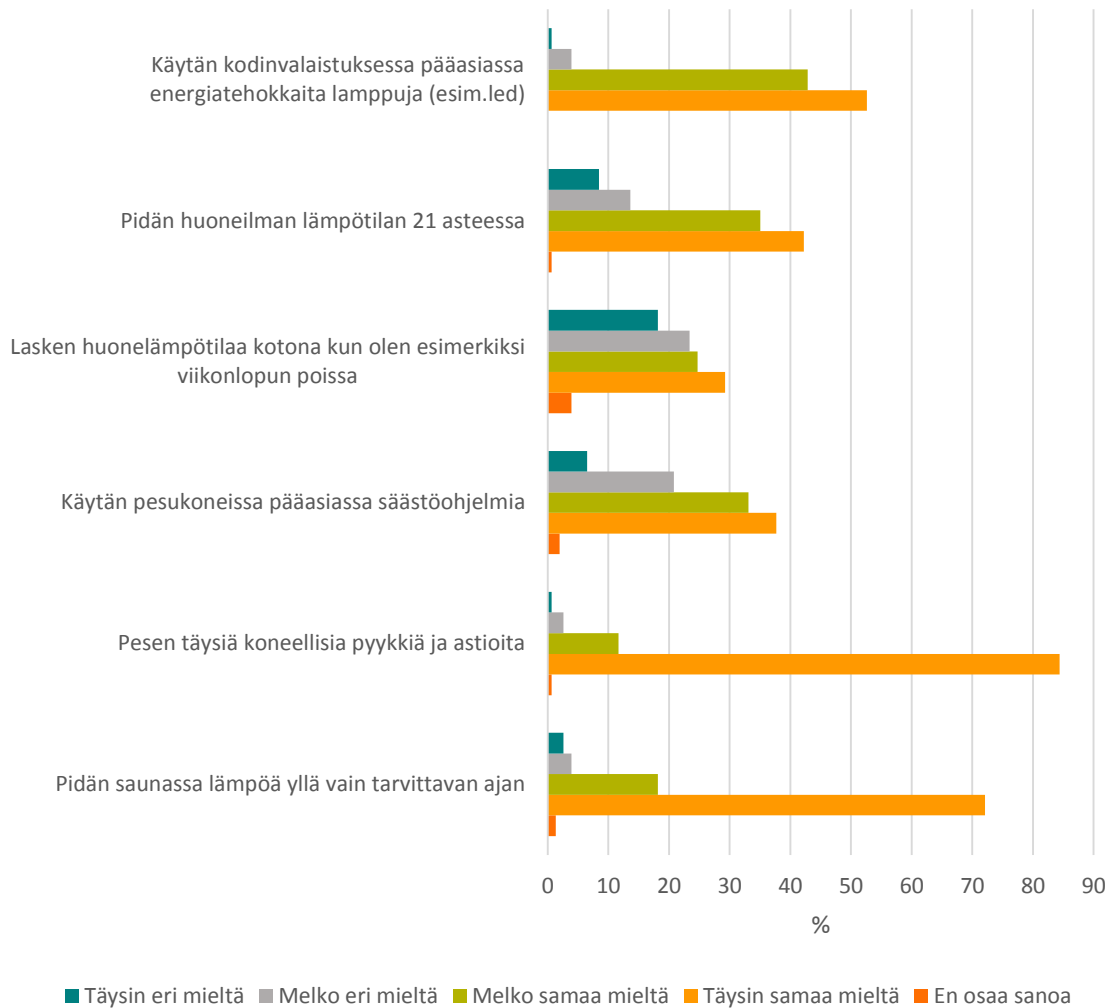
Lisäksi kuvasta on nähtävissä, että 77 % vastaajista pitää lämpöpumppua hyvänä säästön tuojana. 13 % ei ole osannut sanoa mielipidettään väitteeseen, mikä kertoo mahdollisesta

tietämättömyydestä kustannuksia kohtaan. Maalämpöpumpun kalliin investoinnin osalta 7 % ei osaa sanoa mielipidettään. 83 % vastaajista pitää kuitenkin maalämpöä kalliina investointina, joten vastaajilla on ainakin jotain tietoa kustannuksista.

Asenteisiin liittyen kartoitettiin myös vastaajien tekoja energiansäästöön liittyen. Vastaukset on esitetty kuvissa 17 ja 18. Suurin osa vastaajista käyttäytyy ympäristöystävällisesti. Eniten ”täysin eri mieltä” ja ”melko eri mieltä” -vastauksia on veden kuumentamisessa vedenkeittimellä, pakastimen sulattamisessa sekä huonelämpötilan laskemisessa esimerkiksi poissa-oloviikonloppujen ajaksi.



Kuva 17. Vastaajien tekoja energiansäästöön liittyen.

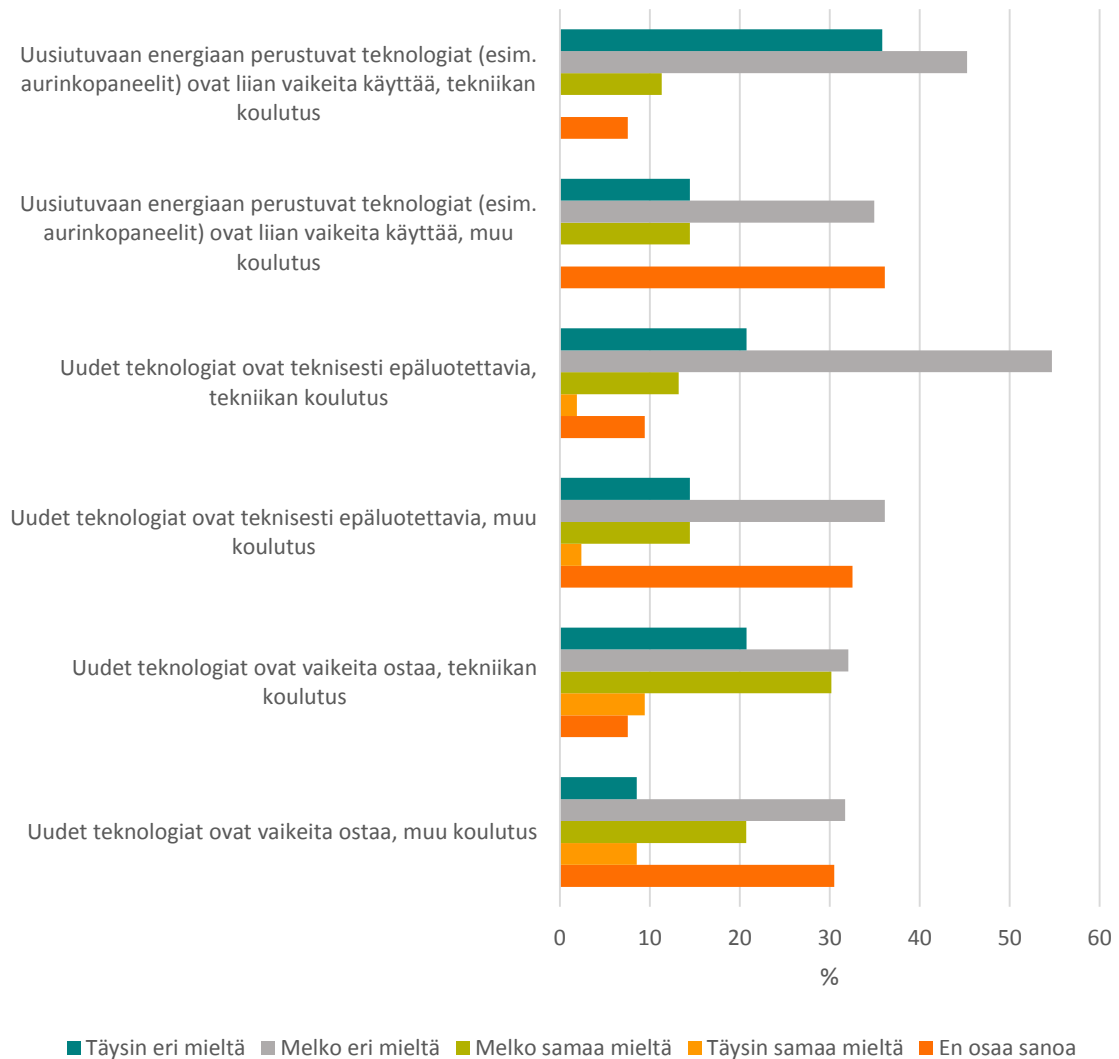


Kuva 18. Vastaajien tekoja energiansäästöön liittyen.

Vastauksissa ei havaittu eroavaisuuksia eri koulutusalojen kesken, mutta nuorten, alle 45-vuotiaiden vastaukset, poikkesivat jonkun verran muiden vastaajien vastauksista. Nuoremmat käyttävät pesukoneiden säästöohjelmia vanhempia harvemmin, eivätkä sulata pakastinta vähintään kahdesti vuodessa. Toisaalta suurempi osa nuorista vastaajista pitää huonelämpötilan 21 asteessa, käyttää pääasiassa energiatehokkaita lamppeja ja laskee huonelämpötilaa poissaoloviikonloppuina. Nuorten vastaajien vastaukset löytyvät liitteestä 3.

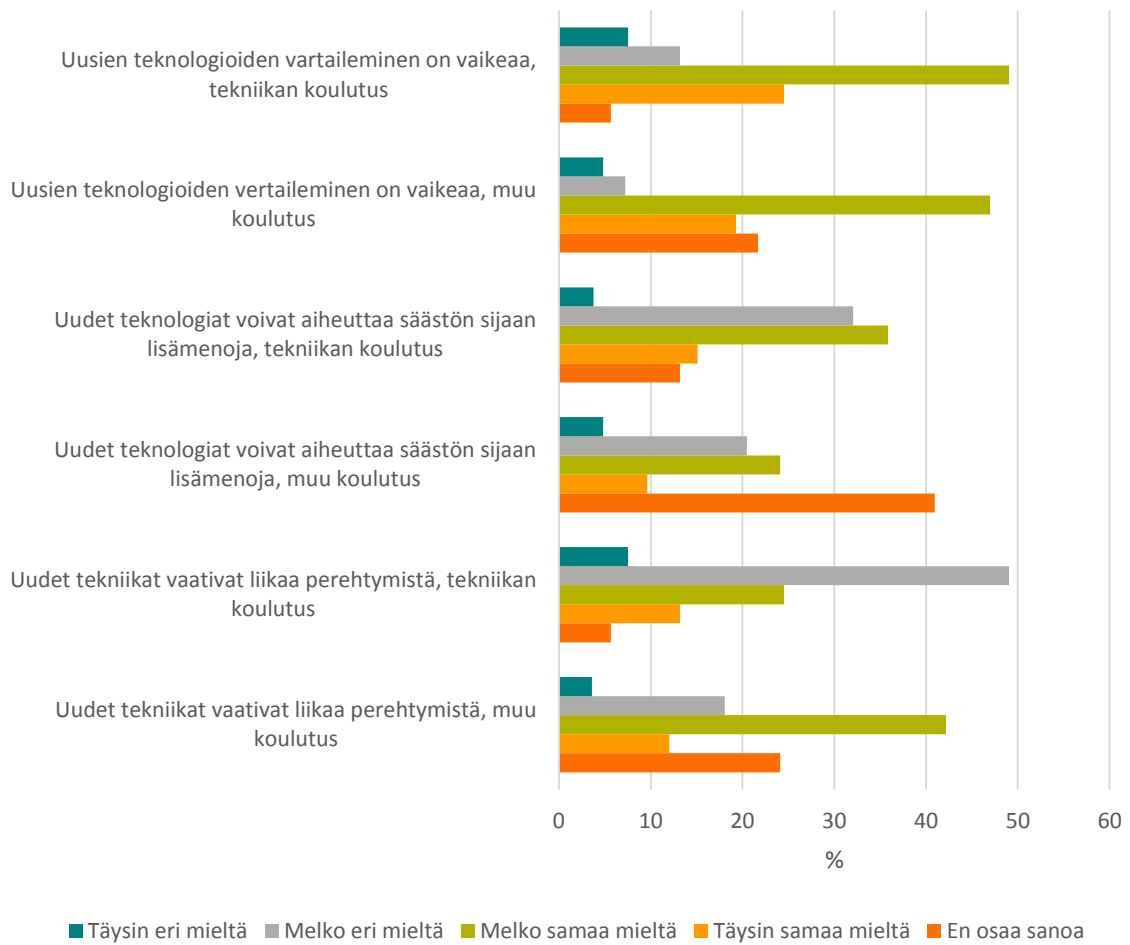
Kyselyssä kartoitettiin myös vastaajien asenteita uusiutuvaan energiaan ja uusiin teknologioihin. Olettamuksena oli, että vanhemmilla, yli 65-vuotialla, olisi nuorempia enemmän epäileviä asenteita uusia teknologioita kohtaan. Näin ei kuitenkaan ole, sillä vanhempien vastaa-

jien vastaukset eivät poikkea muista vastauksista. Hypoteesina oli myös, että tekniikan koulutuksen käyneiden asenteet ovat myönteisempiä uusia teknologioita kohtaan, mikä puolestaan osoittautui todeksi. Kuvissa 19 ja 20 on esitetty tekniikan koulutuksen käyneiden ja muun koulutuksen käyneiden asenteet.



