

Ilmastopaneeli

Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa

JYRI SEPPÄLÄ (toim.)

Ilmastopaneeli

ALKUSANAT

Suomen ilmastopaneeli edistää tieteen ja politiikan välistä vuoropuhelua ilmastokysymyksissä. Se antaa suosituksia ilmastopoliittiseen päätöksentekoon ja vahvistaa monitieteellistä näkemystä eri sektoreiden toiminnassa. Paneelin tehtävänä on arvioida ilmastopoliitiikan johdonmukaisuutta ja toimenpiteiden riittävyyttä. Tärkeä osa paneelin työtä on edistää ja käydä yhteiskunnallista keskustelua ilmastokysymyksistä. Käsillä oleva raportti vastaa tähän haasteeseen. Se kokoaa tärkeän tietopaketin toimista, joilla edistetään yhteiskunnan siirtymistä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Aineiston toivotaan palvelevan eri yhteiskunnan osapuolten tietotarvetta ilmastonmuutoksen hillinnässä ja synnyttävän uusia aloitteita ja ratkaisuja varsinkin kulutuksen ja kompensatioiden alueella.

Aineiston tuottamisessa on ollut keskeisessä roolissa joukko suomalaisia asiantuntijoita, jotka ovat asiantuntevalla panoksellaan selventäneet ilmastopaneelin kantaa tähän osa-alueeseen. Ilmastopaneeli kiittää heitä tehdystä työstä. Kiitokset ansaitsevat myös aihealueen työpajaan osallistuneet asiantuntijat, jotka antoivat arvokkaita näkemyksiä selvitystyön eri osa-alueisiin.

Suomen ilmastopaneeli 28.5.2014

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	3
JOHDANTO	6

OSA 1: HIILINEUTRAALISUUS KÄSITTEENÄ

8

Katriina Alhola ja Jyri Seppälä

1. Johdanto	8
2. Hiilineutraalisuus	9
2.1 Hiilineutraalisuuden määritelmä	9
2.2 Hiilineutraalisuuden rajausta ja mittaaminen	13
2.3 Hiilineutraalisuuden keinot ja todentaminen	15
3. Hiilineutraalisuus valtio- ja aluetasolla	19
3.1 Hiilineutraalisuus valtioiden tasolla	19
3.2 Hiilineutraalisuus kaupungeissa ja kunnissa	20
4. Hiilineutraalisuus yrityksissä	23
4.1 Hiilineutraalisuus suomalaisissa yrityksissä	23
4.2 Hiilineutraalisuus ulkomaisissa yrityksissä	26
5. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	28
Kirjallisuus	31
Liitteet	34

OSA 2: ASUMISEN KASVIHUONEKAASUJEN VÄHENTÄMISPOTENTIALI

44

Marja Salo, Miimu Airaksinen, Maija Mattinen, Ari Nissinen ja Jyri Seppälä

1. Johdanto	44
2. Esimerkkikotien energiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt	44
3. Rakennus- ja korjaustekniset keinot vähentää asumisen kasvihuonekaasupäästöjä	46
3.1 Lämmitysenergian vähentämiskeinojen vaikutukset energia- kustannuksiin ja kasvihuonekaasupäästöihin	46
3.2 Rakennus- ja korjausteknisten keinojen kustannukset	47
3.3 Omakotitalojen lämmitystapamuutokset ja täydentävät lämmitys- järjestelmät	48
4. Arjen käyttötottumusten ja energiatehokkaiden laitteiden hankinnan vaikutukset	51
4.1 Energiasäästöpotentiaali	51
4.2 Kasvihuonekaasupäästöt.....	53
5. Yhteenveto asumisen vaikuttavimmista päästövähennystoimista	55
Kirjallisuus	58
Liitteet	60

OSA 3: KULUTTAJAN MAHDOLLISUUDET VÄHENTÄÄ LIIKKUMISEN KASVIHUONEKAASU-PÄÄSTÖJÄ 73

Jyri Seppälä, Marja Salo, Juhani Laurikko, Ari Nissinen, Heikki Liimatainen

1. Johdanto	73
2. Keinot vähentää liikkumisen päästöjä	73
2.1 Henkilöauton ja polttoaineen valinta	74
2.2 Kulkutapavalinnat ja viisas liikkuminen	76
2.3 Vapaa-ajan ulkomaanmatkat	80
3. Liikkumistapaan vaikuttavia tekijöitä	80
5. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	81
Kirjallisuus	84
Liite	87

OSA 4: RUOKAVALIOMUUTOKSILLA SAAVUTETTAVAT ILMASTOHYÖDYT 91

Taneli Roininen ja Juha-Matti Katajajuuri

1. Ruoan ilmastovaikutukset merkittävät	91
2. Elintarvikkeiden ilmastovaikutukset vaihtelevat paljon	92
3. Ilmastovaikutusvaihtelut ateriatasolla suuria	93
4. Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt.....	93
5. Ruokahävikin ja ylensyönnin välttäminen ilmastovaikutusten vähentäjänä	95
6. Yhteenveto.....	96
Kirjallisuus	97

OSA 5: VAPAAEHTOISET PÄÄSTÖJEN KOMPENSAATIOMARKINAT – HAHMOTELMIA SUOMALAIKSI LISÄTOIMIKSI 99

Aino Kuitunen ja Markku Ollikainen

1. Johdanto	99
2. Markkinoiden nykytilan kuvaus	100
3. Case 1: Mustahiilipäästöt puun pienpoltosta	103
4. Case 2: Kotimaisten turvepeltojen metsittäminen hiilidioksidipäästöjen kompensointina.....	104
5. Pohdintaa	106
Käsitteet	107
Kirjallisuus	108

LIITE: ILMASTOPANEELIN HIILINEUTRAALISUUTTA, KULUTTAJIEN VALINTOJA JA KOMPENSOINTIA KOSKEVAN TYÖPAJAN (11.2.2014) TULOKSET 109

JOHDANTO

Ilmastomuutoksen hillintä vaatii voimakkaita toimia lähivuosikymmeninä. Viimeisen kymmenen vuoden aikana päästöt ovat lisääntyneet globaalisti keskimäärin 2,2 prosenttia vuodessa, ja samalla ilmakehän kriittinen kasvihuonekaasupitoisuus ylittyy väliaikaisesti useissa skenaarioissa. Kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n 13.4.2014 julkistamien skenaarioiden mukaan kasvihuonekaasupäästöjä tulee vähentää globaalisti 40–70 prosenttia vuoden 2010 tasosta vuoteen 2050 mennessä, jotta turvalliseksi katsottua kahden asteen lämpötilanousua maapallolla ei ylitetä. Tähän päästövähennyspolkuun on liitetty toteutuskenaario (van Vuuren ym. 2011), jossa OECD-maille on hahmoteltu noin 80 prosentin päästövähennystarve vuoden 2000 tilanteesta vuoteen 2050. Samassa skenaariossa OECD-mailta odotetaan nollapäästöjä vuoteen 2070–2080 mennessä.

Suomen ilmastopaneelin mukaan kauaskatseista politiikkaa olisi ennakoida toimia, jotka ennen pitkää ovat väistämättömiä. Kiirehtiminen kasvihuonekaasujen nollapäästöisyyteen on Suomellekin suunta, koska Suomi on muiden teollisuusmaiden tavoin sitoutunut (UNFCCC, 3. artiklan periaate) vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään köyhiä maita nopeammin. Suomen energia- ja ilmastotiekartan 2050 valmisteluun on liitetty hiilineutraalin yhteiskunnan tavoittelu hallitusohjelman mukaisesti (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Hiilineutraalisuutta kuitenkin käytetään yleisterminä ilman täsmällisempää määrittelyä, minkä takia Suomen ilmastopaneeli katsoi tarpeelliseksi selvittää hiilineutraalisuuden käsitettä.

Tämän raportin 1. osassa ”Hiilineutraalisuus käsitteenä” tuodaan esiin miten hiilineutraalisuuden käsitettä on käytetty kansallisesti ja kansainvälisesti. Työssä tuodaan esiin myös havainnollisia esimerkkejä siitä, kuinka eri tahot ovat liittäneet toimintaansa hiilineutraalisuuden tavoittelun. Luotua tietopohjaa on käytetty taustatietona Suomen ilmastopaneelin työssä (Seppälä ym. 2014a), jossa hiilineutraalisuuden käsitettä ja sen tavoittelua on selvennetty suhteessa viimeisimpään tieteen näkemukseen päästövähennysten kiireellisyydestä. Suomen ilmastopaneeli määritteli hiilineutraalisuuden tilaksi, jossa aiheutettujen kasvihuonekaasujen nettopäästöt olisivat vuosittain nolla. Selvitys avaa käsitettä globaalin tason lisäksi valtion, maakuntien, kuntien, organisaatioiden ja yksilöiden tasolla. Yhteisenä periaatteena kaikilla tasoilla tapahtuville päästöleikkauksille on tavoite vähentää ensisijaisesti omia päästöjä niin paljon kuin pystytään ja kompensoida loput päästöt hankkimalla päästöyksiköitä ulkopuolisilta markkinoilta.

Globaalilla ja maiden tasolla hiilineutraalisuuden tavoitteen saavuttaminen on haasteellista. Muutos on mahdollista viime kädessä uuden vähähiilisen teknologian kehittymisen, sen laajamittaisen käyttöönoton ja ihmisten uusien toimintatapojen seurauksena. Haasteena on saada tämä muutos aikaiseksi siten, että edellä mainittu vaarallisen lämpötilannousun estävä globaali päästövähennyspolku ehtisi toteutua ajoissa. Muutoksen jouduttamiseksi tarvitaan kaikki yhteiskunnan eri osapuolet mukaan. Teollisuustuotannon vähähiiliset ratkaisut eivät riitä, vaan myös kuluttajat on saatava tekemään ilmastoystävällisiä valintoja. Ilmastoystävällinen kulutuskysyntä jouduttaa myös omata osaltaan teollisuustuotannon uudistumista ja innovaatiotoimintaa, joilla saadaan edelleen päästöjä alas. Vaikka kulutuksen ja kuluttajien rooli on ilmastomuutoksen hillinnässä hyvin tiedostettu, käytäntö ei ole vielä muodostunut sellaiseksi, että kuluttajien ilmastoystävälliset ratkaisut olisivat Suomessa tai muissakaan teollisuusmaissa valtavirtaa. Tätä varten Suomen ilmastopaneeli suuntasi hiilineutraalisuustyön täydentävät selvitykset erityisesti kulutuksen alueelle.

Kuluttajien haluttomuuteen ottaa ilmastoystävällisiä ratkaisuja ja toimintatapoja käyttöön on useita syitä. Joissakin tapauksissa syynä on yksinkertaisesti tietämättömyys käyttökelpoisista, vaivattomista ja oman taloudenpidon kannalta kustannustehokkaista hillintäratkaisuista. Tätä varten kulutuksen tueksi tehtävissä erillisselvityksissä haluttiin tuoda näkyviin tämän päivän kulutusvalintojen mahdollisuudet

ilmastotyössä. Kulutuksen osa-alueista otettiin tarkemman selvittelyn kohteiksi kotitalouksien kulutuksen keskeisimmät osa-alueet: asuminen, liikkuminen ja ruokailu. Niihin liittyvät erillisselvitykset on esitetty tämän raportin osissa 2, 3 ja 4. Näissä selvityksissä on tuotu esiin sekä tekniikan käyttöönoton että toimintatapamuutoksien saavutettavat kuluttajien päästövähennyksmahdollisuudet.

Hiilineutraalisuuden tavoittelun viimeisenä vaiheena on päästöjen kompensointi kun omasta toiminnasta synnytettyjä päästöjä ei pystytä enää vähentämään kustannustehokkaasti. Kompensointia ja siihen liittyviä näkökohtia on käsitelty raportin kahdessa osassa. Osassa 1 kuvataan kompensointi hiilineutraalisuuden tavoittelun yleisenä keinoa. Osassa 5 pureudutaan syvällisemmin vapaaehtoiisiin päästöjen kompensointimarkkinoihin ja hahmotellaan Suomen sisällä toteutettavaksi toimia, joita voitaisiin tulevaisuudessa sisällyttää kompensointia palveleviin hiilimarkkinoihin.

Suomen ilmastopaneeli järjesti 11.2.2014 työpajan asiantuntijoille tämän raportin erillisselvitysten ja ilmastopaneelin hiilineutraalisuusselvityksen luonnosvaiheiden keskeisimmistä tuloksista. Työpajan tulokset on raportoitu tämän raportin liiteosassa.

Suomen ilmastopaneeli laati tässä raportissa julkaistujen erillisselvityksen (osat 2-5) pohjalta oman yhteenvedon (Seppälä ym. 2014b), jossa tuodaan esiin ilmastopaneelin linjaukset kuluttajien mahdollisuuksista vähentää päästöjään asumiseen, liikkumiseen ja ruokailuun liittyvillä valinnoilla sekä kompensoinnilla.

Viitteet

IPCC 2014. Working Group III – Mitigation of Climate Change. IPCC.

Seppälä, J., Alestalo, M., Ekholm, T., Kulmala, M., Soimakallio, S. 2014a. Hiilineutraalisuuden tavoittelu – mitä se on missäkin yhteydessä. Ilmastopaneelin raportteja 2/2104.

Seppälä, J., Airaksinen, M., Cantell, H., Järvelä, M., Ollikainen, M., Peltonen-Sainio, P., Savolainen, I. 2014b. Kuluttajan valinnat pyrittäessä kohti hiilineutraalisuutta – asuminen, liikkuminen, ruokailu ja kompensoitiot. Ilmastopaneelin raportteja 4/2014.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2013. Energia- ja ilmastotiekartan 2050 valmistelu. http://www.tem.fi/ajankohtaista/uutiskirjearkisto/uutiskirje_30.5.2013/energia-_ja_ilmastotiekartan_2050_valmistelu_kaynnistyi.110607.news

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). COP/CMJ decisions. <https://unfccc.int>

Van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Den Elzen, M.G.J., Deetman, S., Hof, A., Isaac, M., Klein Goldewijk, K., Kram T., Mendoza Beltran, A., Oostenrijk, R. 2011. RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature change below 2°C. Climatic Change.

OSA 1: HIILINEUTRAALISUUS KÄSITTEENÄ

Katriina Alhola ja Jyri Seppälä

Suomen ympäristökeskus

1. Johdanto

Hiilineutraalisuus nähdään tärkeänä viestinnällisenä keinona hillitä ilmaston muutosta. Sen avulla pyritään rajoittamaan ilmaston lämpeneminen korkeintaan kahteen asteeseen, mitä pidetään välttämättömänä keinona pyrkimyksessä torjua hallitsematonta ilmastonmuutosta. Hiilineutraalisuus – käsitteen käyttö ja yleensä pyrkimys saavuttaa kasvihuonekaasupäästöissä vähähiilinen tai vähäpäästöinen tila on yleistynyt julkisessa keskustelussa 2000 –luvulla. Tällaisia viestejä esiintyy eri maiden ja alueiden pitkän aikavälin tavoitteissa, kuntien ja kaupunkien ympäristöohjelmissa, yritysten markkinoinnissa ja organisaatioiden ympäristöviestinnässä. Esimerkiksi EU Komissio on asettanut tavoitteeksi resurssitehokkaan ja vähähiilisen yhteiskunnan, jossa kasvihuonekaasupäästöt ovat lämpötilan nousun kannalta vaarattomalla tasolla (EU 2010). Myös Suomi on asettanut pitkän aikavälin tavoitteeksi vähäpäästöisen yhteiskunnan (nykyinen hallitusohjelma) ja tarkemmin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi ilmastonäkölma tulisi olla mukana kaikessa päätöksenteossa ja toiminnassa, erityisesti energiatehokkuuden parantamisessa rakentamisessa, liikenteessä, ja ruoantuotannossa (Valtioneuvoston periaatepäätös 4.2.2010).

Yleisesti hiilineutraaliudella (*carbon neutrality*) tarkoitetaan sitä, että tuotetaan vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin niitä pystytään sitomaan. Usein hiilineutraalisuuteen liittyy paitsi päästöjen vähentäminen toiminnan energiatehokkuutta parantamalla niin myös jäljelle jäävien päästöjen kompensointi erilaisin keinoin, kuten päästömaksujen ja ympäristön tilaa parantavien investointien avulla. Joissakin yhteyksissä samasta asiasta puhuttaessa käytetään myös termiä ilmastoneutraalisuus (*climate neutrality*), jolla halutaan korostaa myös muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin ilmastovaikutuksen huomioimista. Käytännössä näitä termejä käytetään kuitenkin usein synonyymeinä, ja hiilineutraalisuus on kirjallisuudessa ja yleiskielessä yleisemmin käytetty. Samaa tavoitteeseen viittaa myös termi vähähiilisyys (*low-carbon*), joka tarkoittaa, että kasvihuonekaasuja syntyy huomattavasti vähemmän kuin nykytilan vallitessa ja päästöt ovat tasolla, jolla ne eivät kiihdytä ilmastonmuutosta (ks. Berninger, 2012). Kansainvälisesti on usein esitetty, että tällainen taso olisi länsimailla 80 % päästövähennys vuoteen 2050 mennessä. Tämä on ollut myös Suomen ilmasto- ja energiapolitiikkaa koskevan valtioneuvoston tulevaisuusselonteon lähtökohta (Valtioneuvosto 2009). Esimerkiksi 'Kohti hiilineutraalit kuntaa' (HINKU) -hankkeen tavoitteissa pyritään tähän 80% päästövähennykseen kuntien alueella vuoteen 2030 mennessä, mutta varsinaisesti hiilineutraalisuutta ei ole määritelty.

Hiilineutraalisuutta voidaan tarkastella globaalilla tasolla, ajallisesti, alueittain tai eri toimijoiden kuten yritysten ja yksilöiden näkökulmasta. Toisaalta sitä voidaan myös tarkastella yksittäisten tuotteiden tai palvelujen tasolla. Monet maat, alueet tai kunnat ja kaupungit ovat ottaneet hiilineutraaliuden pitkän aikavälin strategiakseen, ja monet yritykset mainostavat hiilineutraaleja tuotteita ja palveluja, tai järjestävät hiilineutraaleja tapahtumia. Myös yksilöt voivat pyrkiä "hiilineutraaliin kulutukseen" erilaisin keinoin. Hiilineutraalisuus on käsitteenä laajasti käytössä, mutta sen sisältö, rajaus, mittaaminen ja todentaminen voivat olla eri yhteyksissä erilaisia, eikä yhtä yhtenäistä määritelmää ole käytössä. Termiä käytetään yleiskielessä ja kirjallisuudessa paljon myös niin, ettei sitä ole varsinaisesti määritelty lainkaan (esim. Hoffert, 2010, Reiche 2010). Tämän selvityksen tarkoituksena on lisätä ymmärrystä hiilineutraalisuus –käsitteen käytöstä, määrittelystä ja todentamisesta. Tässä selvityksessä keskitytään erityisesti käsitteen määritelmiin valtioiden, kaupunkien ja kuntien, organisaatioiden ja yritysten näkökulmasta sellaisissa yhteyksissä, joissa se esiintyy kirjallisuudessa tai on käytössä yhteiskunnan eri tasoilla ja sektoreilla niin kansainvälisesti kuin kansallisestikin. Tutkimus perustuu kirjallisuuskatsaukseen, jonka avulla etsitään sellaisia esimerkkejä ja käytäntöjä, joissa toimintaa pidetään hiilineutraalina tai joissa tavoitteena on hiilineutraalisuus. Tarkoituksena on selvittää käsitteen sisältöjä ja rajausta, eli mitä toimintoja tai päästöjä käsitteen määrittelyssä huomioidaan, sekä tarkastella niitä keinoja, joilla hiilineutraaliutta näissä esimerkeissä mitataan ja todennetaan.

2. Hiilineutraalisuus

Tässä kappaleessa esitetään hiilineutraalisuuden määritelmät yleisellä tasolla, sen rajouksia ja mittaamista, sekä keinoja sen saavuttamiseksi ja todentamiseksi.

2.1. Hiilineutraalisuuden määritelmä

Hiilineutraalisuus –termin käyttö on lisääntynyt 2000 –luvun alusta lähtien, jolloin sen käyttö erityisesti yritysten viestinnässä ja imagon luomisessa sekä mediassa alkoi yleistyä (Murray ja Dey 2009). Tuolloin ei kuitenkaan ollut käytössä standardia tai yleisesti hyväksyttyä määritelmää termille, ja standardien kehittäminen alkoi vasta vuosikymmenen lopulla (mm. Defra 2009) huolimatta siitä, että termi oli ollut jo pitkään käytössä viestinnässä ja mediassa. Tämän vuoksi sen sisältö perustuukin käytännössä pitkälti organisaatioiden omiin ja/tai konsulttitoimistojen laatimiin määritelmiin, sekä niihin muotoiluihin ja tapoihin, joilla sitä on käytetty markkinoinnissa ja viestinnässä. Hiilineutraalisuutta käsittelevässä kirjallisuudessa viitataan usein myös hiilijalanjälkeen ja sen mittaamiseen (ks. Wiedmann ja Minx 2007). Käytännössä hiilineutraalisuuden määritelmiä on siis lukuisia.¹ Näistä esitetään muutamia esimerkkejä taulukossa 1.

Taulukko 1. Hiilineutraalisuuden määritelmiä

Lähde	Määritelmä
<i>Defra, 2009</i> <i>p.4</i>	Through a transparent process of calculating emissions, reducing those emissions and offsetting residual emissions – net carbon emissions equal zero. Mittaaminen: PAS 2050 ² (sis. elinkaari-näkökulman) tai ISO 14040 mukaisesti, todentaminen esim. ISO 14064-3 ³ mukaan.
<i>ISO 14021</i> <i>p. 49</i>	“Carbon neutral” refers to a product (as a product system) that has a “carbon footprint” of zero or a product with a “carbon footprint” that has been offset. It requires that all the greenhouse gas emissions from all stages of the product life cycle, and within the specified product system, have been reduced, removed or accounted for through a system of offsets or credits, or by other means. Determination of “carbon neutrality” is based on, first, the calculation of a carbon footprint (defined in the standard), then the deduction of offsets equivalent to the emissions of the carbon footprint. Alternatively, carbon neutrality can be achieved by a product whose “carbon footprint” is zero.
<i>PAS 2060</i>	A condition in which there is no net increase in the global emission of greenhouse gases to the atmosphere as a result of greenhouse gas emissions associated with the subject. (Perustuu PAS 2050 ja ISO 14 000 –standardeihin.)

¹ Google Scholars ja ScienceDirect tuottivat hakusanalla ‘carbon neutral’ noin 20 000 osumaa, joissa termi mainitaan ainakin jossain yhteydessä tieteellisissä artikkeleissa, konferenssipapereissa, raporteissa tai kirjoituksissa. Sen sijaan haku (www.google.com, 2013/04/02) jossa kaupalliset sivustot ja raportit yms. julkaisut ovat mukana, antoi yli 1000-kertaisen tuloksen (eli 20 400 000 kpl).

² **PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution, 2011.**

³ ISO 14064-3:2006 specifies principles and requirements and provides guidance for those conducting or managing the validation and/or verification of greenhouse gas (GHG) assertions. It can be applied to organizational or GHG project quantification, including GHG quantification, monitoring and reporting carried out in accordance with ISO 14064-1 or ISO 14064-2.

ISO 14064-3:2006 specifies requirements for selecting GHG validators/verifiers, establishing the level of assurance, objectives, criteria and scope, determining the validation/verification approach, assessing GHG data, information, information systems and controls, evaluating GHG assertions and preparing validation/verification statements.

<i>UNEP</i>	Estimate greenhouse gas emissions (all six Kyoto protocol gases: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs and SF ₆), undertake efforts to reduce greenhouse gas emissions to the greatest extent possible, and analyze the cost implications and explore budgetary modalities of purchasing carbon offsets.
<i>Murray & Dey, 2009</i> <i>p.238</i>	“Cancelling out the harm done to the earth’s atmosphere by one type of greenhouse gas –generating human activity, through another human activity that: either reduces CO ₂ emissions by an equal amount; or prevents an equal amount being generated by an essential CO ₂ procuring human activity by substituting a non- or low carbon producing alternative.”
<i>Rauch and Newman, 2009</i> <i>p.108</i>	“...no net carbon emitted to the atmosphere from institutional operation due to zero net fossil carbon use.”
<i>Webopedia, 2013</i>	Carbon neutral, also called <i>carbon neutrality</i> is a term used to describe the action of organizations, businesses and individuals taking action to remove as much carbon dioxide from the atmosphere as each put in to it. The overall goal of carbon neutrality is to achieve a zero carbon footprint.
<i>Oxford Dictionaries (British)</i>	Making or resulting in no net release of carbon dioxide into the atmosphere, especially as a result of carbon offsetting.
<i>Oxford Dictionaries (US)</i>	Making no net release of carbon dioxide to the atmosphere, especially through offsetting emissions by planting trees.
<i>Dictionary.com</i>	Pertaining to or having achieved a state in which the net amount of carbon dioxide or other carbon compounds emitted into the atmosphere is reduced to zero because it is balanced by actions to reduce or offset these emissions. Origin of the word 1990 – 1995.
<i>Go Green⁴</i>	Carbon neutrality, or having a net zero carbon footprint, refers to achieving net zero carbon emissions by balancing a measured amount of carbon released with an equivalent amount sequestered or offset, or buying enough carbon credits to make up the difference. It is used in the context of carbon dioxide releasing processes, associated with transportation, energy production and industrial processes.
<i>WBCSD Forest Solutions Group</i>	Carbon neutrality is best understood as a condition wherein the net transfers of biogenic carbon (i.e. carbon from biomass) to the atmosphere are zero.
<i>WhatIs⁵</i>	To be carbon neutral is to balance the amount of carbon dioxide released into the atmosphere by a particular activity, like flying, driving or operating a data center, with an equal amount of carbon sequestration or carbon offsets from a third party. To be considered carbon neutral, an individual or organization must reduce its carbon footprint to zero.