Kuva 19. Uusiin teknologioihin liittyvien asenteiden vertailua tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.

Kuvista on nähtävissä, että tekniikan koulutuksen käyneet pitävät uusia teknologioita helpompikäyttöisinä, luotettavimpina ja helpompina hankkia kuin muut vastaajat. Huomattavaa on myös, että muun kuin tekniikan koulutuksen käyneistä jokaisen väittämän kohdalla noin kolmannes on valinnut vaihtoehdon ”en osaa sanoa”. Osuus on korkea niin tekniikan koulutuksen käyneisiin verrattuna kuin muihinkin kysymyksiin verrattuna.



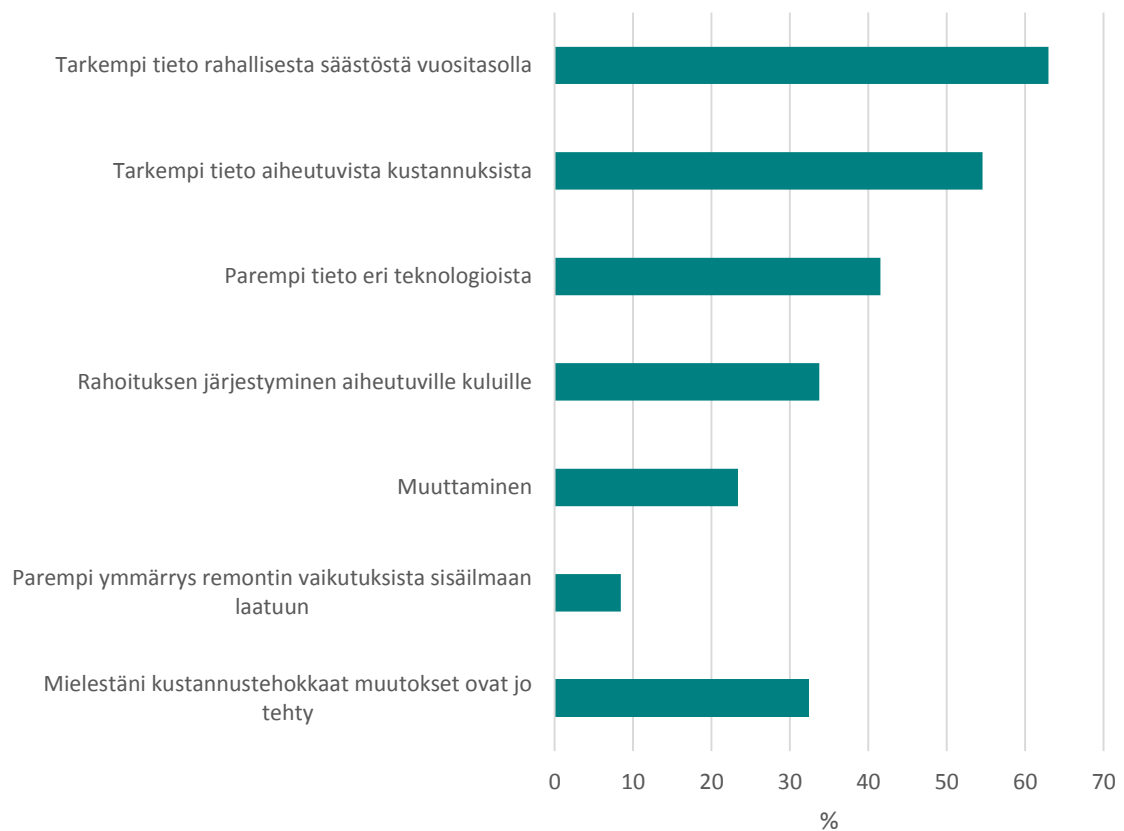
Kuva 20. Uusiin teknologioihin liittyvien asenteiden vertailua tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien kesken.

Kuvasta 20 nähdään, että sekä tekniikan koulutuksen käyneiden että muiden vastaajien mielestä uusien teknologioiden vertaileminen on vaikeaa. Tekniikan koulutuksen käyneistä 74 % on melko tai täysin samaa mieltä väittämästä muiden vastaajien osuuden ollessa 66 %. Noin viidesosa muun koulutuksen käyneistä ei ole osannut sanoa.

Puolet tekniikan koulutuksen käyneistä on sitä meiltä, että uudet tekniikat voivat aiheuttaa säästöjen sijaan lisämenoja. Muun koulutuksen käyneistä osuus on pienempi, neljännes vastaajista, mutta tämän väittämän kohdalla 41 % vastaajista ei ole osannut sanoa mielipidettään. 38 % tekniikan koulutuksen käyneistä pitää uusia tekniikoita liikaa perehtymistä vaativina muiden vastaajien osuuden ollessa 54 %.

5.1.6 Merkittävimmät tekijät energiaan liittyvien muutosten toteuttamiseksi

Eräässä kysymyksessä vastaajia pyydettiin valitsemaan kolme merkittävintä tekijää, jotka edesauttaisivat energiaan liittyvien muutosten toteuttamista. Tekijöitä ei pyydetty laittamaan merkittävyyssjärjestykseen. Vastauksissa ei huomattu merkittäviä eroja koulutusalan eikä vastaajien iän perusteella. Tulokset on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21. Merkittävimmät tekijät, jotka edesauttaisivat energiaan liittyvien muutosten tekemistä.

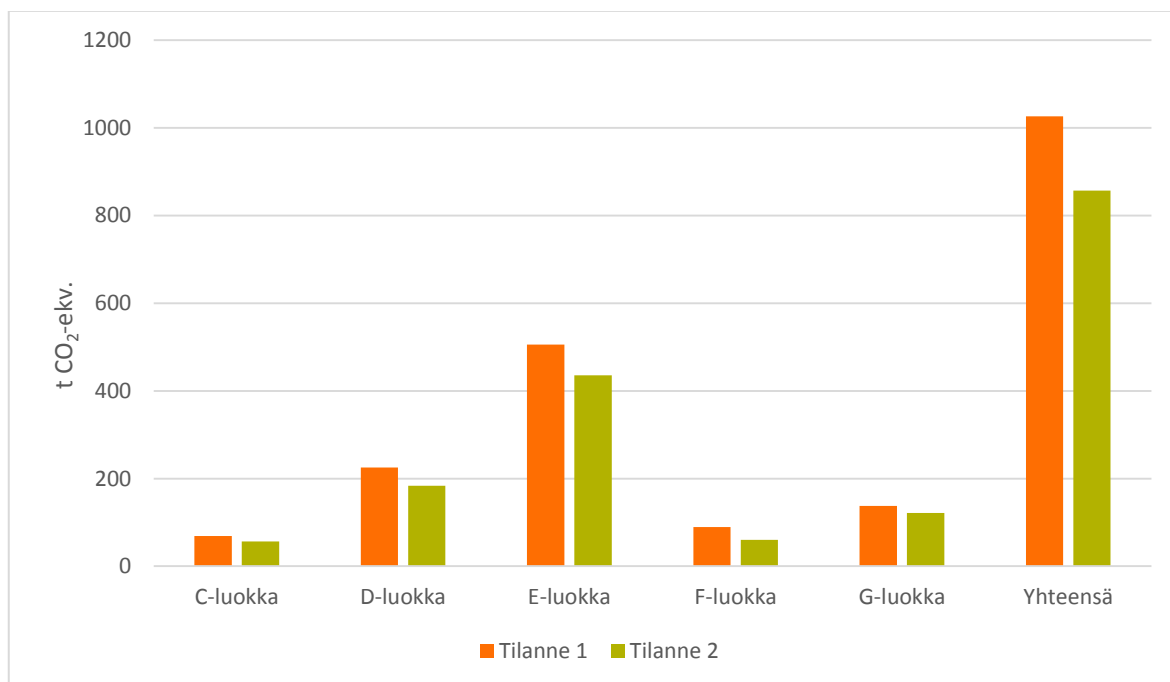
Merkittävin muutoksia edistävä tekijä on tarkempi tieto rahallisesta säästöstä vuositasolla, jonka on valinnut 63 % vastaajista (n = 97). Toiseksi eniten mainintoja (55 %, n = 84) on saanut tarkempi tieto aiheutuvista kustannuksista. Myös neljännellä sijalla on taloudellisiin tekijöihin liittyvä tekijä eli rahoituksen järjestymisen aiheutuville kustannuksille (34 %, n = 52).

Kolmannelle sijalle vastaajat valitsivat paremman tiedon eri teknologioista (42 %, n = 84). Sama tiedontarve on nähtävissä myös aiemmassa uusien teknologioiden käsittelevässä kysymyksessä. Selkeästi vähiten (8 %, n = 13) vastaajat ovat kiinnostuneita remontin vaikutuksesta sisäilman laatuun.

Noin viidesosa (n = 36) vastaajista koki muuttamisen merkittävänä tekijänä energiaan liittyvien muutosten toteuttamiseksi. Näistä vastaajista 47 % (n = 16) ei pitänyt kotiaan optimaalisen kokoisena, tosin vain puolet näistä vastaajista mainitsi kotinsa liian suureksi. Eniten muuttamista merkittävänä tekijänä pitäviä asui 1980-, 1990 ja 2010-luvuilla rakennetuissa taloissa kunkin vuosikymmenen osuuden ollessa 21 % (n = 7).

5.2 Elinkaariarvioinnin tulokset

Elinkaarimallinnuksen tulokset on karakterisoitu CML 2001–Apr. 2015 Global Warming Potential (GWP 100 years) mukaisesti. Kuvassa 22 on molempien vaihtoehtoisten tilanteiden kasvihuonekaasupäästöt energiatehokkuusluokittain sekä yhteensä. Taulukossa 14 on päästöjen tarkemmat arvot sekä prosentuaaliset päästövähennykset.



Kuva 22. Molempien vaihtoehtoisten tilanteiden kasvihuonekaasupäästöt energiatehokkuusluokittain ja yhteensä.

Taulukko 14. Tilanteista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ja potentiaalisten päästövähennemien skenaariolla saavutettavat suhteelliset kasvihuonekaasupäästövähennemät.

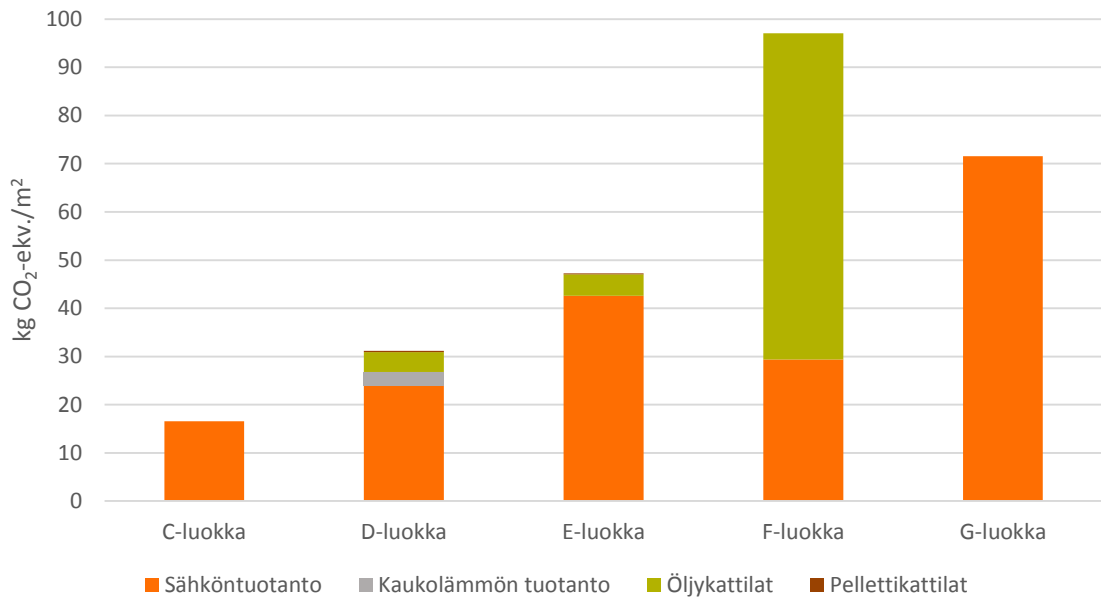
	Tilanne 1	Tilanne 2	Päästövähennelmä
	[t CO ₂ -ekv.]	[t CO ₂ -ekv.]	[%]
C-luokka	69	57	18
D-luokka	225	183	19
E-luokka	505	435	14
F-luokka	89	60	32
G-luokka	138	121	12
Yhteensä	1026	846	18

Suurimmat kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat tulosten mukaan energiatehokkuusluokan E omakotitaloista. Tähän vaikuttavat luokan suuri pinta-ala sekä sähkölämmityksen iso osuus. Suurin suhteellinen päästövähennelmä sen sijaan voidaan saavuttaa F-luokan rakennusten kesken. Yli puolet luokan omakotitaloista ovat nykytilanteessa öljylämmitteisiä, ja öljyllä lämmittäjät ovat harkinneet keskimääräistä enemmän muita lämmitysmuotoja. Kokonaisvaikutus alueen potentiaalisiin päästövähennemiin jää kuitenkin pieneksi.

Paremmen vertailtavuuden vuoksi taulukossa 15 ovat molempien tilanteiden kasvihuonekaasupäästöt neliometriä kohden sekä tilanteiden keskiarvot. Lisäksi kuvassa 23 on nykytilanteen mukainen jakauma päästöjen aiheutumisesta lähteittäin.

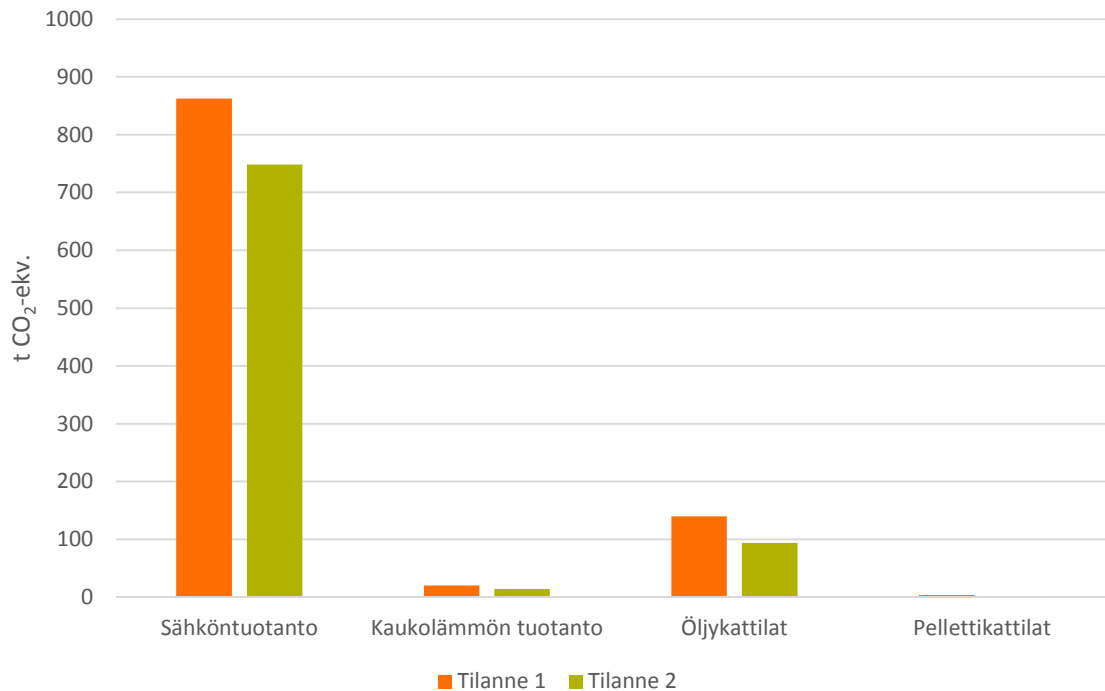
Taulukko 15. Tilanteista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt asuineliometriä kohden.

	Tilanne 1 [kg CO ₂ -ekv/m ²]	Tilanne 2 [kg CO ₂ -ekv/m ²]
C-luokka	17	14
D-luokka	31	25
E-luokka	47	41
F-luokka	97	66
G-luokka	72	63
Keskiarvo	53	39



Kuva 23. Nykytilanteessa neliometriä kohden aiheutuvat päästöt päästölähteittäin eri energiatehokkuusluokissa.

Taulukosta ja kuvasta on nähtävissä, että neliometriä kohden suurimmat päästöt on F-luokan omakotitaloilla suurimman osuuden näistä päästöistä aiheutuessa öljylämmityksestä. Muissa luokissa päästöt aiheutuvat lähes kokonaan sähköntuotannosta. Kuvassa 24 on esitetty vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt päästölähteittäin molempien tilanteiden osalta.



Kuva 24. Vuosittaiset aiheutuvat päästöt päästölähteittäin.

Suurin osa (84 % ja 87 %) molempien tilanteiden CO₂-päästöistä aiheutuu sähköntuotannosta. Suureen osuuteen vaikuttavat suoran sähkölämmityksen lisäksi sähköllä toimivat lämpöpumput.

Herkkyystarkastelu

Asuinalueen vuoden aikaisia hiilidioksidipäästöjä tarkastellessa omakotitalot on jaettu energiatehokkuusluokkiin melko karkeasti, eikä luokkien oleteta paranevan lämmitysjärjestelmän muuttuessa. Tarkastellaan tilannetta, jossa kunkin energiatehokkuusluokan omakotitaloista 30 prosentin energiatehokkuusluokka paranee lämmitysjärjestelmämuutosten myötä. Taulukossa 16 on vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt ja suhteelliset päästövähennykset sekä alkuperäiselle tilanteelle 1 ja tilanteelle 2, jossa energiatehokkuusluokkia on parannettu.

Taulukko 16. Kasviuonekaasupäästöt ja suhteelliset päästövähennykset sekä alkuperäiselle tilanteelle 2 ja tilanteelle 2, jossa energiatehokkuusluokkia on parannettu.

	Tilanne 2, alkuperäinen	Tilanne 2, energiatehokkuusluokkien parannus	Tilanne 2, alkuperäinen	Tilanne 2, energiatehokkuusluokkien parannus
	Vuosittaiset päästöt [CO ₂ -ekv./a]		Suhteellinen päästövähennys [%]	
C-luokka	57	51	18	26
D-luokka	183	165	19	27
E-luokka	435	386	14	24
F-luokka	60	52	32	41
G-luokka	121	119	12	13
Yhteensä	857	774	17	25

Taulukosta nähdään, että osittaisella energiatehokkuusluokkien parantamisella on kokonaisuuden kannalta noin 8 %:n vaikutus vuosittaisten hiilidioksidipäästöjen kannalta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Omakotitaloasujan keinoja vähentää asumisesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ovat kulutustottumusten muokkaaminen, energiatehokkuuden lisääminen, tarkoituksenmukainen asuminen sekä uusiutuvan energian hyödyntäminen. Tämän työn tavoitteena oli tunnistaa esteitä näille muutoksille eli vähähiilisen asumisen kehittymiselle. Kirjallisuudesta tunnistettuja esteitä olivat tiedonpuute, kustannukset ja asenteet.

Tämä työ toteutettiin osana CleanAcceptance-hanketta, jonka yhteydessä toteutettiin kyselytutkimus uusiutuvaan energiaan ja asumisen energiatehokkuuteen liittyen. Kysely toteutettiin kahdella Lahden asuinalueella, Renkomäessä ja Venetsiassa. Siihen saatiin 154 vastausta omakotitaloasujilta ja näitä vastauksia hyödynnettiin tunnistettaessa vähähiilisen asumisen esteitä Lahden seudulla. Valtaosa kyselyn kysymyksistä oli toteutettu ordinaalias-teikolla, jossa muuttujat on esitetty sanallisesti. Vastaajilla on saattanut olla erilaisia tulkintoja muuttujista, mikä on hyvä huomioida tuloksia tarkastellessa.

Suuri osa, noin 40 %, kyselytutkimukseen vastanneista oli käynyt tekniikan alan koulutuksen. Todennäköistä on, ettei kyselyn alueella asu keskivertoa enemmän tekniikan koulutuksen käyneitä, vaan he kokivat kyselyn aiheen muita vastaajia kiinnostavammaksi ja vastasivat siihen todennäköisemmin kuin muut kyselyn vastaanottaneet. Kyselytutkimuksen vastaajien omakotitalot ovat keskimääräisiä suomalaisia ja lahtelaisia omakotitaloja nuorempia. Lisäksi päälämmitysmuotona on sähkölämmitys noin kaksi kertaa keskiarvoa useammin. Nämä seikat vaikuttavat jonkin verran tulosten yleistettävyyteen. Asuinpinta-alojen ja niiden kasvun suhteen saatujen vastauksien talot noudattavat yleistä trendiä.

Noin neljäsosa kaikista vastaajista ei kokenut asuntoaan sopivan kokoiseksi. Heistä kaksi kolmasosaa eli kaikista vastaajista 17 % piti asuntoaan liian isona tarpeisiinsa ja usea mainitsi syyksi lasten muuttamisen pois kotoa. Mikäli nämä vastaajat muuttaisivat 15 neliötä pienempään asuntoon, saavutettaisiin vuodessa noin 20 tonnin hiilidioksidipäästövähennykset nykyhetken keskimääräisten neliömetriä kohden aiheutuvien päästöjen mukaan. Tämä on noin 2 % oletetun alueen vuosittaisista tämänhetkisistä päästöistä.

Vaikutus hiilidioksidipäästöihin olisi siis pieni, jos ainoastaan mielestään liian isossa asunnossa asuvat vastaajat vaihtaisivat pienempään asuntoon. Mikäli siis asumisen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä halutaan vähentää asuinpinta-aloja pienentämällä, tulisi onnistua vaikuttamaan ihmisten asenteisiin siitä, mikä on tarvittavan kokoinen asunto.

Valtaosa, 77 % vastaajista, lämmitti taloaan sähköllä. Muutamaa vastaajaa lukuun ottamatta taloissa oli käytössä jokin tukilämmitysmuoto yleisimpien muotojen ollessa (varaava) takka tai leivinuuni ja ilmalämpöpumppu. Vastaajista noin kolmasosa oli tyytymättömiä kotinsa energiaratkaisuihin. Suhteellisesti eniten tyytymättömiä oli öljylämmittäjissä (55 %). He mainitsivat tyytymättömyyden syyksi ympäristölliset syyt sekä halun päästä eroon öljystä. Yksikään öljylämmittäjistä ei kuitenkaan maininnut tyytymättömyyden syyksi öljylämmityksen kalleutta. Sähkölämmittäjistä tyytymättömiä oli 33 % ja heistä kolmasosa nimesi tyytymättömyyden syyksi lämmityksen kalleuden.

Kolmasosa lämmitykseensä tyytymättömistä oli päässyt vaikuttamaan itse lämmitystapaansa. 88 %:lla heistä oli sähkölämmitys. Tuloksista on huomattavissa, että vielä 2010-luvunkin taloja rakennettaessa sähkölämmitys on ollut suosituin lämmitysmuoto, mutta enää ratkaisuun ei olla tyytyväisiä.

Vastaajien arvioidessa energiaan liittyviä ratkaisuja ja menetelmiä kävi ilmi, että odotetusti tekniikan koulutuksen käyneet olivat tutustuneet eri tekniikoihin muita vastaajia enemmän ja heillä oli niistä enemmän tietoa. Ratkaisujen toteutus- ja harkintaprosentit eivät kuitenkaan poikenneet muista vastaajista, joten parempi tieto ei ole tässä tapauksessa vaikuttanut energiaratkaisuihin. Tekniikan koulutuksen käyneet olivat jokaisesta tekniikasta vähemmän kiinnostuneita kuin muut vastaajat. Tämä aiheutunee siitä, että tekniikan koulutuksen saaneet tietävät ratkaisuista sen verran, että kykenevät toteamaan olevansa kiinnostumattomia niistä.

Energiatehokkuutta parantavien menetelmien, kuten ulkovaipan lisäeristämisen osalta oli havaittavissa sama ilmiö menetelmiin tutustumisen ja niistä kiinnostumattomuuden osalta. Tekniikan koulutuksen käyneet olivat toteuttaneet lämmityksen ja ilmastoinnin ohjausta muita enemmän, mutta muun koulutuksen käyneet olivat uusineet ikkunoita ja toteuttaneet

valaistuksen ohjausta useammin. Ainoastaan valaistuksen ohjauksen toteuttaminen on selitettävissä talojen rakentamisvuosilla, sillä muun kuin tekniikan koulutuksen käyneiden talot ovat uudempia.

Hypoteesina oli, että tekniikan koulutuksen käyneillä olisi myös myönteisempi suhtautuminen uusia teknologioita kohtaan. Tämä osoittautui osittain paikkaansa pitäväksi. He pitivät uusia teknologioita helpompikäyttöisinä, luotettavimpina ja helpompina hankkia kuin muut vastaajat. Kuitenkin myös tekniikan koulutuksen käyneistä 74 % piti uusien teknologioiden vertailemista vaikeana ja reilu kolmannes oli sitä mieltä, että ne vaativat liikaa perehtymistä. Puolet pitivät mahdollisena, että niistä voi aiheutua säästön sijaan lisämenoja.

Tekniikan koulutuksen käyneet olivat muita vastaajia enemmän erimielisiä yksityisten aurinkopaneelien kannattavuudesta. Toisaalta he olivat muita vastaajia enemmän sitä mieltä, ettei Suomessa ole talvisin liian pimeää aurinkosähkön tuotantoon. Tekniikan koulutuksen käyneet tiedostivat muita vastaajia paremmin yksittäisten ihmisten käyttötottumusten vaikutukset yhteiskunnan energiankulutukseen ja pitivät energiantuotannon ympäristövaikutuksia merkittävämpinä.

Tekniikan koulutuksen käyneiden osalta voidaan siis sanoa, että parempi tieto eri teknologioista ei välttämättä lisää niiden toteuttamisastetta. Asenteista on huomattavissa enemmän kriittisyyttä joihinkin uusiin teknologioihin ja energiatehokkuutta parantavia menetelmiä kohtaan.