⁴ http://www.go-green.ae/greenstory_view.php?storyid=1200 [5.3.2013].

⁵ <http://whatis.techtarget.com/definition/carbon-neutral> [5.3.2013].

<i>Strandberg Consulting</i>	Being carbon neutral involves calculating your total climate-damaging carbon emissions, reducing them where possible, and then balancing your remaining emissions, often by purchasing a carbon offset.
<i>The National Earth Science Teachers Association</i>	Being "carbon neutral" means removing as much carbon dioxide from the atmosphere as we put in.
<i>Low Carbon Australia</i>	Carbon neutral is when net greenhouse gas emissions of an organisation or a product are equal to zero, by reducing emissions and then acquiring and retiring carbon offsets to match the remaining emissions.
<i>Carbon neutral certification scheme, Japan</i>	Carbon neutral is condition in which there is no net carbon emission. It can be achieved by offsetting the total amount of greenhouse gas emissions from the activities of business operators through emissions reductions/removal by sink elsewhere.
<i>Ministry of Commerce, Industry and Energy, South Korea</i>	‘Carbon Neutral’ is a campaign that makes the emissions to zero through the reduction of carbon dioxide by calculating emissions in everyday life, buying an authorized credit, investing in new and renewable energy and planting trees.
<i>Ernst & Young</i>	Calculating the overall carbon footprint; reduce that as much as possible, largely through energy efficiency; and then offset any residual emissions that cannot yet be removed, so that their net emissions equal zero.
<i>The Carbon Neutral Company</i>	Business’s action to reduce carbon emissions to net zero. Carbon footprint (also known as greenhouse gas assessment) includes the total sum of greenhouse gas (GHG) emissions.

Suurimmassa osassa määritelmiä hiilineutraalisuus nähdään tilana, jossa kasvihuonekaasujen/hiilidioksidin nettopäästö on nolla. Määritelmien mukaan tämä tavoite voidaan saavuttaa myös kompensoimalla päästöt maksuilla (*carbon offsets*) tai päästöoikeuksien (*carbon credit*). Päästömaksuista käytetään useissa yhteyksissä myös nimityksiä päästövähennykset tai ilmastohyvitykset. Hiilineutraalisuuden käsite voidaan laajentaa tarkoittamaan myös muita Kioton pöytäkirjassa (1997) määritettyjä kasvihuonekaasupäästöjä⁶, ilmaistuna niiden CO₂ –ekvivalenteina. Tällöin viitataan termiin ilmastoneutraali, jolla halutaan korostaa sitä, että myös muut kuin hiilidioksidi otetaan huomioon hiilineutraaliuden laskemisessa ja mittaamisessa. Käytännössä termejä hiilineutraali ja ilmastoneutraali käytetään kuitenkin usein synonyymeinä, ja hiilineutraalius -käsitteeseen onkin monissa laskentaohjeistuksissa sisällytetty myös muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidin lisäksi.

Horne ym. (2007) korostaa kuitenkin, että hiilineutraali (tai ilmastoneutraali) on eri asia kuin nolla päästötaso (*zero emission*). Hiilineutraalisuus on siis tila, jossa kasvihuonekaasupäästöjä voi syntyä, mutta niiden määrä on huomattavasti pienempi kuin alkutilanteessa, ja jäljelle jäävät päästöt voidaan

⁶ Kioton pöytäkirjan kattamat kuusi kasvihuonekaasua ovat hiilidioksidi CO₂, metaani CH₄, dityppioksidi N₂O ja HFC-yhdisteet (fluorihilivedyt), PFC-yhdisteet (perfluorihilivedyt) ja rikkiheksafluoridi SF₆.

kompensoida ulkopuolelta (jolloin nettopäästö on nolla). Nollapäästöinen sen sijaan on tila, jossa kasvihuonekaasuja ei synny lainkaan systeemin ulkopuolelle.

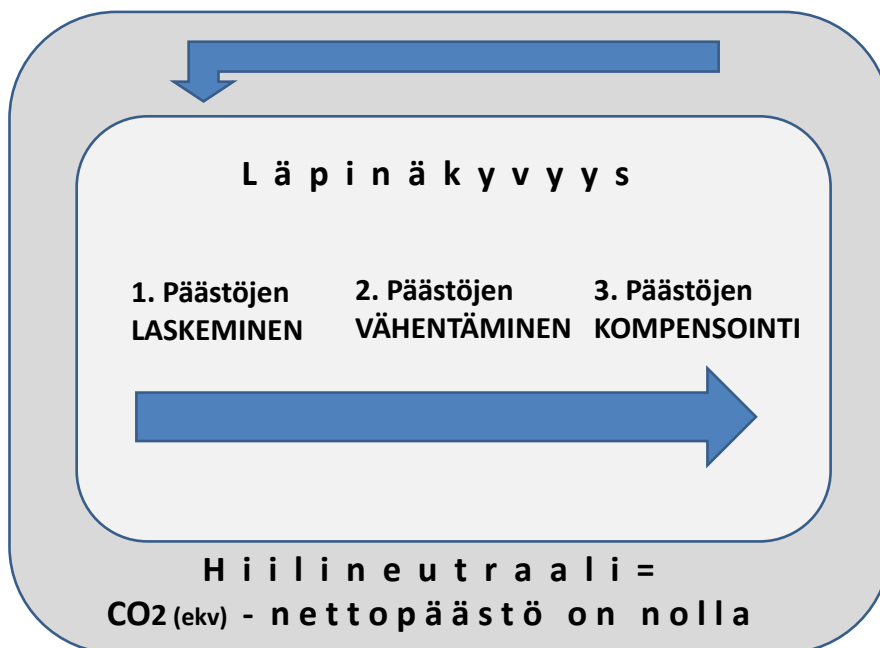
Määritelmien mukaan hiilineutraalius pyritään saavuttamaan kolmivaiheisesti (mm. Defra 2009, kuva 1):

- 1) lasketaan oman toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt
- 2) pyritään lisäämään toiminnan ympäristötehokkuutta ja vähentämään päästöjä
- 3) kompensoidaan jäljelle jäävät päästöt olemassa olevin mekanismein

Ensimmäisessä vaiheessa (*Calculating emissions*) asetetaan käsitteen rajaus, eli päätetään, mitkä ja mistä lähteistä tulevat päästöt otetaan hiilineutraaliuden laskennassa huomioon ja mitä osaa yrityksestä tai organisaatiosta ne koskevat. Tämän jälkeen päästöt lasketaan käyttäen sopivaa päästökerrointa.

Toisessa vaiheessa (*Reducing emissions*) eli päästöjen vähentämisen vaiheessa arvioidaan, mitä oman toiminnan tehostamiseksi voidaan tehdä, esimerkiksi energiatehokkuuden parantaminen. Tämä nähdään useissa määritelmässä olennaisimmaksi vaiheeksi, eli kuinka päästövähennyksiin päästään *omin keinoin*, sekä kuinka vähenemät lasketaan ja raportoidaan.

Kolmannessa vaiheessa (*Offsetting residual emissions*) hankitaan päästöoikeuksia tai maksetaan päästömaksuja ylijäävistä päästöistä, joita ei ole pystytty vähentämään omaa toimintaa tehostamalla. Jäljelle jäävien päästöjen tarkka määrä tulee laskea ja ostaa niitä vastaava määrä oikeuksia, jotta nettopäästö on nolla. Tässä vaiheessa on oleellista päättää, millaisia päästövähennyksiä tehdään, ja mistä ne hankitaan. Ideaalitapauksessa ostettu päästövähennys edustaa todellista hiilidioksidipäästöä ("tonni tonnista" –periaatteella), joka johtaa todellisiin hiilidioksidipäästövähennyksiin toisaalla. Tätä tarkoitusta varten markkinoilla toimii lukuisa joukko CO₂-vähennysten kompensointiin erikoistuneita yrityksiä ja voittoa tavoittelemattomia organisaatioita, sekä ohjelmia, jotka sijoittavat päästömaksut sertifioituihin hankkeisiin. Sertifiointien ja niitä myöntävien organisaatioiden tarkoitus puolestaan on valvoa päästövähennyksillä tuettavien hankkeiden laatua ja toteutusta, kuten kasvihuonekaasupäästöhyvityksiä sekä sitä, ettei kohteena olevia päästövähennyksiä myydä useampaan kertaan ja kohteet ovat sellaisia, että ne todella vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä, ja on toteutettu juuri sitä tarkoitusta varten (Murray ja Dey 2009). Esimerkkejä toimijoista on listattu taulukossa 3, kappale 2.3.



Kuva 1. Hiilineutraalisuuden saavuttaminen (mm. Defra, 2009).

2.2. Hiilineutraalisuuden rajausta ja mittaaminen

Suurin osa kirjallisuudessa ja julkisessa keskustelussa esitetyistä hiilineutraaliuden määritelmistä sisältävät ajatuksen: hiilineutraalissa toiminnassa *hiilidioksidin nettopäästöt ovat nolla*. Enemmän epäyhtenäisyyttä sen sijaan esiintyy termin sisällöstä ja rajauksesta, eli mitä kasvihuonekaasupäästöjä ja mistä päästölähteistä laskentaan sisällytetään, ja miten laskettavan yksikön päästöt mitataan. Julkisessa keskustelussa sekä yritysten ja organisaatioiden markkinointiväittämässä puhutaan usein hiilidioksidin nettopäästöistä avaamatta käsitettä tarkemmin tai ottamatta kantaa siihen, mitä päästöjä siihen tulisi sisällyttää, ja miten ne tulisi mitata. Sen sijaan ohjeistuksissa ja standardeissa puhutaan hiilineutraaliuden yhteydessä kasvihuonekaasupäästöjen määrittämisestä ja laskemisesta. Niissä viitataan usein olemassa oleviin hiilijalanjälkimittareihin ja kasvihuonekaasupäästöjen mittaamenetelmiin, joita voidaan käyttää myös hiilineutraalisuuden määrittämisessä ja laskemisessa. Näitä ovat mm. standardit, jotka ohjeistavat hiilidioksidipäästöjen laskemista tuotteille elinkaarinäkökulmasta, esim. ISO 14040 (elinkaariarviointi), ISO 14064 (kasvihuonekaasujen mittaaminen ja raportointi) ja PAS 2050⁷ ("hiilijalanjälkistandardi"), tai World Resource Institute GHG protokolla⁸.

Myös Defran (2009) määritelmä hiilineutraaliudelle perustuu hiilijalanjäljen mittaamiseen elinkaarinäkökulmasta ja vastaaviin standardeihin (PAS 2050 ja ISO 14040). Ohjeistuksen⁹ mukaan huomioon tulee ottaa ensinnäkin yrityksen tai organisaation synnyttämät suorat kasvihuonekaasupäästöt (*Scope 1, direct emissions*) kuten öljyn tai kaasun käytöstä omissa polttokattiloissa tai ajoneuvoissa syntyvät päästöt. Myös tuotannon epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat peräisin ostoenergian, kuten sähkön ja kaukolämmön tuotannosta (*Scope 2, energy indirect*) tulee huomioida. Lisäksi huomioon tulisi ottaa muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt, jotka eivät kuulu kohtaan 2, mutta joihin voidaan olennaisesti vaikuttaa. Nämä voivat olla peräisin esimerkiksi raaka-aineiden valmistuksesta, kuljetuspalveluiden hankinnasta sekä työntekijöiden päivittäisestä työmatkaliikenteestä (*Scope 3, other indirect*).