Moottorikäyttöiset ja automatisoidut ikkunanvarjostimet sekä kodin automaatiojärjestelmät eivät olleet yleisiä ratkaisuja kummankaan koulutusryhmän keskuudessa. Ikkunanvarjostimia ei ehkä koeta Suomen olosuhteissa tarpeellisiksi suhteellisen lyhyen kesän vuoksi. Lisäksi tätä työtä tehdessä havaittiin, että niistä on huomattavasti hankalampaa löytää tietoa, kuin muista menetelmistä. Kodin automaatiojärjestelmät ovat yleistyneet vasta viime aikoina ja niiden toteuttaminen rakennuksiin jälkikäteen on hankalaa. Kustannukset ovat korkeita, mikä rajoittaa niiden hankkimista.

Työssä tarkasteltiin hypoteeseja liittyen myös eri ikäryhmien vastauksiin. Eräänä hypoteesina oli, että nuoremmat, alle 35-vuotiaat, ihmiset olisivat asenteiltaan ympäristömyönteisimpiä, mutta eivät välttämättä käyttäytyisi asenteidensa mukaisesti. Tuloksista havaittiin, etteivät nuorempien vastaajien asenteet poikenneet muista vastaajista. Tekojen osalta nuorempien vastaajien vastaukset poikkesivat jonkin verran; harvempi heistä sulattaa pakastimensa vähintään kahdesti vuodessa, mutta toisaalta useampi laskee huonelämpötilaa esimerkiksi poissaoloviikonloppujen ajaksi.

Alle 35-vuotiaita vastaajia oli kuitenkin vain 12 kappaletta eli 8 % vastaajista. Vähäisen määrän vuoksi heidän osaltaan saatuja tuloksia ei voida yleistää koskemaan nuoria ihmisiä laajemmin, sillä sattuma ja yksittäiset erot voivat vaikuttaa tuloksiin liikaa.

Toinen vastaajien ikää koskeva hypoteesi oli, että vanhemmilla ikäryhmillä, yli 65-vuotiailla, olisi enemmän epäileviä asenteita uusia teknologioita kohtaan ja muita ikäryhmiä enemmän hankaluuksia löytää tietoa. Tulosten mukaan tämä ei pitänyt paikkaansa, vaan vanhempien vastaajien vastaukset olivat yhteneväisiä muiden vastaajien kanssa. Vastaajista 19 % (n = 30) oli vähintään 65-vuotiaita, joten tulosten varmuus on nuoria vastaajia koskevia tuloksia parempi.

Tuloksista voidaan siis havaita, ettei kuluttajan ikä ole merkittävä tekijä siirryttäessä kohti vähähiilistä asumista. Vastaajien kesken iällä ei ollut havaittavaa vaikutusta vastaajien asenteisiin ja tekoihin, eikä kiinnostukseen uusia teknologioita ja energiatehokkuuden parantamista kohtaan. Vanhempien vastaajien tietämyksen taso on samalla tasolla muiden ikäryhmien kanssa.

Suurimmaksi energiansäästön motivaatioksi osoittautuivat kustannukset, mikä ilmeni useammasta kysymyksestä. Valtaosa (88 %) vastaajista oli kiinnostunut säästämään sähkö- ja lämpöenergiaa nimenomaan taloudellisten säästöjen vuoksi. Kuitenkin lähes puolet (47 %) ei uskonut pystyvänsä säästämään energiaa niin paljoa, että sillä olisi todellista taloudellista merkitystä. Kyselyssä ei kartoitettu tarkemmin, mitä luokkaa rahallisten säästöjen tulisi olla, että ne koettaisiin merkittäviksi.

58 % vastaajista puolestaan on sitä mieltä, että heidän kotitaloudessaan energiaa käytetään jo niin säästäväästi, ettei lisäsäästäminen ole mahdollista. 91 % vastaajista ilmoitti, että heidän kotitalouksissaan seurataan energiankulutusta. Kyselyssä ei kuitenkaan kysytty täsmällisemmin, millä tasolla energiankulutusta seurataan, joten on mahdollista, että toisissa talouksissa kulutusta seurataan vain sähkölaskujen perusteella ja toisissa yksityiskohtaisemmin. Mikäli kulutusta seurataan vain laskuista, voitaisiin yksityiskohtaisemmalla mittaroinnilla mahdollisesti pienentää kulutusta helposti.

Kotitalouksista kaksi kolmasosaa haluaisi tietoa, kuinka energiankulutusta voitaisiin pienentää. Yleistä tietoa kotitalouksien energiankulutuksen pienentämisestä on jo saatavilla laajasti, joten erityisesti nämä vastaajat voisivat hyötyä yksityiskohtaisesta mittaroinnista ja suorasta palautteesta.

Tuloksista kävi ilmi, että 79 % vastaajista on kiinnostunut säästämään energiaa ympäristöystävällisistä ja 83 % pyrkii toimimaan ympäristöystävällisesti aina kuin mahdollista. Täysin samaa mieltä ympäristöystävällisesti toimimisesta oli 51 % vastaajista. Kuitenkin tekoja käsittelevästä kysymyksestä huomataan, etteivät asenteet yllä kaikkiin tekoihin asti. 47 % vastaajista ei jätä tietokonettaan valmiustilaan koskaan ja vain reilu neljännes sulattaa pakastimen vähintään kahdesti vuodessa. Toisaalta 64 % ja 57 % vastaajista oli täysin samaa mieltä tarpeettomien valojen sammuttamisesta ja kodinkoneiden energialuokan merkityksestä ostotilanteessa. Eniten täysin samaa mieltä oltiin täysien pyykinpesu- ja astianpesukoneellisten pesemisestä (85 %). 62 % oli täysin samaa mieltä kuuman veden tarpeettoman käyttämisen välttämisestä. Tätä väittämää on hankalampaa arvioida kuin muita väittämiä, sillä ihmisten käsitykset tarpeettomasta käyttämisestä voivat vaihdella paljonkin.

Kyselyssä kartoitettiin myös merkittävimpiä tekijöitä, jotka edesauttaisivat energiaan liittyvien muutosten toteuttamisessa. Kaksi merkittävimpiä tekijää olivat tarkempi tieto rahallisesta säästöstä vuositasolla ja tarkempi tieto aiheutuvista kustannuksista. Sama tavoite rahallisesta säästöstä kävi ilmi myös muun muassa sähkölämmitystä kalliina pitävistä lämmitysratkaisuihinsa tyytymättömistä vastaajista.

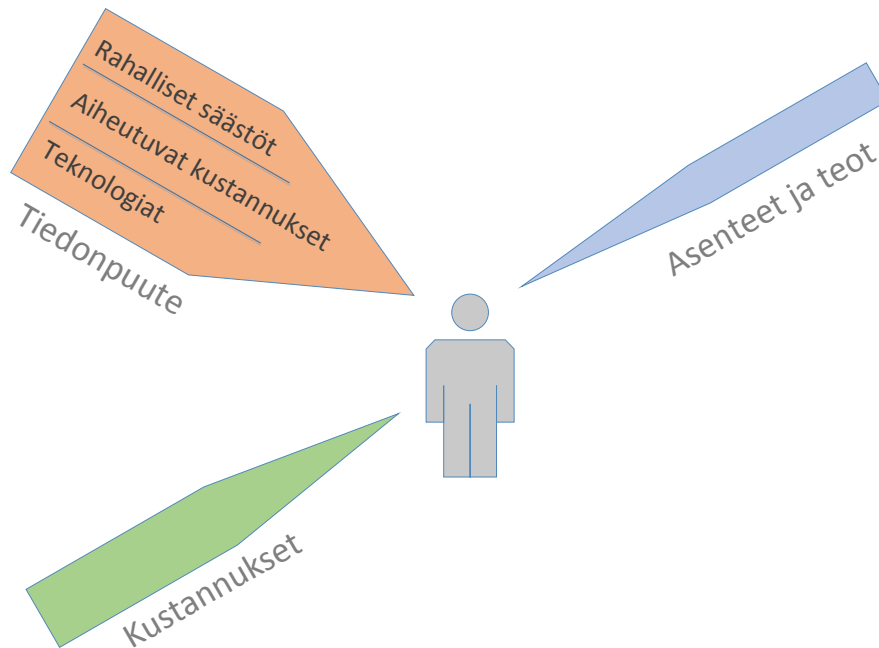
Kyselyssä ei kuitenkaan kartoitettu, millaista tietoa ja missä muodossa vastaajat kaipaavat. Esimerkiksi Motivalla on jo olemassa oleva lämmitystapojen vertailulaskuri, jolla voi helposti vertailla eri pää- ja tukilämmitysratkaisujen vuotuisia kokonaiskustannuksia sekä vuotuisia energiakustannuksia 15 vuoden takaisinmaksuajalla. Etenkin laskurin oletusarvoja paikkakuntaakohtaisemmaksi muuttamalla tuloksista saa varsin hyvän käsityksen kustannuksista.

Kolmasosa vastaajista arvioi rahoituksen järjestymisen merkittäväksi tekijäksi, joka edesauttaisi muutosten tekemistä. Nykyään tietyn tulorajan alittavien henkilöiden on mahdollista hakea energiaremontteja varten pientalojen harkinnanvaraista energia-avustusta, joka on korkeintaan 25 % kunnan hyväksymistä kustannuksista. Lisäksi kaikkien energiaremonttien työkuukustannuksia on mahdollista huomioida kotitalousvähennyksissä. Nämä eivät kuitenkaan ole välttämättä riittäviä tukia osalle remonttia suunnittelevista. Tulisikin pohtia mahdollisuuksia esimerkiksi valtion takaamiin matalakorkoisiin energiaremonttilainoihin, jotka poistaisivat alkupääoman puutteesta aiheutuvia esteitä energiaremontteihin.

Energia-avustuksiin liittyen on huomioitava, että Ympäristöministeriön teettämässä tutkimuksessa, jossa haastateltiin kiinteistönomistajia ja muita alan toimijoita, kävi ilmi, että energiakorjaustoimintaan suunnattujen avustusten epäillään nostavan korjauksien hintoja ja näin olevan kyseenalainen keino. Lisäksi todettiin julkisten varojen riittämättömyys suureen osaan rakennuskantaa, joskin suppeaan kohteeseen tukia voitaisiin käyttää. Tulisikin panostaa energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävään suunnitteluosaamiseen, korjausrakentamiseen räätälöityihin tuotteisiin sekä järjestelmien kehittämiseen. (Airaksinen ja Vainio 2012, 12.)

42 % vastaajista nimesi paremman tiedon eri teknologioista merkittäväksi tekijäksi. Sama tiedontarve kävi ilmi myös energiaan liittyviä ratkaisuja ja menetelmiä käsittelevissä kysymyksissä, joissa useat ratkaisut ja menetelmät olivat osalle vastaajista tuntemattomia. Myös uusiutuvaan energiaan liittyviä asenteita selvittävässä kysymyksessä havaittiin tiedonpuutetta. Kyselytutkimuksessa ei kuitenkaan oltu eritelty tiedonpuutetta tekniikoita kohtaan tarkemmin, joten jatkotutkimuksena voitaisiin selvittää, millaisella tiedonkartuttamisella vähähiilistä asumista saataisiin lisättyä. Kuvassa 25 on esitetty vähähiilisen asumisen kehittymisen esteiden vaikuttavuuksia kuluttajan kannalta. Nuolien vaikuttavuudet perustuvat tässä

työssä läpikäydyn tiedon pohjalta saatuihin havaintoihin, eivätkä ne välttämättä ole oikeassa mittakaavassa.



Kuva 25. Vähähiilisen asumisen kehittämisen esteiden vaikuttavuuksia kuluttajan kannalta.

Työssä selvitettiin elinkaarimalliarvioinnin avulla potentiaalisia kasvihuonekaasupäästövähennyksiä, joita voitaisiin saavuttaa poistamalla vähähiilisen asumisen kehittämisen esteitä. Mallissa oletettiin alueella olevan 152 omakotitaloa, mikä oli saatujen pinta-alaa koskevien vastauksien määrä. Talot jaettiin energiatehokkuusluokkiin rakennusvuosien ja päälämmitysmuotojen perusteella kirjallisuudesta löytyvien esimerkkien mukaan.

Elinkaariarvioinnin alkuperäisessä tilanteessa huomioitiin päälämmitysmuotojen lisäksi ilma-ilmalämpöpumput ja ilma-vesilämpöpumput sekä aurinkopaneelit. Vaihtoehtoisessa skenaariossa oletettiin kaikkien tiettyjä pää- tai tukilämmitysmuotoja harkinneiden vaihtavan näihin lämmitysmuotoihin. Lämmitysmuodoista huomioitiin maalämpöpumput, ilma-lämpöpumput sekä aurinkolämpö, sillä ne olivat mukana elinkaarimallissa ja niitä vastaajat olivat harkinneet eniten. Lisäksi huomioitiin sähköntuotanto aurinkopaneeleilla.

Elinkaarimallin avulla selvitettiin, että poistamalla esteitä lämmitysmuotojen uusimiseksi, voitaisiin kyselyn alueella pienentää vuosittaisia hiilidioksidipäästöjä 18 %:lla. Suurimman suhteellisen päästövähennyksen potentiaaliksi todettiin olevan F-luokan omakotitaloilla, joista yli

puolet ovat tällä hetkellä öljylämmitteisiä. Molemmissa vaihtoehtoisissa tilanteissa suurin osa päästöistä syntyi sähköntuotannosta, mikä selittyy suoran sähkölämmityksen lisäksi sähköllä toimivilla lämpöpumpuilla. Potentiaalisten päästövähennemien skenaariossa sähköntuotannon aiheuttamat päästöt ovat 11 %:a nykytilanteen päästöjä pienemmät.