Yhtä yhtenäistä määritelmää tai maailmanlaajuisesti vakiintunutta käytäntöä tai standardia hiilineutraalisuuden mittaamiselle ei ole. Eri maat, organisaatiot ja yritykset ovatkin kehittäneet omia standardeja ja ohjelmia hiilineutraalisuudelle ja sen saavuttamiseksi. Esimerkiksi Australiassa on kehitetty ja otettu 1.7.2010 käyttöön kansallinen standardi, The National Carbon Offset Standard (NCOS), joka myönnetään organisaatiolle, tuotteelle tai palvelulle, joka toteuttaa kansallisen ohjelman (*Carbon neutral program*¹⁰) mukaisen hiilineutraaliuden määritelmän. Sen mukaan päästöt voidaan laskea joko kasvihuonekaasuinventaarin perusteella tai elinkaariarviointiin perustuen (ISO 14040). Inventaarilaskenta sopii hiilijalanjäljen laskentaan organisaatioille ja sen aiheuttamille päästöille. Elinkaariarviointi sen sijaan on käyttökelpoinen kun lasketaan ja mitataan tuotteen tai palvelun hiilijalanjälkeä koko sen elinkaaren ajalta. Ohjelma edellyttää kolmannen osapuolen todentamista hiilijalanjäljen laskemisessa, päästöjen hallinnan suunnitelmassa sekä julkaistavissa dokumenteissa. (Australian Government 2013).

Myös Japanissa on käytössä Carbon Neutral Certification -ohjelma (15.9.2011 alkaen), jonka tarkoitus on lisätä yhtenäisyyttä hiilineutraalisuus –termin käytölle. Ohjelma perustuu Japanin ympäristöministeriön (The Ministry of Environment Japan, MOEJ) laatimaan standardiin (*Carbon Neutral Standard*). Sen mukaan hiilineutraalisuus tarkoittaa tilannetta, missä ei synny nettohiilidioksidipäästöjä¹¹, ja se voidaan

⁷ PAS2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services (British Standards Institution) on "hiilijalanjälkistandardi", jonka avulla voidaan määrittää ja mitata hiilineutraalisuuden perustana olevat päästöt elinkaari pohjaisesti organisaation toiminnalle, palveluille tai tuotteille.

⁸ GHG Protocol on maailmalla laajasti käytössä oleva päästölaskentamalli. Se on julkaistu World Resources Institute (WRI) ja World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) toimesta. GHG Protocol (2004) standardin mukainen kasvihuonekaasupäästölaskenta yrityksille on suunniteltu siten, että eri yritysten ja organisaatioiden päästöt huomioidaan vain kerran. Näin vältetään mahdollinen päästöjen tuplalaskenta, mikäli molemmat toimijat (esimerkiksi sähkön tuottaja ja käyttäjä) pyrkivät hiilineutraaliuteen ja käyttävät samaa laskentatapaa.

⁹ Defra, 2009. Guidance on carbon neutrality. Department of Energy & Climate Change, 30 September, 2009.

¹⁰ Australian Carbon neutral program, guidelines: <http://www.climatechange.gov.au/government/initiatives/low-carbon-australia/ncos-carbon-neutral-program/carbon-neutral-program-guidelines.aspx> [12.3.2013].

¹¹ Laskelmissa huomioidaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt.

saavuttaa myös päästökompensaatioilla. (MOEJ, 2013). Päästöt voidaan kompensoida paitsi Kioton mekanismien mukaisilla CDM hankkeilla, niin myös Japanin kansallisessa päästövähennys – järjestelmässä Japan Verified Emission Reduction (J-Ver) Scheme, joka kohdentaa maksut kolmannen osapuolen hyväksymiin ja sertifioimiin hankkeisiin kotimaassa (BusinessGreen 2011).

Kanadassa toimiva voittoa tavoittelematon organisaatio CSA Group on julkaissut hiilineutraalisuus-ohjelman (*CSA Registered Carbon Neutral™ Program*). Saadaksesen ohjelman sertifikaatin, yritysten tulee mitata hiilijalanjälki, todentaa se kolmannella osapuolella ja hankkia puuttuvat päästövähennykset raportoiduille ja todennetuille kasvihuonekaasupäästöille. Monien muiden kansallisten ohjelmien tapaan The CSA Registered Carbon Neutral™ Program perustuu ISO 14064 vaatimuksiin.

Kansainvälisesti toimiva The CarbonNeutral Company paitsi auttaa yrityksiä ja organisaatioita hiilijalanjäljen laskemisessa, niin toimii myös päästövähennysten tarjoajana. Yritys on toiminut vuodesta 1997 lähtien ja kehittänyt The CarbonNeutral Protocol –standardin, jonka avulla voidaan mitata ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, sekä kompensoida jäljelle jäävät päästöt, tavoitteena hiilineutraalisuus ja siitä kertova CarbonNeutral® -sertifikaatti¹².

Varsinaisen hiilineutraaliuden kansallisen standardin kehittämissä ollen kenties pisimmällä Isossa-Britanniassa. The British Standards Institution kehitti PAS 2060 standardin¹³ (*Standard for Carbon Neutrality*) vuonna 2009 tavoitteena lisätä läpinäkyvyyttä hiilineutraalisuus –väittämille. PAS 2060 Specification for the demonstration of carbon neutrality julkaistiin kesäkuussa 2010. Standardi pyrkii yhtenäiseen hiilineutraalisuus –käsitteeseen (*no net carbon impact*) sekä metodiin hiilineutraalisuus –tilan saavuttamiseksi. PAS 2060 standardin pohjana toimii PAS 2050 standardissa määritetyt menetelmät.

PAS 2060 standardissa määritetään keinot ja vaatimukset hiilineutraaliuden mittaamiseksi tuotteille, palveluille, organisaatioille, yhteisöille tai tilaisuuksille. Hiilijalanjälkilaskennassa tulee huomioida 100 % suorista kasvihuonekaasupäästöistä ja epäsuorasta energiankäytöstä aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä (Scope 1 & 2, Defra, 2009) ja lisäksi kaikki muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt (Scope 3) jotka vaikuttavat enemmän kuin 1 prosenttia kokonaishiilijalanjälkeen. Lisäksi toimijan tulee laatia hiilidioksidipäästöjen hallintasuunnitelma (Carbon Management Plan), jossa on julkinen sitoutuminen hiilineutraalisuuteen, ja ilmoittaa strategia sen saavuttamiseksi, kuten aikataulu, päästöjen vähentämisen kohteet, sekä kuinka jäljelle jäävät päästöt tullaan kompensoimaan. PAS 2060 standardissa annetaan myös vaatimukset niille kauppapaikoille, josta päästövähennykset voidaan ostaa. Standardi myös määrittää, kuinka hiilineutraaliuden saavuttaminen tulee todentaa, miltä osin itse todentamalla, ja miltä osin standardin hyväksymän ulkopuolisen todentajan toimesta.

Hiilineutraalisuus on määritelty myös ISO 14021 (2011) standardissa. Sen mukaan hiilineutraalisuus viittaa tuotteeseen, ja koko tuotejärjestelmään, jolla on laskettavissa oleva hiilijalanjälki, joka on nolla, tai joka nollautuu päästövähennysten avulla. Standardin määritelmän mukaan kaikki kasvihuonekaasut tulee ottaa huomioon tuotteen (tai tuotejärjestelmän) elinkaaren ajalta, päästöjä tulee vähentää tai kompensoida päästövähennyskeinoin. Standardi asettaa vaatimuksia termin *hiilineutraalisuus* käytölle, ja sen mukaisesti termiä käytettäessä tulee mm. ilmaista, että hiilijalanjälki on nolla, ja viestiä, miltä osin tuotteen elinkaaren aikaiset päästöt on kompensoitu, ja minkä järjestelmän mukaisesti. (ISO 14021:2011¹⁴, s. 49).

¹² <http://www.carbonneutral.com/our-services/carbon-neutral/> [10.3.2013].

¹³ Standardin kehittämisen ohjausryhmässä toimivat mm: the Association of British Certification Bodies, Aviva, BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), Carbon Clear, The Carbon Neutral Company, The Carbon Trust, The Co-operative Group, Department of Energy and Climate Change, Eurostar, Future Conversations (Concrete Centre), Good Energy, Institute of Environmental Management and Assessment, Marks and Spencer, Oxford Brookes University and UPM-Kymmene.

¹⁴ Environmental labels and declarations. Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

Taulukko 2. Esimerkki kansallisen (PAS 2060) standardin ja yksityisen organisaation (CarbonNeutral®) standardin eroista.¹⁵

	PAS 2060	CarbonNeutral®
Kehittäjä-organisaatio	British Standard Institution yhdessä asiantuntijaorganisaatioiden kanssa.	CarbonNeutral Company yhdessä asiantuntijaorganisaatioiden kanssa.
Myöntäjä	PAS 2060 vastaavuus tulee todistaa itse (self declaration) standardissa määritetyin keinoin ja todisteiden tulee olla julkisia.	CarbonNeutral® sertifikaatin myöntää The CarbonNeutral Company, ja se vaatii kolmannen osapuolen todentamisen.
Päivitys	Vähintään joka toinen vuosi.	Vuosittain ohjausryhmän toimesta.
Vaatimuksia	PAS 2050:een perustuen; päästöjen mittaaminen, päästöjen vähentäminen, päästöistä viestiminen, päästöjen seuranta, päästövähennysten toteuttaminen, jne.	Päästöyksikön rajausta, päästöjen mittaaminen, tavoitteiden asettaminen, päästöjen vähentäminen nolnaan, viestiminen
Linkki muihin standardeihin	PAS 2060 käytetään yhdessä olemassa olevien standardien ja protokollien kanssa.	Noudattaa WBCSD/WRI's GHG Protokollaa ja PAS 2050 periaatteita, soveltuu myös kansallisiin standardeihin, kuten Australia's National Carbon Offset Standard.

Standardit ja ohjelmat perustuvat usein olemassa oleviin hiilijalanjälkilaskureihin ja hiilijalanjäljen mittaamisen ja raportoinnin standardeihin (esim. ISO 14040, ISO 14064 ja PAS 2050). Yksityisten yritysten tai organisaatioiden laatimien standardien ja kansallisten standardien välillä ei välttämättä ole paljon eroja (taulukko 2). Usein näitä ns. omia standardeja määrittävät yritykset pyrkivät suorittamaan asiakkailleen koko prosessin hiilineutraaliuden määrittämisestä sen mittaamiseen ja päästöjen kompensointiin asti, mikäli toimivat samalla myös päästövähennysten tarjoajina (esim. The CarbonNeutral Company).

2.3. Hiilineutraalisuuden keinot ja todentaminen

Yleisesti hiilineutraalisuuden määritelmä perustuu hiilijalanjäljen seurantaan ja minimoimiseen. Hiilineutraalisuuteen pyritään sekä omin keinoin päästöjä vähentämällä että kompensoimalla jäljelle jääviä päästöjä. Olennaisin ja tärkein keino on organisaatioiden omat energiatehokkuuteen tähtäävät toimenpiteet ja investoinnit päästöjen alentamiseksi. Kompensaatiota (*carbon offsetting*) on lähtökohtaisesti tarkoitus käyttää täydentävänä keinona vain silloin kun oman toiminnan tehokkuuden parantaminen ei riitä hiilineutraaliuden saavuttamiseksi.

Kasvihuonekaasujen kompensointi päästövähennyksin

Käytännössä kasvihuonekaasupäästöjen kompensointi on tärkeä osa hiilineutraaliuden tavoitteen saavuttamista. Vain harvassa tapauksessa tai tietyillä aloilla yritykset ja organisaatiot pystyvät saavuttamaan hiilineutraaliuden vain omaa toimintaa tehostamalla. Yleensä hiilidioksidipäästöjen kompensointi on tarkoitetaan osuuksia erilaisiin ilmastomyötäisiin hankkeisiin, kuten uusiutuvan energian tai metsänistutusten hankkeisiin, jotka vähentävät hiilidioksidipäästöjä toisaalla. Myös vapaaehtoisia päästöoikeuksia voi ostaa.

¹⁵ Lähde: The Carbon Neutral Company, <http://www.carbonneutral.com/our-services/pas-2060/>

Hiilipäästöjen kompensatioiden markkinoilla on kahdentyyppisiä päästövähennyksiä; Kioton protokollan mekanismien mukaisia (*Kyoto compliant credits*), jotka toteutetaan yleensä CDM (Clean Development Mechanism) tai JI (Joint Implementation) –hankkeina. Lisäksi on Kioton sopimuksen mukainen EU:n päästökauppa (Emission Trading System), jonka puitteissa tietyillä toimialoilla hankitaan päästöoikeuksia.