Päästövähennemien skenaariossa oletettiin, etteivät omakotitalojen energiatehokkuusluokat muutu. Herkkystarkastelun mukaan vuosittainen suhteellinen päästövähennemä olisi ollut 8 % pienempi, mikäli 30 % omakotitaloista olisi siirtynyt parempaan energiatehokkuusluokkaan. Mallinnuksessa ei huomioitu energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden, kuten lisäeristämisen, vaikutusta potentiaalisiin päästövähennemiin. Myöskään niitä lämmitysratkaisuja, joihin vaihtamisesta vain vähäinen osuus vastaajista oli kiinnostunut, ei tarkasteltu. Nämä asiat huomioimalla potentiaaliset vähennemät olisivat olleet suuremmat. Päästövähennemien skenaarion lämmitysmuotojakauma myöskin perustui vastaajien kiinnostukseen eikä siihen, mitkä olisivat järkevimpiä ratkaisuja. Samalla investointisummalla voitaisiin siis mahdollisesti saavuttaa suuremmatkin päästövähennemät.

Päästövähennemien skenaarion uusia lämmitysjakaumia määritettäessä ei otettu huomioon, että osa vastaajista oli ilmoittanut harkinneensa useampaa vaihtoehtoa. Todellisuudessa lämmitysjärjestelmää vaihtavien osuus olisi siis jonkin verran pienempi, sillä useampia lämmitysmuotoja harkinneet päätyisivät vain yhteen ratkaisuun ainakin päälämmityksen osalta. Aurinkoenergian hyödyntämisen osuuksiin päällekkäiset harkinnankohdeet eivät olisi vaikuttaneet, sillä nämä ratkaisut voidaan toteuttaa lämmitysmuodosta riippumatta.

Työn tuloksista ilmeni, että lähes puolet vastaajista ei uskonut pystyvänsä säästämään energiaa niin paljoa, että sillä olisi todellista taloudellista merkitystä. Jatkotutkimuksena voitaisiinkin selvittää, mitä luokkaa rahallisten säästöjen tulisi olla, jotta ne koettaisiin merkittäviksi. Tuloksista ilmeni myös rahallisiin säästöihin ja aiheutuviin kustannuksiin sekä eri tekniikoihin liittyvää tiedontarvetta. Kyselyssä ei oltu eritelty näitä tiedonpuutteita tarkemmin, joten jatkossa voitaisiin selvittää myös, millaista tietoa ja missä muodossa vastaajat kaipaavat. Lisäksi säästöihin ja kustannuksiin liittyen voitaisiin toteuttaa tarkempi kysely, jossa kartoitettaisiin, kuinka kalliiksi ja hyödyllisiksi kuluttajat kokevat erilaiset energiaan liittyvät ratkaisut ja vastaavatko nämä ajatukset todellisia kustannuksia.

LÄHTEET

Airaksinen Miimu ja Vainio Terttu. 2012. Rakennuskannan korjaamisen ja kunnossapidon energiatehokkuustoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi energiansäästön, CO₂ ekv-päästöjen, kustannuksien ja kannattavuuden näkökulmista. VTT-CR-00426-12.

Airaksinen M., Seppälä J., Juhola S., Cantell H., Järvelä M., Haanpää S., Kontio P., Alhola K., Ahonen O., Heikkinen J., Nissinen A. 2014. Ilmastopaneeli – Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä [verkkodokumentti]. [viitattu 15.3.2016]. Saatavissa: http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Ilmastonmuutoksen%20hillint%C3%A4%20ja%20sopeutuminen%20rakennetussa%20ymp%C3%A4rist%C3%B6ss%C3%A4.pdf

Antikainen Riina, Seppälä Jyri, Grönroos Juha, Korhonen Marja-Riitta, Koskela Sirkka, Manninen Kaisa, Mattila Tuomas, Schultz Eija, Tuominen Mari, Gustafsson Magnus, Baumgartner Rupert, Korhonen Jouni, Tsvetkova Antastasia, Helin Tuomas, Häkkinen Tarja, Ovaskainen Mari, Pingoud Kim, Soimakallio Sampo, Sokka Laura, Tonteri Hannele, Vares Silja, Wessman Helena, Angerman Mikko, Heino Jyrki, Suopajärvi Hannu, Dahl Olli, Husgafvel Roope. 2012. Elinkaarimenetelmät yrityksen päätöksenteon tukena [verkkodokumentti]. FINCLA-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 10/2012. [viitattu 1.9.2016]. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38711/SY_10_2012.pdf?sequence=3

Berninger Kati. 2013. Muutos vähähiiliseen yhteiskuntaan EU:n rakennerahastojen avulla 2014–2020 [verkkodokumentti]. [viitattu 11.3.2016]. ISBN 978-952-11-4128-7. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135639/Muutos%20v%C4h%C4hiiliseen%20yhteiskuntaan.pdf?sequence=1>

Copley Laura. 2015. Low Carbon Behaviors, Insight Report [verkkodokumentti]. [viitattu 11.7.2016]. Young Scot. Saatavissa: http://sosnetwork.groupsite.com/file_cabinet/files/760718/download/Low-Carbon-Behaviours-Report-070515.pdf?m=1434450393

Energiateollisuus. Sähkölämmitys [Energiateollisuuden www-sivuilta]. [viitattu 8.9.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/sahkolammitys>

Frilander Jenni. 2015. Ilmastoniksi: Kansalaiset tekevät energiavallankumousta – lämpöpumput säästävät ydinvoimalan verran. [Ylen www-sivuilta]. Päivitetty 24.10.2015. [viitattu 2.6.2016]. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/ilmastoniksi_kansalaiset_tekovat_energiavallankumousta__lampopumput_saastavat_ydinvoimalan_verran/8402700

Haakana Maarit. 2013b. Energiatodistus. [verkkodokumentti]. [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.omakotiliitto.fi/sites/default/files/Energiatodistus%20%20Oma%20koti%2012%2004%202013.pdf>

Haavisto Antti ja Siirilä Merja. 2013. Sähkölaitteen lepotila ei välttämättä säästä lompakkoa. [Ylen www-sivuilta]. Päivitetty 22.3.2013. [viitattu 17.5.2016]. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/sahkolaitteen_lepotila_ei_valttamatta_saasta_lompakkoa/6548550

Heinonen Jukka ja Junnilla Seppo. 2010. Matalahiiliasumisen lähtökohdat [verkkodokumentti]. [viitattu 12.6.2016]. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2020.pdf?download=Lataa+pdf>

Häkkinen Hille ja Kangas Hanna-Liisa. 2012. Suomalaisten vaikuttavimmat ilmastoteot [verkkodokumentti]. [viitattu 9.6.2016]. Saatavissa: <http://wwf.fi/mediabank/1882.pdf>

Ilmastoinfo. Aurinkopaneelien sijoittaminen ja suuntaus [Ilmastoinfon www-sivuilta]. [viitattu 14.9.2016]. Saatavissa: <http://ilmastoinfo.fi/aurinkosahkoakotiin/miten/huomioitavaa/>

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 s. Saatavissa: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Juutila Olli. 2011. Valaistuksen ohjaus [verkkodokumentti]. Tampere: Tampereen ammatti-korkeakoulu, sähkötekniikan koulutusohjelma, [viitattu 8.6.2016]. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28011/Juutila_Olli.pdf?sequence=2

Kair. Ilmanvaihdon ABC [Kairin www-sivuilta]. [viitattu 7.9.2016]. Saatavissa: <http://www.kair.fi/fi/ilmanvaihdon-abc>

Kinnunen Terhi. 2016. Tiedonpuute hidastaa aurinkosähkön yleistymistä. [Etelä-Saimaan www-sivuilta]. Päivitetty 4.3.2016. [viitattu 10.6.2016]. Saatavissa: <http://www.esaimaa.fi/Online/2016/03/04/Tiedonpuute%20hidastaa%20aurinkos%C3%A4hk%C3%B6n%20yleistymist%C3%A4/2016120405300/4>

Kodin energia. WindSpot 1,5–3,5 kW. [Kodin energian www-sivuilta]. [viitattu 2.6.2016]. Saatavissa: <http://www.kodinenergia.com/windspot-tuulivoimalat>

Kokko Tiina. 2016. Pakkanen pyörittää sähkömittaria – kodin sähkönkulutus seurataan kännykän sovelluksella. [Ylen www-sivuilta]. Päivitetty 22.1.2016. [viitattu 3.5.2016]. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/pakkanen_pyorittaa_sahkomittaria__kodin_sahkonkulutus_seurataan_kannykan_sovelluksella/8614032?ref=leiki-uu

Koskinen Aaro. 2016. Mahdollisuudet asuinalueen energianhankinnan hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi [verkkodokumentti]. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma, [viitattu 26.10.2016]. Diplomityö. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/125663/Diplomity%C3%B6_Koskinen_Aaro.pdf?sequence=2

KvantiMOTV. 2007. Mittaaminen: Muuttujien ominaisuudet [KvantiMOTV:n www-sivuilta]. [viitattu 21.7.2016]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/ominaisuudet.html>

Lahti Energia. 2016. Päästökauppa [Lahti Energian www-sivuilta]. [viitattu 14.9.2016]. Saatavissa: <http://www.lahtienergia.fi/ymparisto/502>

Lorenzoni Irene, Nicholson-Cole, Lorraine Whitmarsh. 2007. Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0959378007000209/1-s2.0-S0959378007000209-main.pdf?_tid=f3fc2bda-6449-11e6-b488-00000aacb35e&ac-dnat=1471418127_4a5ceeff637d435b4a893162df761f69

Lylykangas Kimmo, Andersson Albert, Kiuru Jari, Nieminen Jyri ja Päätaalo Juha. 2015. Rakenteellinen energiatehokkuus [verkkodokumentti]. [viitattu 10.6.2016]. Saatavissa: http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/ret_opas_20150917.pdf

Lämmin koti. Ohjausjärjestelmät. [Lämpimän kodin www-sivuilta]. [viitattu 8.6.2016]. Saatavissa: <http://www.lamminkoti.fi/index.php?k=17621>

Motiva. 2010. Jokakodin valaistusopas [verkkodokumentti]. [viitattu 8.6.2016]. Saatavissa: http://www.lampputieto.fi/midcom-serveattachmentguid-1e05ea6ad16b1ee5ea611e087e37596b06a919d919d/joka_kodin_valaistusopas_2010.pdf

Motiva. 2014a. Näin säästät energiaa. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 18.12.2014. [viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa

Motiva. 2014b. Auringosta lämpöä ja sähköä [verkkodokumentti]. [viitattu 26.5.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/10585/Auringosta_lampoa_ja_sahkoa_%282014%29.pdf

Motiva. 2015a. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 16.7.2015. [viitattu 6.4.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi

Motiva. 2015b. Mikä on energiatodistus? [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 17.6.2015. [viitattu 6.4.2016]. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>

Motiva 2015c. Lämpöpumpputeknologiat. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 12.8.2015. [viitattu 30.5.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat

Motiva. 2015d. Kodinohjausjärjestelmä. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 19.10.2015. [viitattu 9.6.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_sahkolammitys/kodinohjausjarjestelma

Motiva. 2015e. Kaukolämpö [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 22.7.2015. [viitattu 8.9.2016]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/kaukolampo>

Motiva. 2015f. Lämmitysjärjestelmän valinta [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 8.5.2016. [viitattu 8.9.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta

Motiva 2016a. Bioenergia. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 26.4.2016. [viitattu 3.6.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia

Nieminen Jyri ja Virta Jari. 2016. Rakennusten lisälämmöneristäminen. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy. 48 s. ISBN 978-951-685-391-1.

Nissinen Ari, Alku Panu, Heine Pirjo, Heiskanen Jan, Korhonen Marja-Riitta, Koski Pertti, Laitila Päivi, Lappi Risto, Laukkanen Pertti, Lehikoinen Sari, Lehtonen Matti, Wings Sujit. 2008. Kotien reaaliaikainen sähkönkulutuksen mittaaminen ja havainnollistaminen – HEAT’07 projektin tulokset [verkkodokumentti]. [viitattu 3.5.2016]. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39697/SYKEra_7_2008.pdf?sequence=1

Oulun rakennusvalvonta. 2013. Ilmanvaihdon energiakorjaus [verkkodokumentti]. [viitattu 7.9.2016]. Saatavissa: http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_10_Ilmanvaihto_2013_02_01.pdf

Rakennusteollisuus RT ry. 2016. Tutkijat: Pientalo- ja kaupunkiasumisen parhaat puolet voidaan yhdistää. [Rakennusteollisuuden www-sivuilta]. Päivitetty 5.4.2016. [viitattu 10.6.2016]. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2016/tutkijat-pientalo--ja-kaupunkiasumisen-parhaat-puolet-voidaan-yhdistaa/>

Richter Burton. 2014. Beyond Smoke and Mirrors – Climate Change in the 21st Century. 2. painos. Iso-Britannia, Cambridge: Canto Classics. 361 s. ISBN 978-1-107-67372-4.