Kioton sopimuksen mukaisten päästövähennysten lisäksi on olemassa ns. vapaaehtoisia päästövähennyksiä (*Non-compliant credits*), joita voivat ostaa niin yritykset kuin yksityishenkilötkin. Tämän tyyppisistä päästövähennyksistä käytetään myös nimitystä Voluntary Emissions Reductions (VERs) ja niiden arvo on yhtä kuin 1 VER = 1 tonni säästetty CO₂ ekv. Vuonna 2011 vapaaehtoisia päästövähennyksiä hankittiin eri toimijoiden kautta 576 miljoonalla dollarilla. Yritykset hankkivat yli 60 % markkinoilla olevista päästövähennyksistä. Suurin osa vapaaehtoisia päästövähennyksiä hankkivista yrityksistä on eurooppalaisia, mutta kysyntä on kasvanut merkittävästi myös Yhdysvalloissa. (Ecosystem Marketplace 2012).

Vapaaehtoisten päästövähennysten tarjoajia

Vapaaehtoisia päästövähennyksiä tarjoavat ja välittävät monet yritykset ja voittoa tuottamattomat organisaatiot. Suomessa ensimmäisten toimijoiden joukossa on ollut vuonna 2008 perustettu yritys Nordic Offset¹⁶, joka myy kotimaisilla markkinoilla asiakkailleen kaupallisia päästövähennyksiä vapaaehtoisilta päästökauppamarkkinoilta. Kansainvälisillä markkinoilla tunnettuja vapaaehtoisten kompensatioiden markkinoijia ovat esimerkiksi The Carbon Neutral Company¹⁷ (erityisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa), kansainvälinen FirstClimate¹⁸ sekä sveitsiläinen voittoa tavoittelematon säätiö MyClimate¹⁹, joilla on oma kasvihuonekaasupäästölaskennan, päästöjen vähentämisen ja kompensoinnin ohjelma sekä sen mukainen sertifikaatti. Näiden organisaatioiden hiilijalanjäljen laskenta perustuu usein yleisesti käytössä oleviin standardeihin, kuten ISO 14040 tai GHG protokollaan. Esimerkiksi Carbon Neutral Companyn tekemät hiilijalanjälkilaskelmat vastaavat UK Guidelines on Carbon Neutrality and Australia's National Carbon Offset Standard ja PAS 2060 esitettyä laskentatapaa. Standardin mukaisesti kaikki hiilipäästövähennyksiin johtavat projektit täytyy todentaa kolmannen osapuolen toimesta. Myös yrityksen oma toiminta auditoidaan (PwC:n toimesta). (The Carbon Neutral Company 2013).

Yleisten sertifikaattien lisäksi joillakin toimialoilla on omia sertifikaatteja hiilineutraalisuuden osoittamiselle. Esimerkiksi graafisille painotöille on oma sertifikaatti ClimateCalc²⁰, jossa hiilijalanjälki lasketaan elinkaariajatteluun perustuen. Yritys voi käyttää logoa, mikäli sen painotyön hiilijalanjälki on laskettu kyseistä menetelmää käyttäen. Se noudattaa ISO 14064-1 standardia, joka määrittelee kuinka kasvihuonekaasupäästöt lasketaan ja raportoidaan organisaation tasolla, ja on myös kansainvälisen GHG Protocol -päästölaskentamallin mukainen. ClimateCalc puolestaan on verifioitu kansainvälisen SGS²¹:n toimesta, joka on tarkastuksesta, verifiointista, testauksesta ja sertifioinnista tunnettu yritys.

Ilmasto –hankkeiden todentajia

Hiilijalanjäljen laskijoiden ja päästövähennysten tarjoajien lisäksi on organisaatioita, joiden ensisijaisena tehtävänä on valvoa ja todentaa hankkeita, joita päästökompensaatioilla rahoitetaan. Tällaisia ovat esimerkiksi Verified Carbon Standard²² (VCS) ja WWF:n the Gold Standard for VERs sekä California Climate Action Registry. Lisäksi sertifioituja päästövähennyksiä (Certified Emission Reductions, CER) voi ostaa UNFCCC:n hyväksymistä hankkeista.

¹⁶ Nordic Offset, 2013. <http://www.nordicoffset.fi/no.php?noPage=mitateemme> [12.3.2013].

¹⁷ www.carbonneutral.com

¹⁸ <http://www.firstclimate.com/>

¹⁹ www.myclimate.org

²⁰ International Association ClimateCalc on kansainvälinen yhteisö, jossa ovat mukana graafisen suunnittelun organisaatioita, edustettuina Belgia, Ranska, Tanska, Suomi (Graafinen teollisuus ry) ja Iso-Britannia. <http://fi.climatecalc.eu/1240.aspx> [13.3.2013].

²¹ Société Générale de Surveillance: <http://www.sgs.ch/en/Our-Company/About-SGS/SGS-in-Brief.aspx>

²² <http://www.v-c-s.org/> [13.3.2013].

The Verified Carbon Standard on kasvihuonekaasujen laskentaohjelma, jota käytetään hankkeissa ympäri maailman todentamaan ja osoittamaan kasvihuonekaasupäästövähennyksiä vapaaehtoisten kompensatioiden markkinoilla. VCS perustettiin 2005, perustajina olivat mm. the Climate Group, the International Emissions Trading Association (IETA) ja the World Economic Forum. Myöhemmin mukaan liittyi myös the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).










Gold Standard on WWF:n aloitteesta perustettu vapaaehtoisen päästökaupan verifiointistandardi, jota hallinnoi sveitsiläinen Gold Standard Foundation. Gold Standard on puolueeton voittoa tuottamaton organisaatio, jonka tehtävänä on valvoa, kehittää ja todentaa vapaaehtoisen päästökaupan hankkeita ja myyntitapoja. Gold Standard takaa, että projekteissa syntynyt päästövähennys on tuotettu Gold Standard -sertifikaatin kriteerien mukaisesti, prosessia on valvottu asianmukaisesti ja puolueettomat asiantuntijat ovat todentaneet hankkeen hiilidioksiditaselaskelmat. Gold Standardin mukaisesti hyväksytyt päästövähennykset syntyvät energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian hankkeista.





Taulukossa 3 on esitetty esimerkkejä organisaatioista, jotka todentavat hankkeiden päästövähennyksiä ja / tai tekevät myös hiilijalanjäljen määrittämistä. Tämän lisäksi yksittäiset yritykset saattavat käyttää itse kehittämiään logoja tai merkkejä, jotka kertovat niiden hiilineutraalius-pyrkimyksistä (esim. liite 2 Finnspring).

Taulukko 3. Esimerkkejä päästövähennyksiä tarjoavista ja todentavista yrityksistä, ohjelmista ja standardeista.

Päästövähennysten todentajia		
The Gold Standard (GS)	<p>Voittoa tavoittelematon organisaatio, joka arvioi ja todentaa päästövähennyksiä (sekä CDM että VER Voluntary market credits). Pidetään yhtenä markkinoiden luotettavimmista ja parhaimmista hankkeiden todentajista. Myönnetään vain uusiutuvan energian tai energiatehokkuuden näkökulmasta laadukkaille hankkeille. Esimerkiksi metsänistutushankkeet eivät kuulu tähän, koska on mahdollista, että metsä myöhemmin kaadetaan ja hyödynnetään energiaksi.</p> <p>http://www.cdmgoldstandard.org/</p>	
The Verified Carbon Standard (VCS)	<p>VCS on maailmanlaajuinen standardi vapaaehtoisille päästövähennyksille ja projekteille, jotta päästövähennykset ovat todellisia ja mitattavia. Perustajina (v. 2006) The Climate Group, the International Emissions Trading Association, the World Economic Forum ja myöhemmin World Business Council for Sustainable Development.</p> <p>www.v-c-s.org</p>	
The Climate Action Reserve (CAR) (Former: California Climate Action Registry)	<p>Perustettiin vuonna 2008 yhtenäistämään USAn hiilidioksidipäästömarkkinoita. Myöntää ja kirjaa kompensaatit (Climate Reserve Tonnes CRTs) julkiseen rekisteriin.</p> <p>www.climateactionreserve.org</p>	
The Clean Development Mechanism (CDM)	<p>CDM kehitettiin standardiksi vuonna 1997 Kioton pöytäkirjan ratifioimisen jälkeen. Se takaa, että päästövähennykset tehdään projekteissa, jotka toteutetaan kehitysmaissa.</p> <p>http://cdm.unfccc.int/index.html</p>	
Green-e Climate	<p>Green-e Climate on yhdysvaltalainen yksityinen sertifiointi ja todentamisohjelma uusiutuvan energian käytölle.</p>	

Ilmastopaneeli

American Carbon Registry (ACR)	Voittoa tavoittelematon yhteisö on perustettu 1996, kehittää ja valvoo päästövähennyksiä ja -hankkeita.	
Päästövähennysten tarjoajia (+ hiilijalanjäljen laskenta)		
Carbon Neutral	CarbonNeutral® on CarbonNeutral Companyn rekisteröity tuotemerkki ja se on maailmanlaajuinen standardi, joka kertoo, että yritys on mitannut ja vähentänyt hiilidioksidipäästöjään Carbon Neutral Program mukaisesti.	
FirstClimate	First Climate on kansainvälinen hiilidioksidipäästöjen hallintaa ja kompensatioita tarjoava yritys.	
MyClimate	Sveitsiläinen, vuonna 2002 perustettu, voittoa tavoittelematon organisaatio, joka toimii kansainvälisesti ja tarjoaa vapaaehtoisia päästövähennyksiä ja hiilidioksidipäästöjen hallinnan keinoja.	
Carbon Footprint™	Ohjelma täyttää British Standard Institute määritelmän (PAS 2060). Se käsittää hiilijalanjäljen laskennan, päästöjen vähentämisen ja kompensoinnin sekä raportoinnin.	
Carbon Neutral Certification	Carbon Neutral Certification myönnetään yritykselle, joka kompensoi tason 1 ja tason 2 päästöt. Yritys laskee hiilijalanjäljen ja tarjoaa kompensatiokeinoja päästöoikeuksia mitätöimällä.	
Carbon Reduction Label	Carbon Reduction Label on julkinen sitoumus, että tuotteen tai palvelun hiilijalanjälki on mitattu ja merkin haltija on sitoutunut pienentämään hiilijalanjälkeä seuraavan 2 vuoden aikana. Jalanjälki lasketaan standardin PAS2050 mukaisesti.	
Carbon Trust Standard	Carbon Trust Standard on sertifiointi todellisista CO ₂ -päästövähennyksistä.	
CarbonFree® Certified	CarbonFree® sertifiointi tarkoittaa lisätietämystä tuotteen päästöistä ja tunnistaa yritykset, jotka kompensoivat hiilijalanjälkeään.	
carboNZero	Sertifiointijärjestelmä organisaatioille, tuotteille ja palveluille ja tilaisuuksille, joissa päästöt on mitattu, vähennetty ja kompensoitu.	
CEMARS (Certified Emissions Measurement and Reduction Scheme)	CEMARS sertifiointi on suunnattu suurille organisaatioille ja sektoreille, jotka vähentävät ja kompensoivat kasvihuonekaasupäästöjään. Se on Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) mukainen.	
Green Certified Site	Green Certified Site™ kertoo, että nettisivun hiilijalanjälki on laskettu ja uusiutuvaa energiaa on hankittu, jotta siitä tulee hiilineutraali.	

Kansallisia ohjelmia ja standardeja		
National Carbon Offset Standard	Australian kansallisen standardin the National Carbon Offset Standard (NCOS) on tarkoitus yhtenäistää vapaaehtoisia hiilidioksidipäästömarkkinoita ja luoda niiden uskottavuutta kuluttajien mielessä. Standardi perustuu Carbon Neutral Program – ohjelmaan, joka serfitioi tuotteita tai liiketoimintaoperaatioita hiilineutraaleiksi.	
The CSA Registered Carbon Neutral™ Program	CSA Group (Canada) on voittoa tavoittelematon yhteisö, joka palvelee like-elämää, teollisuutta, hallintoa ja kuluttajia Kanadassa ja maailmanlaajuisesti. Jotta yritykset saavat CSA Registered Carbon Neutral™ Labelin ja tulevat listatuiksi Program Registry – rekisteriin, niiden täytyy osoittaa, että ne ovat mitanneet hiilijalanjälkensä, todentaneet sen kolmannella osapuolella ja hankkineet tarvittavat päästökompensaatiot kasvihuonekaasupäästöistään.	
Carbon Neutral Certification Scheme, Japan	Merkki takaa, että sen haltija täyttää MOEJ T-vaatimukset.	
Self declaration (perustuen PAS 2060)	“The standard requires robust measurement, plan for achieving internal reductions and offsetting using high quality carbon credits. PAS2060 was launched in April 2010 by the British Standards Institute (BSI), and developed with input from government, the public and the private sector.”	