Saarinen Sirkka. 2004. Parhaan lämmitysjärjestelmän löytäminen vaatii vertailemista [verkkodokumentti]. Kodin Rakennustieto. [viitattu 8.9.2016]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5eKifMc2l/5fYqXZzqx/Files/CurrentFile/Lammitysjarjestelmat.pdf>

Soinivaara O. 2013. Kantakaupunki kiehtoo. Suomen kuvalehti 50/2013.

Saari Mikko, Antson Arto, Kukkonen Petri, Nyman Mikko. 2014. Energiatehokkaan pientalon ilmanvaihto-opas [verkkodokumentti]. [viitattu 8.6.2016]. Saatavissa: http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file_attachments/Pientalon%20ilmanvaihto-opas.pdf

Semenza Jan C., Hall David E., Wilson Daniel J., Bontempo Brian D., Sailor Davis J., George Linda A. 2008. Public Perception of Climate Change: Voluntary Mitigation and Barriers to Behavior Change. [viitattu 7.7.2016] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0749379708006831/1-s2.0-S0749379708006831-main.pdf?_tid=2a7d4f36-639b-11e6-9fd8-00000aacb361&ac-dnat=1471343056_788053882d7c529b3becf799cd12f96b

Skanska. Energiatodistuksen muutokset [Skanskan www-sivuilta]. [viitattu 13.9.2016]. Saatavissa: <http://kodit.skanska.fi/Uuteen-kotiin/Ekotehokas-koti/Energiatodistusten-muutokset/>

Suomirakentaa. 2013. Öljylämmitys on tehokas [Suomirakentaa.fi www-sivuilta]. Päivitetty 13.9.2013. [viitattu 8.9.2016]. Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/laemmitys/oeljylaemmitys>

Talouselämä. 2016. Suomalaisten unelma on perinteisesti ollut itse rakennettu omakotitalo – Mutta mitä sanovat siitä nuoret? [Talouselämän www-sivuilta]. Päivitetty 22.2.2016. [viitattu 9.6.2016]. Saatavissa: <http://www.talouselama.fi/uutiset/suomalaisten-unelma-on-perinteisesti-ollut-itse-rakennettu-omakotitalo-mutta-mita-sanovat-siita-nuoret-6305883>

Techeat. Maalämmön vaakaputkiston kuluttajille. [Techeatin www-sivuilta]. [viitattu 2.6.2016]. Saatavissa: <http://www.techeat.fi/maalammon-vaakaputkistot-kuluttajille/>

Tiihonen Arja. 2011. Asumisväljyys lisääntyy hitaasti [Tilastokeskuksen www-sivuilta]. [viitattu 23.9.2016]. Saatavissa: http://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2011-10-18_001.html

Tilastokeskus. 2012. Rakennuskanta 2011 [Tilastokeskuksen www-sivuilta]. Päivitetty 25.5.2012. [viitattu 2.9.2016]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/rakke/2011/rakke_2011_2012-05-25_kat_002_fi.html

Tilastokeskus. 2016a. Yksinasuvien määrä kasvoi eniten vanhemmissa ikäryhmissä 2015. [Tilastokeskuksen www-sivuilta]. Päivitetty 24.5.2016. [viitattu 18.8.2016]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/asas/2015/asas_2015_2016-05-24_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2016b. Tilastokeskuksen tietokannat [Tilastokeskuksen www-sivuilta]. [viitattu 26.8.2016]. Saatavissa: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/?tablelist=true&rxid=2b44f60b-a44a-44ed-9e26-3b7d6bcf1478

TILDA – tilastotietoa Lahdesta. 2016. [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa: <http://www4.lahti.fi/verkkotilastointi/>

Turunen Jaana. 2015. 1980-luvun talosta hybriditaloksi [verkkodokumentti]. Metropolia ammattikorkeakoulu, talotekniikka. Opinnäytetyö. [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99941/1980-luvun%20talosta%20hybriditaloksi.pdf?sequence=1>

Tuulivoimayhdistys. Pientuulivoima. [Tuulivoimayhdistyksen www-sivuilta]. [viitattu 2.6.2016]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima>

Valli Raine. 2015. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. 2. painos. Jyväskylä: PS-kustannus. 169 s. ISBN 978-952-451-661-7

Wessberg Nina, Dufva Mikko ja Kohl Johanna. 2014. Policy Brief: Systeeminen muutos ja innovaatiot [verkkodokumentti]. [viitattu 10.6.2016]. Saatavissa: https://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief_10_2014.pdf

YMa 176/2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, liite. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>

Ympäristöministeriö. 2016a. Suomen rakentamismääräyskokoelma. [Ympäristöministeriön www-sivulla]. Päivitetty 29.3.2016. [viitattu 7.4.2016]. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma%283624%29

Ympäristöministeriö 2016b. Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. [Korjaustieto.fi:n www-sivuilta]. [viitattu 7.6.2016]. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/korjaushankkeet/tyypilliset-julkisivukorjaukset/julkisivukorjaukset-ja-energiatehokkuus.html>

Ympäristöministeriö 2016c. Vanhat ikkunat kuntoon vai uudet tilalle? [Korjaustieto.fi:n www-sivuilta]. [viitattu 7.6.2016]. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviot-kuriin/vanhat-ikkunat-kuntoon-vai-uudet-tilalle.html>

Ympäristöministeriö. 2013. Kestävämmästä asumisesta, liikkumisesta ja ruokailusta valtioneuvoston periaatepäätös. [tiedote www-sivulla]. Päivitetty 13.6.2013. [viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kestavammasta_asumisesta_liikkumisesta_j%2816697%29

Ympäristöministeriö. 2012. Vähemmästä viisaammin – Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelman uudistus 2012 [verkkodokumentti]. [viitattu 1.4.2015]. Saatavissa: www.ym.fi

LIITE 1. Renkomäen ja Venetsian asuinalueet



Renkomäki



Venetsia

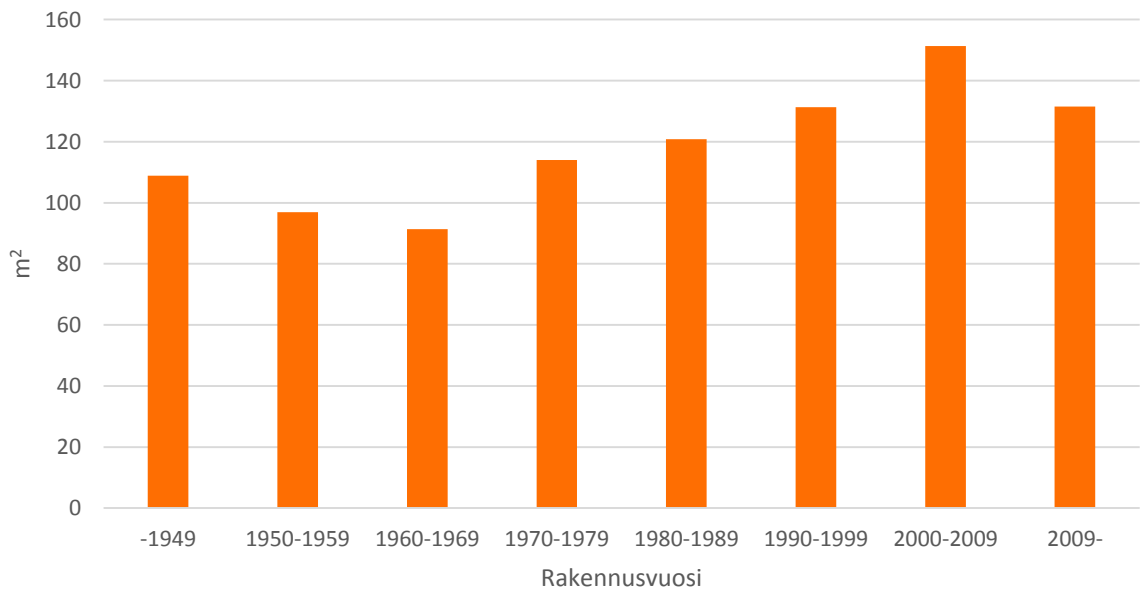
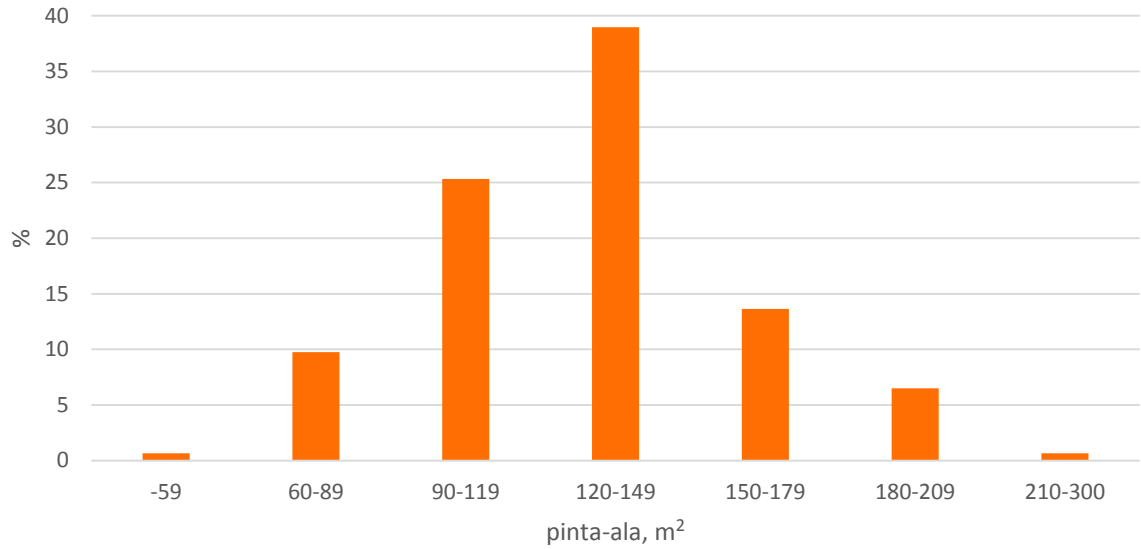
LIITE 2. Lisätietoja elinkaariarvioinnin energiantuotantojakaumista

Nykytilanteen tukilämmitysmuotojen jakautuminen päälämmitysmuodoittain ja energiatehokkuusluokittain:

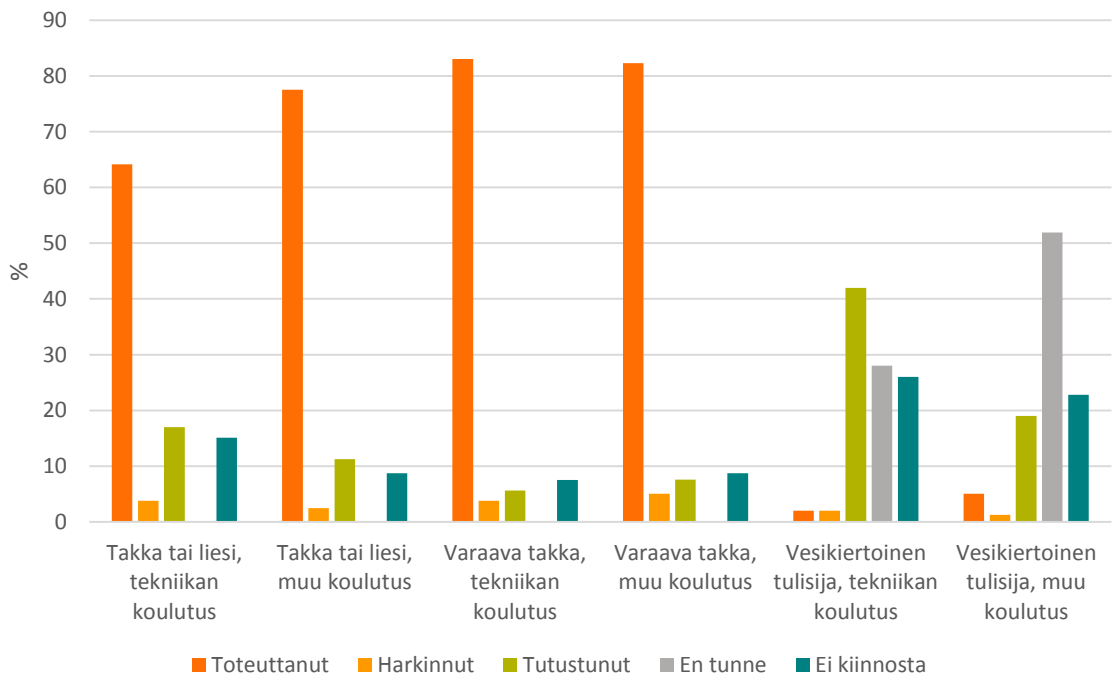
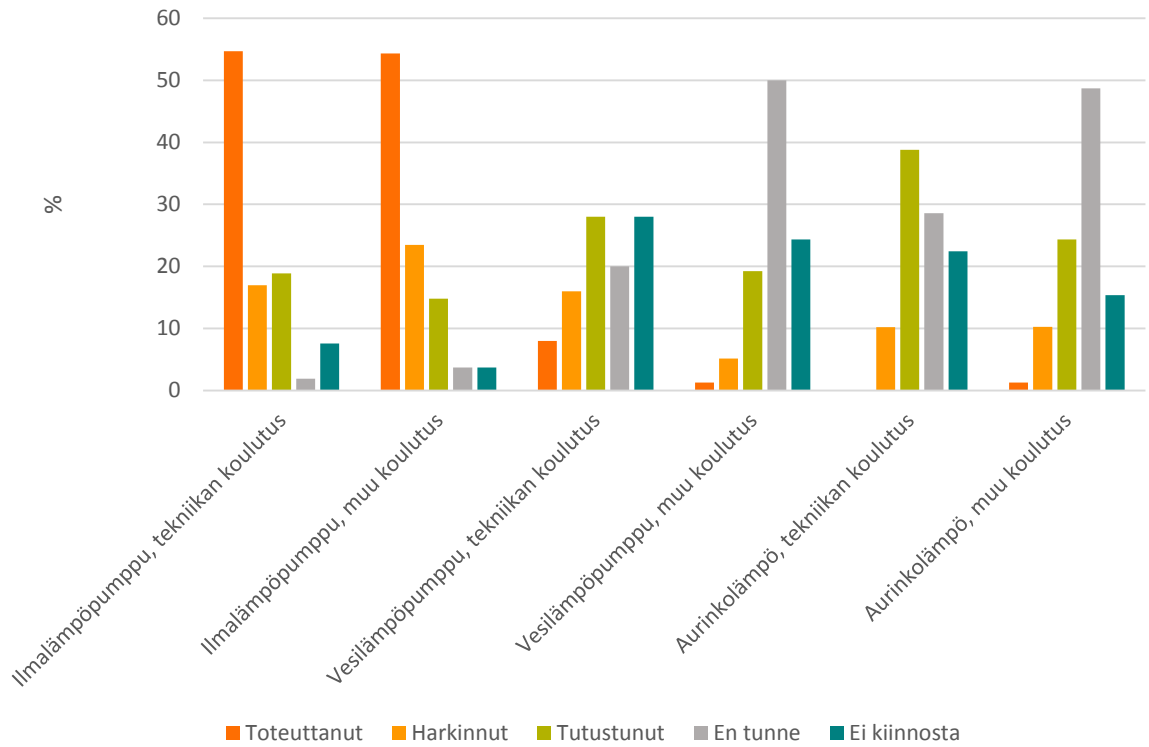
	Ilma-ilmalämpöpumppu	Ilma-vesilämpöpumppu	Aurinkopaneelit
	[%]	[%]	[%]
Sähkö, C-luokka	50	13	0
Sähkö, D-luokka	62	0	0
Sähkö, E-luokka	56	2	3
Sähkö, F-luokka	100	0	0
Sähkö, G-luokka	42	4	0
Öljy	0	0	0
Puu/pelletti, D-luokka	33	17	0
Puu/pelletti, E-luokka	41	6	0
Kaukolämpö	0	0	0
Maalämpö	0	0	0