3. Hiilineutraalisuus valtio- ja aluetasolla

3.1. Hiilineutraalisuus valtioiden tasolla

Hiilineutraalisuus (*Carbon neutrality*) on kansainvälinen käsite. Sitä edistetään kansainvälisissä organisaatioissa, verkostoissa sekä tutkimus- ja yritysmaailmassa. Myös monet maat ovat ottaneet hiilineutraaliuden visiokseen ja asettaneet välitavoitteita sen saavuttamiseksi. Maiden tavoitteisiin ja keinoihin hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi vaikuttavat mm. maan sijainti, elinkeinorakenne, tuotanto- ja kulutus rakenne sekä ympäristöpolitiikka. Kansallisia ohjelmia (tai standardeja) ovat laatineet mm. Iso-Britannia, Australia, Japani ja jotkin kansainväliset organisaatiot ja yritykset. Monissa Euroopan maissa, kuten Isossa-Britanniassa ja pohjoismaissa on hyviä alueellisia ja kuntatason esimerkkejä hiilineutraaliuden soveltamisesta. Useat maat pyrkivät myös koko maan tasolla hiilineutraaleiksi ja ovat asettaneet korkeita tavoitteita sen saavuttamiseksi. Myös Suomessa hallituksen tavoitteena on tehdä tulevaisuuden Suomesta hiilineutraali yhteiskunta, nostaa Suomi ympäristötekniikan ykkösmaaksi ja kehittää Suomesta maailman ympäristötietoinen kansakunta (nykyinen hallitusohjelma). Ruotsi suunnittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä tavoitteenaan olla ensimmäinen hiilineutraali EU maa. Myös Norja tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 vähentämällä rajusti omia kasvihuonekaasupäästöjään sekä kompensoimalla loput Kioton protokollan mukaisiin hankkeisiin (Ministry of Norway 2013). Tanskassa valtion tasolla ei käytetä hiilineutraalisuus-termiä, vaan asetetaan tavoitteeksi *energijärjestelmä ilman fossiilisia polttoaineita*, joka tarkoittaa riippumattomuutta fossiilisista polttoaineista sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 80 – 95 % vuoden 1990 tasoon verrattuna (Klimatkommissionen 2010). Australiassa kannustetaan paitsi julkista sektoria niin erityisesti myös yksityistä sektoria ja kuluttajia tavoittelemaan hiilineutraaliutta. Yhä useammat organisaatiot ovatkin liittyneet Australian kesällä 2010 käynnistyneeseen kansalliseen vapaaehtoiseen Carbon Neutral ohjelmaan ja hakevat toiminnalleen sen mukaista sertifikaattia. Costa Rica asettaa hiilineutraalisuuden

tavoitteekseen jo vuonna 2021. Tämä pyritään saavuttamaan ensisijaisesti vähentämällä liikenteen päästöjä ja ylläpitämällä sekä lisäämällä sademetsien puustoa (Environment Ministry Costa Rica 2012). Malediivit on asettanut tavoitteen vielä lähemmäksi, pyrkien eroon fossiilisista polttoaineista vuoteen 2020 mennessä mm. investoimalla tuulivoimaan. Merkittäviä panostuksia uusiutuvan energian käyttöön hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi on tehty myös Etelä-Koreassa, Japanissa ja Bhutanissa (Climate Action Tracker²³ 2013).

3.2. Hiilineutraalisuus kaupungeissa ja kunnissa

Hiilineutraali kaupunki –käsite (*the carbon neutral city*) on yksi kaupunki-infrastruktuurin innovaatioista. Muita, osittain päällekkäisiä innovaatioita ovat muun muassa uusiutuvaan energiaan perustuva kaupunki (*the renewable energy city*), ekotehokas kaupunki (*the eco-efficient city*) ja kestävä liikenteen kaupunki (*the sustainable transport city*) (Newman 2010). Samassa yhteydessä puhutaan myös käsitteestä *post-carbon city* (Lerch 2007), johon pääsemiseksi hiilijalanjäljen minimoiminen ja kaupunkien hiilineutraalisuus on välttämätöntä.

Hiilineutraali kaupunki –määritelmä ja hiilineutraaliuden saavuttaminen kuvataan kaupunkien näkökulmasta kolmitasoisena prosessina (Newman, 2010):

1. Energiankäytön vähentäminen niin pitkälle kuin mahdollista, erityisesti rakentamisessa ja liikenteessä.
2. Uusiutuvan energian lisääminen niin paljon kuin mahdollista, varmistaen, että uusiutuvan energian tuotanto ei merkittävästi lisää kasvihuonekaasuja.
3. Hiilidioksidipäästöjen kompensointi ostamalla päästövähennyksiä, erityisesti puiden istutuksen kautta.

Hiilineutraalit kaupungit –tavoitteita ja aloitteita tukevat useat kansainväliset organisaatiot, kuten ICLEI – Local Governments for Sustainability, Architecture 2030²⁴ ja Cities for Climate Change Initiative²⁵ (CCCI). Tämän lisäksi eri maat ja kaupungit ovat laatineet kansallisia ja kuntatason ohjelmia ja tavoitteita hiilineutraalien kaupunkien ja kuntien edistämiseksi.

Suomen kaupunkeja ja kuntia on rohkaistu tavoittelemaan kunnianhimoisia kasvihuonekaasupäästövähennyksiä kohti hiilineutraalia kuntaa –verkoston avulla. Nämä ns. HINKU –kunnat, eli Uusikaupunki, Parikkala, Padasjoki, Mynämäki, Kuhmoinen, Ii, Hanko, Lohja, Raasepori, Siuntio ja Lappeenranta ovat asettaneet tavoitteekseen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030 mennessä.²⁶ Tämän lisäksi tavoitteita hiilineutraaliuden saavuttamiseksi ovat asettaneet mm. Tampere ja Helsinki. Helsinki tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä, mm. energiankäytön tehostamisella sekä uusiutuvan energiankäytön lisäämisellä (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2013).

Tampereella hiilineutraalisuus merkitsee sitä, että kaupungissa halutaan eroon fossiilisista polttoaineista vuoteen 2050 mennessä. ECO2 – Ekotehokas Tampere 2020²⁷ -hankkeen tavoitteena on kehittää vähähiilistä ja hiilineutraalia kaupunkisuunnittelua. Hiilineutraalisuus pyritään saavuttamaan mm. lisäämällä uusiutuvan energian käyttöä. Lisäksi Tampere aikoo panostaa energiaa säästävään rakentamiseen ja peruskorjaukseen. Kaupunki mm. sitoutuu rakentamaan kaikki uudet kiinteistönsä A-

²³ "Climate Action Tracker" on riippumaton tieteelliseen analyysiin perustuva arviointi, jossa listataan eri maiden kasvihuonekaasupäästösitoumukset ja toimet. <http://climateactiontracker.org/> [15.3.2013].

²⁴ Architecture 2030 on vuonna 2002 perustettu voittoa tavoittelematon yksityinen organisaatio, joka pyrkii rakennussektorin kasvihuonekaasujen rajuun leikkaamiseen mm. vaikuttamalla rakennussuunnitteluun ja rakentamiseen. (http://architecture2030.org/about/about_us) [14.3.2013].

²⁵ <http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=550> [14.3.2013].

²⁶ Hiilineutraalit kunnat. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=26610&lan=FI> [13.3.2013].

²⁷ Sitran ja Tampereen kaupungin yhteishanke

energialuokan tasoon ja huomioimaan peruskorjauksessa aina energiatehokkuuden. Myös liikenteen päästöjä pyritään hillitsemään (Sitra 2010).

Kaupungit voivat ottaa hiilineutraaliuden käsitteen mukaan myös hankintoihin. Esimerkiksi Tampereen kaupunki on asettanut tarjouspyynnön (7.5.2012) jossa hankinta on määritelty: Hiilineutraalit Särkänniemi ja Tampere-talo. Hankkeessa määritetään hiilijalanjälki Särkänniemen ja Tampere-talon tarjoamille palveluille, ja kehitetään seurantajärjestelmä, jonka avulla hiilijalanjälkeä voidaan jatkossa mitata ja seurata. (Tampereen kaupunki, tarjouspyyntö 7.5.2012).

Kaupungit tavoittelevat hiilineutraaliutta erityisesti energiatehokkuutta parantamalla ja keskittymällä uusiutuviin energialähteisiin. Mutta myös asukkailla on mahdollisuus kompensoida päästöjään. Verkkopalvelussa kuluttaja voi kompensoida esimerkiksi välttämättömästä autoilustaan aiheutuneet hiilidioksidipäästöt tukemalla ilmastonmuutosta ehkäiseviä, Gold Standard -verifioituja hankkeita kehittyvissä maissa. Myös erilaisten tapahtumien ja tilaisuuksien päästöjen kompensointi hiilineutraaliksi päästövähennyksiä ostamalla on lisääntynyt (Bossdorf ym. 2009, Hiilineutraali tapahtuma 2013, Flow Festival 2009).

Kööpenhamina hiilineutraaliksi vuonna 2025 Kööpenhaminan kaupunki on asettanut tavoitteekseen olla (maailman ensimmäinen) hiilineutraali pääkaupunki vuoteen 2025 mennessä. Tätä tavoitetta varten kaupungin ilmasto-ohjelma, toimista vastaava ryhmä ja lukuisa joukko kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtääviä projekteja on käynnistetty. Keinoina päästöjen vähentämiseen panostetaan mm. uusien pyöriteiden tekemiseen ja asukkaiden kannustamiseen pyöräilyyn, sekä julkisen liikenteen ympäristöystävällisyyteen. Kööpenhamina tähtää myös hiili- ja öljyperustaisen energian korvaamiseen kokonaan tuuli- ja biomassapohjaisella energialla. Myös energiatehokkaaseen uudisrakentamiseen ja peruskorjaukseen panostetaan. (Ministry of Foreign Affairs Denmark 2013).

Ruotsissa Malmön kaupunki on asettanut tavoitteen kaksipuolisesti: vuoteen 2020 mennessä kaupungin hallinto on hiilineutraali, ja vuoteen 2030 koko kaupunki on hiilineutraali, mikä tarkoittaa, että energiankäyttö on 100 % peräisin uusiutuvista energialähteistä (Stähle 2009). Kalmar, joka on yksi Ruotsin teollistuneimmista kaupungeista, on hyvä esimerkki keskikokoisesta kaupungista (60 000 asukasta), joka on korkeasta teollistumisasteestaan huolimatta saavuttanut hiilineutraaliuden tavoitteensa. Tärkeimpinä keinoina ovat fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvalla energialla, esim. puuhakkeella tuotetulla bioenergialla. Hiilineutraaliuden tavoitteet on ulotettu myös koskemaan asukkaita ja yksityisautoissa käytetään yhä enemmän etanolia. (Kathryn 2011). Växjön ympäristöohjelma, joka päivitettiin vuonna 2010, asettaa hiilineutraaliuden sijaan kolme visiota: Living Life, Our Nature ja Fossil Fuel Free Växjö. Viimeisin, eli fossiili-vapaa Växjö tarkoittaa, että energiankäytöstä ei aiheudu ilmastovaikutusta. Tavoitteiden saavuttamiseksi kaupunki on asettanut tiukempia vaatimuksia kuin kansallinen lainsäädäntö edellyttää. Uudet tavoitteet on asetettu vuoteen 2015: fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöjä tulee vähentää ainakin 55 % asukasta kohden verrattuna vuoden 1993 tasoon. Växjö pyrkii luopumaan kokonaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä viimeistään vuoteen 2030 mennessä. Sähkönkulutuksen tulee pienentyä vähintään 20 % vuoteen 2015 mennessä vuoden 2004 tasosta. Julkisen liikenteen osuuden tulee kasvaa ainakin 20 % per asukas vuoden 2002 tasoon nähden. Energiankulutuksen tulee vähentyä 15 % asukasta kohden vuosien 2008 – 2015 välillä. Växjön strategia on järjestelmällisesti ollut se, että kaupungin asukkaat osallistuvat mukaan tavoitteiden saavuttamiseen, ja asukkaiden ympäristöasenteisiin ja käyttäytymiseen on pyritty vaikuttamaan. Tätä on edistetty helpottamalla asukkaiden elämistä ilman fossiilisia polttoaineita, esimerkiksi tarjoamalla edullisempaa kaukolämpöä, houkuttelevampaa julkista liikennettä ja hyviä kävely- ja pyöriteitä, tarjoamalla ympäristömyötäisen ajotavan kurssseja, järjestämällä säännöllisesti tiedotus- ja keskustelutilaisuuksia sekä lisäämällä koulutusta. Växjö on myös palkittu kansainvälisesti ympäristötyöstään²⁸. (Dale 2011).

Rizhao, Kiinassa on 2.8 miljoonan asukkaan kaupunki, joka maan ensimmäisenä kaupunkina pyrkii kohti hiilineutraaliutta. Pääasiallinen energianlähde kaupungissa on aurinkoenergia, ja 99 % kotitalouksista käyttää aurinkoenergiaa veden lämmitykseen, ja enenevässä määrin myös muuhun kotitalouksien

²⁸ The international environmental award for excellent atmospheric protection (vuosi 2000), EU's Sustainable Energy Europe Award (vuosi 2007).

energian tarpeeseen. Sitä käytetään myös lähes kaikessa kaupungin valaistuksessa. Aurinkoenergiaa tullaan käyttämään myös kaikessa kaupungin rakentamisessa. Aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo 15 vuotta ja sen menestys perustuu alan huipputeknologiaan alueella, aurinkoenergian tekemiseen edullisemmaksi asukkaille sekä kaupungin johdon sitoutumiseen. (Dac & Life Build Cities 2012). Hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen pyritään myös tehostamalla tuotantotoimintaa, ns. teollisuuspuistot ja sivutuotteiden hyödyntäminen (Buczynski, 2010).

Masdar, joka sijaitsee *Abu Dhabissa* Lähi-Idässä öljyvaltaisella alueella, rakennettiin hiilineutraaliuden edelläkävijäksi, ennen kaikkea uusiutuvan energian ja puhtaan teknologian esimerkiksi. Kaupungin käyttämä energia tulee auringosta. Kaupunki on rajattu muureilla, joilla toivotaan olevan myös viilentävää vaikutusta, ja kapeat tiet ovat jalankulkua varten, eikä perinteisiä autoja käytetä. Liikkumisen vaihtoehtoina on kävely tai raiteilla kulkeva ”auto” (ns. podcar). Kaupunki on suunniteltu 50 000 asukkaalle ja sinne tulee yliopisto ja ainakin 1000 työllistäjää. Alueella on myös tarkoitus tehdä uusiutuvan energian innovatiivisia kokeiluja. (Heap 2010, Reiche 2010).

Tocco, Italiassa on pieni 2 700 asukkaan kaupunki, jonka koko energiankulutus tulee 100 %:sti neljästä tuulivoimaturbiinista. Ne tuottavat jopa 30 % enemmän tuulivoimaa kuin on tarpeen, joten loppu myydään kaupungin ulkopuolelle. Tuulivoiman ansiosta kaupunki on pystynyt laskemaan veroja ja jätteenkeräysmaksuja, ja ohjannut lisää varoja kaupungin siisteyteen ja koulujen kunnostamiseen. (Buczynski 2010).

Sydney, Australia on esimerkki suurkaupungista, jossa hiilineutraalius on saavutettu päästöjen kompensoinnin avulla, eli kasvihuonekaasupäästöt ovat nolla (vuonna 2008). Hiilineutraalisuustavoitteessa on noudatettu The National Carbon Offset Standardia, jonka mukaan ensimmäisessä vaiheessa päästöt inventoitiin sisältäen kaiken kaupungin käyttämän energian ja tuottamat kasvihuonekaasupäästöt. Toisessa vaiheessa luovuttiin eniten energiaa kuluttavasta teknologiasta ja siirryttiin energiatehokkaampiin ratkaisuihin, kuten tuulipuistoihin ja aurinkopaneeleihin. Viimeisessä vaiheessa jäljelle jäivät päästöt kompensoitiin. Sydneyn tavoite on pitkällä aikavälillä vähentää päästöjä 70 % vuoden 2006 tasosta vuoteen 2030 mennessä. (Johnson 2011).

Vuonna 2011 *yhdysvaltalainen Seattlen kaupunki* sitoutui tavoittelemaan hiilineutraaliutta. Tavoitteena on kasvihuonekaasujen nolla-nettopäästö vuoteen 2050 mennessä. Osatavoitteet on asetettu kolmelle sektorille: liikenne, rakennusten energiankäyttö ja jätteet (taulukko 4).

Austin Yhdysvalloissa on laatinut oman 5-osaisen ohjelman hiilineutraaliuden saavuttamiseksi (*Austin Climate Protection Plan*), jonka tavoitteet ulottuvat vuoteen 2020. Ohjelma koskee kaupungin hallintoa, energiantuotantoa, kotitalouksia, kuluttajia ja päästöjen kompensointia seuraavasti (The Austin Chronicle 2007):

Taulukko 4. Osatavoitteet kohti hiilineutraaliutta, Seattle.

Sektori	2020 Tavoite	2030 Tavoite
Liikenne	14% vähennys ajetuissa maileissa (VMT vehicle miles travelled)	20% vähennys (in VMT)
Rakennusten energiankäyttö	8% vähennys energiankulutuksessa	20% vähennys energiankulutuksessa
Jätteet	Jätteen kierrätysaste 69%	Jätteenkierrätysaste yli 70%
Kasvihuonekaasujen kokonaisvähenemä	30% pienemmät kasvihuonekaasupäästöt	58% pienemmät kasvihuonekaasupäästöt

1. Kunnan toiminnot (*the Municipal Plan*): Kaikki kaupungin hallinnon toiminnot ovat 100 % hiilineutraaleja vuoteen 2020 mennessä.
 - a. City Facilities Goal 2012: Kaikki kaupungin omistamat ja operoimat rakennukset ja laitokset käyttävät 100 % uusiutuvaa energiaa. Vain tuuli-, aurinko- ja bioenergia katsotaan kuuluviksi tähän.
 - b. City Fleet Goal 2020: Kaikki kaupungin kuljetuskalusto on hiilineutraalia. Aikomuksena on, että kalusto toimii sähköllä tai vaihtoehtoisilla (bio-) polttoaineilla (myös raskas kalusto, jos teknisesti mahdollista). Vaihtoehtoisten polttoaineiden (tuotannon) hiilidioksidipäästöt kompensoidaan. Ulkopuolisia liikennöitsijöitä ja toimijoita kannustetaan ja pyritään sitouttamaan samoihin tavoitteisiin.
 - c. City Department Reductions: Kaikissa kaupungin yksiköissä saavutetaan maksimaalinen kasvihuonekaasujen päästövähennys sekä energian kulutuksen väheneminen. Haasteellisin osasto on vesihuolto, joka kuluttaa noin puolet kaikesta käytetystä sähköstä (hallinnon operaatiot). Kukin yksikkö tekee oman suunnitelman ja aikataulut päästöjen vähentämiseksi, ja raportoi ne.
 - d. City Employees: Kaupunki kouluttaa, motivoi ja tukee sen koko henkilöstöä (yli 10 000 työntekijää) vähentämään omaa henkilökohtaista hiilijalanjälkeä.
2. Laitosten toiminnot (sähköntuotanto) (*The Utility Plan: Lab and Incubator*): Austin Energy tavoittelee koko maan ykkössijaa kasvihuonekaasujen vähennyksessä, ja on ottanut käyttöön monia innovatiivisia ratkaisuja.
 - a. Reduction goal 2020: Energiatohokkuuden parantamisella ja energiansäästötoimenpiteillä Austin Energy vähentää energiankäyttöä vuoden 2007 tasosta vuoteen 2020 mennessä 700 megawattia.
 - b. Renewable energy 30 % Goal: Austin Energy on sitoutunut hankkimaan 30 % energiantarpeesta uusiutuvasta energiasta.
3. Kodit ja rakennukset (*Homes and Buildings Plan: Enforcing Efficiency*)
 - a. New Homes 65 % Goal 2015: Kaikki omakotitalot rakennetaan nollaenergiataloiksi.
 - b. New Construction 75 % Goal: Kaikessa muussa uudisrakentamisessa energiatehokkuutta lisätään 75 %.
 - c. Existing Homes and Buildings: peruskorjauksessa tehdään energiatehokkuustarkastus, ja omistajan vastuulla on tehdä perusparannukset.
 - d. Green Building Program: kehitetään työkaluja, joilla voidaan sertifioida tai tunnistaa rakennuksia, jotka saavuttavat hiilineutraaliuden.
4. Asukkaiden osallistaminen (*Community Plan: You and Me*):
 - a. Community education: Laaja julkinen informointikampanja, markkinointia sosiaalisessa mediassa, innovatiiviset keinot vaikuttaa kuluttajien käyttäytymiseen.
 - b. Transportation: Investoidaan joukkoliikenteeseen ja kannustetaan vähäpäästöisten ja hybridautojen hankintaan.
 - c. Land-use Planning: jätteenkäsittelyn tehostaminen, kaupunkisuunnittelu, luonnonalueiden perustaminen.
5. Päästökompensaatiot (*The "Go Neutral" Plan: Offsetting GHG*): Kannustetaan asukkaita vapaaehtoisiin päästövähennyksiin ja kompensaatioihin ja autetaan oman hiilijalanjäljen laskemisessa. Ohjelma sisältää tunnustuksen, eli hiilineutraaliudesta kertovan tarran tai merkinnän tai vastaavan kannusteen kaikille, jotka osallistuvat ja saavuttavat sen mukaisen hiilineutraaliuden.
 - a. Local Carbon Footprint Calculation: Internet-pohjainen työkalu auttaa kotitalouksia ja pieniä yrityksiä laskemaan kasvihuonekaasupäästöt perustuen Austinin lähtötietoihin. Suuremmille yksiköille toimitetaan tarvittaessa tarkempia lähtötietoja.
 - b. Local Carbon Offset Credits: Kaupunki myy päästöoikeuksia asukkailleen, jotka haluavat kompensoida omia kasvihuonekaasupäästöjään. Näillä rahoitetaan lukuisia paikallisia projekteja, jotka tukevat päästövähennyksiä, kuten puiden istutuksia, tai energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä kodeissa ja erityisesti alhaisen tulotason kotitalouksissa. Myös vierailijoille tarjotaan mahdollisuutta ostaa 'kredittejä', joilla he voivat kompensoida vierailustaan (esim. lentomatkastaan) aiheutuvat päästöt kaupungille.

4. Hiilineutraalisuus yrityksissä

4.1. Hiilineutraalisuus suomalaisissa yrityksissä

Suomessa on toistaiseksi vielä melko vähän yrityksiä, jotka pyrkivät täysin hiilineutraaliin toimintaan, eli jossa otettaisiin huomioon kaikki yrityksen toiminnasta johtuvat päästöt rakennusten energiakäytöstä prosessipäästöihin, raaka-ainehankintoihin ja logistiikkaan asti. Osittain syynä on selkeän määrittelyn ja ohjeistuksen puuttuminen (Parviainen 2012). Yleisempää on, että jokin yrityksen toiminnoista määritellään hiilineutraaliksi, tai jotkin sen asiakkailleen tarjoamista tuotteista tai palveluista ovat hiilineutraaleja. Taulukkoon 5 on kerätty muutamia esimerkkejä yrityksistä, jotka käyttävät viestinnässään termiä hiilineutraali joko koskien koko yritystä, sen jotain yksikköä tai toiminnan osa-aluetta. Raportin liitteissä on esitetty termin sisältöä tarkemmin joidenkin alla mainittujen yritysten kohdalta.

Taulukko 5. Esimerkkejä hiilineutraaleista yrityksistä Suomessa.