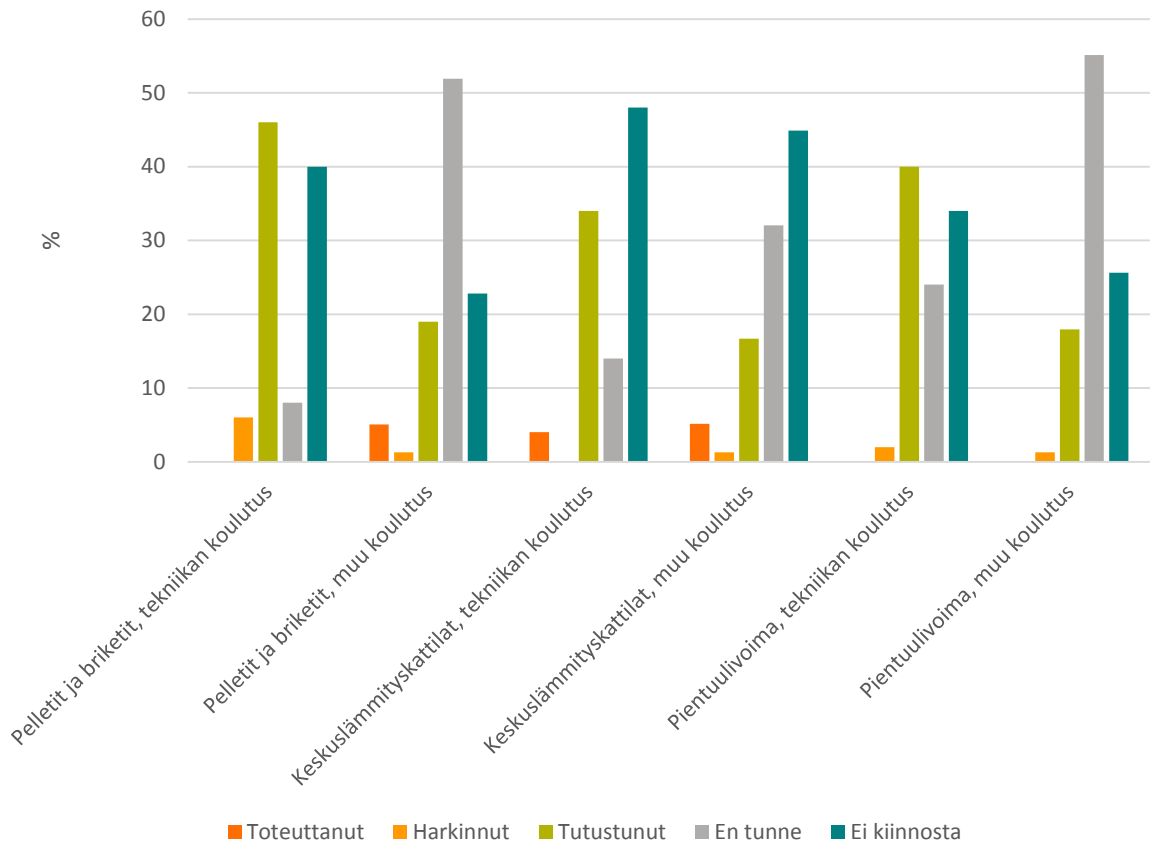
LIITE 3. Kyselytutkimuksen tuloksia

Asuntojen keskimääräiset pinta-alat ja pinta-alat vuosittain esitettynä:

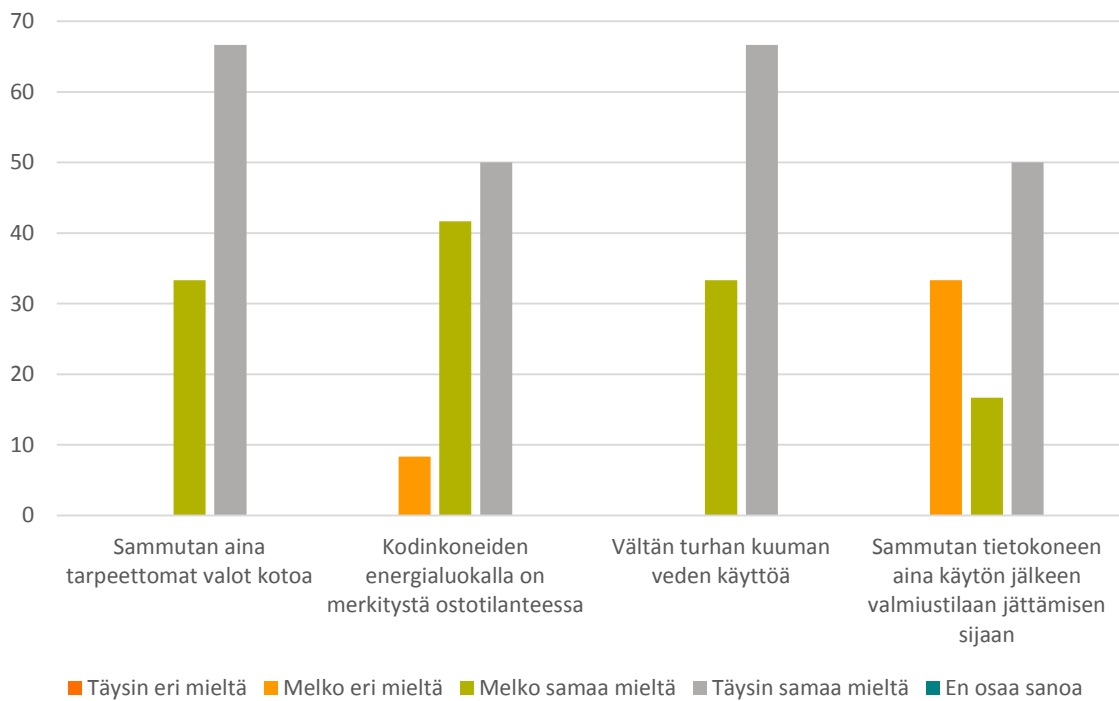


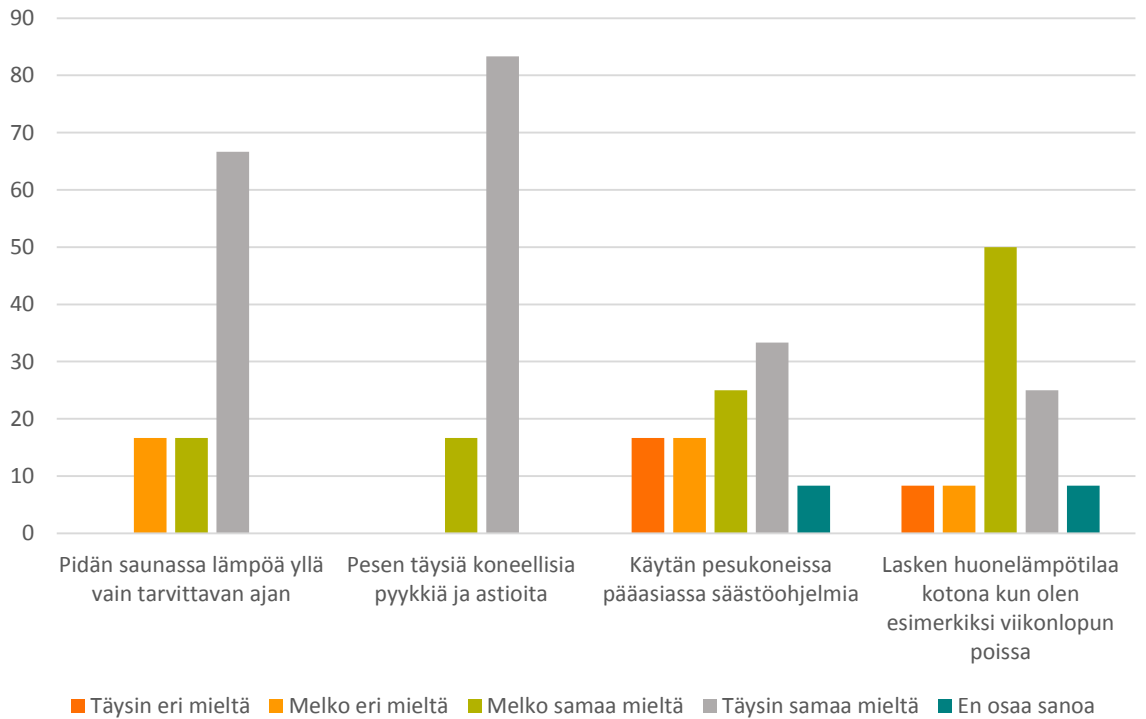
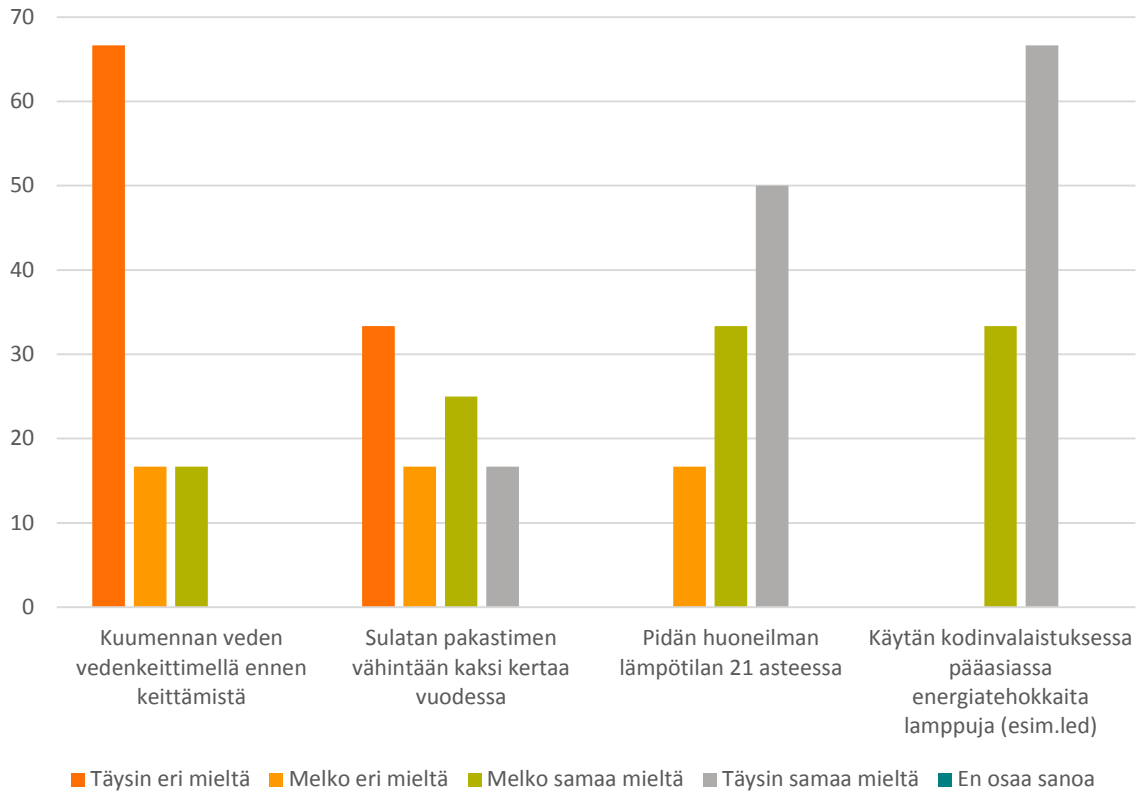
Tekniikan koulutuksen käyneiden ja muiden vastaajien vertailua:





Nuorten vastaajien vastaukset energiansäästötoimenpiteisiin liittyen:





LIITE 4. Kyselytutkimus

UUSIUTUVA ENERGIA JA ENERGIAATEHOKKUUS ASUMISESSA

TAUSTAKYSYMYKSET

Valitse sopivin vaihtoehto

1. Vastaajan sukupuoli

- Nainen Mies

2. Koulutustausta

- Ei peruskoulutusta
 Peruskoulun ala-aste (1-6 luokat), kansakoulu
 Peruskoulun yläaste (7-9/10 luokat), keskikoulu
 Lukio, ylioppilas- tai ammatillinen tutkinto
 Opisto- tai korkeakoulututkinto
 Lisensiaatin tai tohtorin tutkinto
 Ei mitään näistä

3. Koulutusala

- Yleissivistävä koulutus (esim. lukio)
 Kasvatustieteellinen ja opettajankoulutus
 Humanistinen ja taidealan koulutus
 Kaupallinen ja yhteiskuntatieteellinen koulutus
 Luonnontieteellinen koulutus
 Tekniikan koulutus
 Maa- ja metsätalousalan koulutus
 Terveys- ja sosiaali-alan koulutus
 Palvelualojen koulutus
 Muu koulutusala

4. Ikä

- alle 25 v.
- 25-34 v.
- 35-44 v.
- 45-54 v.
- 55-64 v.
- 65-74 v.
- 75 v. tai yli

5. Kotitalouden yhteenlasketut vuositulot (ennen verotusta, brutto):

- en osaa sanoa
- alle 15 000 €/vuosi
- 15 000 - 19 999 €/vuosi
- 20 000 - 39 999 €/vuosi
- 40 000 - 69 999 €/vuosi
- 70 000 - 89 999 €/vuosi
- 90 000 - 119 999 €/vuosi
- 120 000 - 139 999 €/vuosi
- 140 000 €/vuosi tai enemmän

ASUMISEEN LIITTYVÄT KYSYMYKSET

Valitse sopiva vaihtoehto tai kirjoita vastauksesi annettuun tilaan.

6. Kotitalouden koko

Aikuisia (yli 18-vuotiaita) henkilöitä, kpl _____

Lapsia (alle 18-vuotiaita) henkilöitä, kpl _____

7. Onko kotisi mielestäsi optimaalisen kokoinen nykyisiin tarpeisiin?

- Kyllä, miksi? _____
- Ei, miksi? _____

8. Ensisijainen asumismuoto

- Kerrostalo
- Rivitalo
- Paritalo
- Omakotitalo

9. Asunnon rakennusvuosi

- 1949
- 1950-1959
- 1960-1969
- 1970-1979
- 1980-1989
- 1990-1999
- 2000-2009
- 2010-

10. Asumistyyppi

- Vuokra-asunto
- Omistusasunto
- Asumisoikeusasunto
- Muu, mikä _____

11. Asunnon koko

Asuinneiliöt, m² _____

Muut lämmitettävät neiliöt, m² _____

12. Asunnon pääasiallinen lämmitysmuoto

- Sähkölämmitys
- Öljylämmitys
- Puulämmitys
- Kaukolämpö
- Maalämpö
- Puu / pelletti / hakelämmitys
- Muu lämmitysmuoto, mikä _____

13. Asunnon tukilämmitysmuoto

- Ilmalämpöpumppu
- Ilma-vesilämpöpumppu
- Aurinkopaneeli
- Takka / leivinuuni
- Sähkölämmitys
- Öljylämmitys
- Puulämmitys
- Kaukolämpö
- Maalämpö
- Puu / pelletti / hakelämmitys
- Ei ole
- Muu, mikä? _____

14. Asunnon sähkönkulutus

- Yli 30 000 kWh/vuosi
- Noin 30 000 kWh/vuosi (esim. suuri sähkölämmitteinen omakotitalo)
- Noin 18 000 kWh/vuosi (esim. sähkölämmitteinen omakotitalo)
- Noin 10 000 kWh/vuosi (esim. omakotitalo, jossa sähkökiuas, ei sähkölämmitystä pääasiallisena lämmitysmuotona)
- Noin 5 000 kWh/vuosi (esim. suurehko kerrostalo- tai rivitaloasunto tai pieni omakotitalo, jossa sähkökiuas, ei sähkölämmitystä)
- Noin 2 000 kWh/vuosi (esim. pienehkö kerrostalo- tai rivitaloasunto, jossa ei sähkökiuasta eikä sähkölämmitystä)
- En tiedä

15. Millä perusteella olet valinnut sähkösopimuksesi

- Hinta
- Paikallisuus
- Ympäristöystävällisyys
- En tiedä
- Muu, mikä? _____

16. Omistatteko tai onko kotitaloutenne käytössä toissijainen asumismuoto kuten loma-asunto tms.?

- Kerrostalo
- Rivitalo
- Paritalo
- Omakotitalo
- Mökki
- Maatila
- Ei ole

17. Kuinka samaa tai eri mieltä olet seuraavien väittämien kanssa?

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	Melko sama mieltä	Täysin sama mieltä	En osaa sanoa
Yksityisen kuluttajan kannattaa asentaa aurinkopaneeli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomessa on talvella liian pimeää aurinkosähkön tuotantoon.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maalämpö on kallis investointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lämpöpumppu tuo mukavan säästön	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaukolämmitys on ympäristöystävällisin lämmitysmuoto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öljylämmityksen hinta tulee pysymään vakaana seuraavat vuosikymmenet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sähkölämmitys on epävarma järjestelmä, joka on alttiina luonnonilmiöille, kuten myrskyille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puulämmitys ei ole järkevää suurten pienhiukkaspäästöjen takia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oma takka on ekologisin lämmitysmenetelmä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sähkön ja lämmön säästäminen ei kiinnosta minua lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Pyrin käytännössä toimimaan ympäristöystävällisesti aina kun mahdollista (esim. energiansäästö, jätteiden lajittelu, kierrätys, turhan autoilun välttäminen...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haluaisin tietoa siitä miten voisin pienentää energiankulutusta kotona.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kotitaloudessamme seurataan energiankäyttöä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pyrin aktiivisesti säästämään energiaa, mutta en ole halukas tinkimään elintasostani energiansäästön vuoksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energian säästäminen hankaloittaa arkea liikaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mielestäni kotitaloudessani käytetään energiaa jo nyt niin säästäväisesti, etten usko olevan mahdollista säästää vielä lisää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen kiinnostunut säästämään energiaa ympäristösyistä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En usko, että kotitalouteni voi säästää sähköä niin paljon, että sillä olisi todellista taloudellista merkitystä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen kiinnostunut säästämään sähkö- ja lämpöenergiaa kotitalouteni taloudellisten säästöjen vuoksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksittäisten ihmisten käyttötottumuksilla ei ole vaikutusta energiankulutukseen yhteiskunnan tasolla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sähkö- ja lämpöenergiaa tulee olemaan aina riittävästi saatavilla, ja tästä syystä ei ole erityistä syytä pyrkiä säästämään niitä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energiantuotannon ympäristövaikutukset eivät ole merkittäviä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KOTISI NYKYISET ENERGIARATKAISUT

18. Oletko tyytyväinen kotisi nykyisiin energiaratkaisuihin?

- Kyllä
 Ei, miksi? _____

19. Oletko itse päässyt vaikuttamaan nykyisen lämmitysjärjestelmän valintaan?

- Kyllä
 Ei

20. Mitkä seuraavista ovat merkittävimpiä tietolähteitä energiaan liittyvissä asioissa? Merkitse kolme tärkeintä.

	1	2	3
Keskustelupalstat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Palvelutarjoajien kotisivut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naapurit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sukulaiset ja tuttavat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sanoma- ja aikakauslehdet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tv-ohjelmat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu, mikä? _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Arvioi seuraavia asumisen energiaan liittyviä ratkaisuja

	Olen toteuttanut	Olen harkinnut	Olen tutustunut	En tunne	Ei kiinnosta
Ilmalämpöpumppu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maalämpöpumppu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vesilämpöpumppu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aurinkosähkö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aurinkolämpö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pientuulivoima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Takka tai liesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Varaava takka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vesikiertoinen tulisija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pelletit ja briketit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keskuslämmityskattilat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Arvioi seuraavia asumisen energiaan liittyviä menetelmiä

	Olen toteuttanut	Olen harkinnut	Olen tutustunut	En tunne	Ei kiinnostusta
Ulkovaipan lisäeristäminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ikkunoiden parantaminen tai uusiminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lämmityksen ohjaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jäähdytyksen ohjaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmanvaihdon- ja ilmastoinnin ohjaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valaistuksen ohjaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Moottorikäyttöiset ja automatisoidut ikkunan varjostimet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kodin automaatiojärjestelmä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Kuinka samaa tai eri mieltä olet seuraavien väittämien kanssa

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Uusiutuvaan energiaan perustuvat teknologiat (esim. aurinkopaneelit) ovat liian vaikeita käyttää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uudet teknologiat ovat teknisesti epäluotettavia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uudet teknologiat ovat vaikeita ostaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uudet teknologiat voivat aiheuttaa säästön sijaan lisämenoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uudet teknologiat vaativat liikaa perehtymistä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uusien teknologioiden vertaileminen on vaikeaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Valitse kolme merkittävintä tekijää mitkä edesauttaisivat kotitaloutesi kohdalla energiaan liittyvien muutosten tekemistä

- Mielestäni kustannustehokkaat muutokset ovat jo tehty
- Muuttaminen
- Parempi ymmärrys remontin vaikutuksista sisäilmaan laatuun
- Rahoituksen järjestyminen aiheutuville kuluille
- Tarkempi tieto rahallisesta säästöstä vuositasolla
- Tarkempi tieto aiheutuvista kustannuksista
- Parempi tieto eri teknologioista
- Muu mikä? _____

26. Kuinka samaa tai eri mieltä olet seuraavien väittämien kanssa

	Täysin mieltä	eri mieltä	Melko eri mieltä	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Julkinen liikenne on helppokäyttöistä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biopolttoaineet, kuten etanoli voivat vahingoittaa auton moottoria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Julkinen liikenne on sopivan hintaista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liikennepolttoaineiden hinta pysyy matalana myös tulevina vuosina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksityisautoilu on helpoin tapa liikkua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autojen määrä tulee vähenemään Suomessa seuraavan vuosikymmenen aikana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Onko asuntosi sijainti optimaalinen työmatkan kannalta?

- Kyllä, miksi _____
- Ei, miksi? _____

28. Onko asuntosi sijainti optimaalinen harrastusten kannalta?

- Kyllä _____
- Ei _____

29. Onko asuntosi sijainti optimaalinen palvelujen kannalta?

- Kyllä _____
- Ei _____

30. Monta autoa taloudessa on, kpl?

31. Mikä on kotitaloutenne keskimääräinen autolla ajomatka päivän aikana, km?

32. Kuinka samaa tai eri mieltä olet seuraavien väittämien kanssa

	Täysin mieltä	eri mieltä	Melko maa mieltä	eri mieltä	Melko maa mieltä	sa- maa mieltä	Täysin mieltä	sa- maa mieltä	En osaa sanoa
Kuljen julkisella kulkuneuvolla aina kuin mahdollista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytän polkupyörää aina kuin voin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liikun lyhyet alle 1 kilometrin matkat yleensä kävelen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos omistan auton olen harkinnut luopuvani sen käytöstä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen valmis käyttämään enemmän uusiutuvia liikenteen energiamuotoja (esimerkiksi sähkö, biopolttoaineet)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen valmis käyttämään vuokra-autoa tai yhteiskäyttöautoa arkielämässä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Vapaa palaute. Tähän voi kertoa omin sanoin ajatuksia tai kokemuksia aiheen tiimoilta.

34. Jättämällä yhteystietosi osallistut lahjakorttien arvontaan. Yhteystietoja käytetään ainoastaan arvontaa varten.

Etunimi _____

Sukunimi _____

Matkapuhelin _____

Sähköposti _____

Osoite _____

Postinumero _____

Postitoimipaikka _____

35. Oletko kiinnostunut osallistumaan mahdolliseen haastattelututkimukseen? Yhteystietojani voi käyttää tähän tarkoitukseen.

Kyllä

Ei

SUURI KIITOS VAIVANNÄÖSTÄSI!