Yritys	Määritelmä	Rajaus	Keinot	Laskenta ja todentaminen
Metsägroup Joutsenon sellutehdas	Toiminnassa ei käytetä fossiilisia polttoaineita	Joutsenon yksikön hiilidioksidipäästöt	Oma biokaasutuslaitos	Tuotannon-ohjausjärjestelmän kautta, yksiköllä ei omaa auditointia
Rukakeskus Oy (Pyhän hiihtokeskus)	Riippumattomuus fossiilisista polttoaineista	Omassa toiminnassa syntyvät hiilidioksidipäästöt	Vihreä sähkö, puuhakkeella tuotettu kaukolämpö, toiminnan energiatehokkuuden parantaminen, kompensointi	Ympäristöohjelman mukainen seuranta ja mittaaminen. Raportointi Nordic Offset:lle, jonka kautta hankitaan päästökompensaatiot
Gaia Consulting	Nettopäästö tarkasteltavien päästöjen osalta on nolla	Pyritään huomioimaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt, käytännössä usein vain CO2	Energia- ja resurssitehokkuuden parantaminen, päästöjen kompensointi	Oma seuranta ja raportointi, kompensaatiot Nordic Offset Oy ja MyClimate kautta Gold Standard hankkeisiin
Forum parkkihalli	CO2 –päästöt kompensoidaan	Hiilidioksidipäästöt	Kompensointi	Laskennan ja kompensoinnin hoitaa Nordic Offset Oy
Helsingin pörssi	Hiilidioksidipäästöt ovat nolla	Hiilidioksidipäästöt	Päästöoikeuksien ostaminen ja mitätöinti	Hiilijalanjäljen laskee Pöyry Management Consulting Oy

Ilmastopaneeli

Matkatoimisto Area	Hiilidioksidipäästöt kompensoidaan	Asiakkaiden hiilidioksidipäästöjen kompensointi – palvelu	Kompensointi	Nordic Offset
Helsingin Energia	Hiilineutraali energianhankinta	Hiilidioksidi-päästöt	Tuotettu ja hankittu energia on uusiutuvaa, päästökauppa	Oma raportointi (osana ISO 14001 järjestelmää)
Turku Energia	Käytetään uusiutuvaa energiaa	Hiilineutraali rock-festivaali, hiilidioksidipäästöt	Sähköverkosta otettu sähkö on vihreää sähköä, dieselgeneraattoreilla tuotetun festivaalisähkön päästöt kompensoidaan	Hiilijalanjäljen laskemisen ja päästöjen kompensoinnin tekee Nordic Offset
Hämeen kirjapaino	Hiilineutraalit painotuotteet	Itse painotyön lisäksi materiaalien valmistuksen, sähkön ja lämmön tuotannon sekä kuljetusten ja matkustuksen aiheuttamat päästöt	Omat toimet ja asiakkaiden ohjaaminen mm. paperivalin-noissa. Jäljelle jäävien päästöjen kompensointi	Sertifioitu ClimateCalc – hiilijalanjälkilaskenta, Nordic Offset Oy
Finn Spring	Valmistettujen tuotteiden hiilijalanjälki hyvitetään	Tuotannossa syntyvät kasvihuonekaasupäästöt, kuljetukset, pakkausmateriaalien tuotanto	Oman toiminnan resurssitehokkuuden parantaminen, päästöjen kompensointi	GAIA Consulting
Vegetukku	Hiilijalanjäljen nollaaminen	Koko elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt	Kasvisruokavalioiden edistäminen, päästöjen kompensointi	Oma laskenta, kompensaatiot Carbon Fund – säätiön kautta
Edita Prima	Hiilidioksidipäästöjen kartoittaminen, toimenpiteet päästöjen vähentämiseksi ja päästöjen kompensointi	Kasvihuonekaasupäästöt, koko konserni	Resurssitehokkuuden parantaminen, kompensointi	Laskenta ja sertifiointi Respect Europe (www.respect.se)

Eden Springs, Suomi	Hiilidioksidipäästöt kompensoidaan	Koko toiminnan elinkaari tuotteiden valmistus, tuotanto, kuljetukset, toimisto-ikäyttäytyminen, sis. kaikki kasvihuonekaasupäästöt	Sisäisten prosessien kehittäminen, kuljetusreittien optimointi ja vesiautomaattien energiatehokkuuden kehittäminen	CarbonNeutral ^R -laskenta ja kompensointi
If vakuutusyhtiö	Hiilidioksidipäästöjen kartoittaminen, toimenpiteet niiden vähentämiseksi ja kompensointi	Hiilidioksidipäästöt	Koko konserni (Pohjoismaissa)	Osallistuminen CDM-hankkeeseen
Green Drivers	Hiilineutraali ajo-kalusto	Ajokaluston käytöstä syntyvät CO ₂ -päästöt	Päästöjen ennaltaehkäisy ja kompensointi	Nordic Offset tekee laskelmat ja toimittaa sertifikaatin.

Suomalaissa yrityksissä hiilineutraalisuus kohdistuu pääsääntöisesti hiilidioksidipäästöihin ja sillä pyritään nollaamaan oman toiminnan hiilijalanjälki. Muita kasvihuonekaasupäästöjä ei huomioida osittain sen vuoksi, että niiden mittaaminen ja raportointi on hankalampaa. Joskus hiilidioksidin rajoittuneet päästökertoimet voivat rajoittaa muiden kasvihuonekaasujen huomioimista laskelmissa, esimerkiksi energiayhtiöt ilmoittavat ominaispäästöt usein yksikössä gCO₂/kWh (ei gCO₂-ekv/kWh). Hiilijalanjäljen nähdään syntyvän erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytöstä, joten monet yritykset näkevät hiilineutraalius -käsitteen samana kuin riippumattomuus fossiilisista polttoaineista.

Yrityksissä pidettiin tärkeänä oman toiminnan aiheuttamien päästöjen vähentämistä ja ensisijaisena keinona hiilineutraaliuden saavuttamisessa nähtiin oman toiminnan resurssitehokkuuden parantaminen. Joissakin tapauksissa päästöjen kompensointia pidettiin vain väliaikaisena ratkaisuna kohti täyttä riippumattomuutta fossiilisista polttoaineista.

Lukuisat hiilineutraaliuden ja sen sisällön määritelmät ovat vaikuttaneet siihen, että organisaatiot määrittelevät hiilineutraaliuden omasta näkökulmastaan ja tekevät sen mukaisesti rajaukset. Käytännössä tämä onkin usein hiilineutraaliuteen tähtäävän toimijan itse määritettävissä. Hiilineutraalisuus -käsitteen rajauksen suurimmat eroavaisuudet liittyvät siihen, mistä lähteistä tulevat kasvihuonekaasu-/hiilidioksidipäästöt otetaan huomioon ja onko elinkaarinäkökulma mukana laskennassa. Usein monissa määritelmässä käsitteeseen sisällytetään vain ns. oman toiminnan päästöt, eli ei huomioida toimitusketjun tai tuotteen valmistuksen päästöjä (ns. epäsuoria päästöjä). Jotkin yritykset käyttävät viestinnässä myös termiä ilmastoneutraali, vaikka tarkempi tarkastelu osoittaa, että päästövähennyksissä otetaan huomioon vain hiilidioksidipäästöt. Vastaavasti usein puhutaan hiilineutraalisuudesta vaikka hiilijalanjälkilaskelmassa olisikin mukana myös muita kasvihuonekaasupäästöjä.

4.2. Hiilineutraalisuus ulkomaisissa yrityksissä

Hiilineutraalisuus on monen kansainvälisesti toimivan yrityksen tavoitteena. Erityisesti EU:n alueella on hyvä tietämys hiilineutraalisuuden merkityksestä liiketoiminnan kannalta, ja myös sidosryhmien odotukset sitä kohtaan ovat suuret. USAssa sen sijaan epäselvät väittämät koskien hiilineutraalisuutta ovat joissain tapauksissa aiheuttaneet päinvastaisen reaktion, eli termi jossain määrin kärsii uskottavuuden puutteesta. Siksi monet organisaatiot käyttävätkin mieluummin termiä *uusituvan energian ostaminen* kuin hiilineutraali. Etelä-Amerikassa sen sijaan on selvästi suppeampi tietämys hiilineutraalisuudesta monilla markkinoilla, ja yritykset ovat vasta sisäistämässä hiilijalanjälki -ajattelua.

Brasiliassa hiilineutraalisuus –käsite on tullut tutummaksi, mutta markkinat itsessään eivät vielä ole kehittyneet. Tällä hetkellä luodaan vasta pohjaa päästöinventarioiden tekemiselle. Muilla kehittyvillä markkinoilla, kuten Intiassa, kiinnostus hiilineutraaliutta kohtaan on lisääntynyt viime vuosina, samoin kuin Lähi-Idässä ja Pohjois-Afrikassa, jossa molemmissa mm. jotkin pankit ovat ilmoittaneet olevansa hiilineutraaleja (BankMed, Lebanon ja Doha Bank, Qatar). Monissa yrityksissä hiilineutraalius nähdään paitsi keinona parantaa kustannustehokkuutta, niin sillä on tärkeä rooli myös yrityskuvan luomisessa ja kysynnän synnyttämisessä, sekä innovaatioiden edistämässä. (Ernst et Young 2010).

Ruotsalainen *IKEA* on ottanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa riippumattomuutta fossiilisista polttoaineista. Tavoite on tarkoitus saavuttaa tuottamalla itse uusiutuva energia koko yrityksen käyttöön omien tuulipuistojen ja aurinkopaneelien avulla. Tällä hetkellä näillä saadaan tuotettua 27 % yhtiön energian tarpeesta. Vuoteen 2016 mennessä tarkoitus on tuottaa jo 70 % ja vuonna 2020 100 % kaikesta energiasta uusiutuvilla energialähteillä. (Jobling-Hey 2012).

Microsoft on asettanut tavoitteen olla hiilineutraali vuoteen 2013 mennessä. Hiilineutraalisuus määritellään hiilidioksidin nollanettopäästönä yli sadassa toimipisteessä maailmanlaajuisesti, kuten datakeskuksissa, ohjelmistojen kehityslaboratorioissa, toimistoissa ja työntekijöiden matkustamisessa. Tavoitteen saavuttaminen perustuu paitsi energiatehokkuuden parantamiseen niin sisäiseen hiilidioksidipäästömaksuun, jonka hinta perustuu uusiutuvan energian ja päästökompensaatioiden markkinahintoihin. Hiilidioksidipäästöjen kompensointimaksu kohdistetaan kuhunkin liiketoimintayksikköön. (Microsoft 2012).

Marks & Spencer on UK:n yksi suurimpia päivittäistavaraketjuja, joka asetti vuonna 2007 hiilineutraaliuden tavoitteekseen vuoteen 2012 mennessä. Hiilineutraalisuus on saavutettu paitsi tehostamalla omaa toimintaa niin ostamalla päästövähennyksiä. Oman toiminnan tehostamisessa keskityttiin energian kulutuksen mittaamiseen ja asetettiin kaikille yksiköille omat energiansäästöavoitteet, sekä hankittiin energiatehokkaampaa tekniikkaa, esim. kylmälaitteiden ja ilmastoinnin osalta. Jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan ja tämä nähdään tärkeänä rahoituksellisena ohjauskeinona ja kannustimena vähentää oman toiminnan päästöjä edelleen. Vaikka hiilineutraalisuuden määritelmä ja mittaaminen käsittävät vain yrityksen oman toiminnan, niin M&S panostaa myös koko tuoteketjun hiilijalanjäljen pienentämiseen, lähtien maanviljelijöistä ja pyrkien vaikuttamaan kuluttajien loppukäyttöön asti, esimerkiksi lanseeraamalla kampanjoita, joissa kuluttajia opastetaan käyttämään tuotetta oikein ja kierrättämään sen. (M&S Carbon Cutting 2013).

Jo vuonna 2007 kansainvälisesti toimiva media-alan yritys *News Corporation* asetti hiilineutraalisuuden tavoitteen vuoteen 2010 mennessä. Hiilijalanjäljen mittaamisessa käytetään GHG Protokollan mukaista laskentatapaa, joka käsittää kaikki määritelmän mukaiset kolme tasoa. Hiilineutraalisuuden tavoite on saavutettu investoimalla energiatehokkaisiin ratkaisuihin, uusiutuvista energialähteistä peräisin olevaan sähköön, sekä ostamalla päästövähennyksiä Voluntary Carbon Standard, Gold Standard ja Climate Action Reserve –standardoiduista hankkeista. Hiilijalanjälkilaskennan todentaa ulkopuolinen yritys (Cventure LLC). (News Corporation 2013)

Samana vuonna (2007) costa ricalainen *Dole* päätti toteuttaa hiilineutraalisuuden seuraavan 10 vuoden aikana (banaanin ja ananaksen) tuotannon ja laivauksen osalta. Motivaattorina olivat mm. yrityksen oma strategia ympäristömyötävyyden lisäämiseksi, kuluttajien kyselyt yrityksen hiilijalanjäljestä sekä valtiotason suunnitelma koko maan tavoitteista hiilineutraaliksi vuoteen 2021 mennessä. Dole on paitsi tehostanut omaa toimintaansa, niin hankkinut päästövähennykset osallistumalla metsänistutukseen. (Kilian ym. 2012)

UPS –carbon neutral palvelu tarjoaa hiilineutraalin lähetys- ja kuljetusvaihtoehdon hankkimalla sertifioituja päästöoikeuksia. UPS on kehittänyt Yhdysvaltojen sisällä tapahtuvaan palvelutarjontaansa prosessin, joka laskee toiminnasta syntyvät kasvihuonekaasupäästöt. Yhdysvaltojen ulkopuolella käytetään painoon ja etäisyyteen perustuvaa menetelmää sekä GHG Protocol -menetelmää. Nämä menetelmät, jotka SGS on hyväksynyt ja The CarbonNeutral Company sertifioinut, käsittävät UPS:n pakettilähetykset, pintarahdin sekä lento- ja merirahdin. Ne kohdistuvat seuraaviin päästölähteisiin: 1) Suorat päästöt polttoaineen kulutuksesta, jotka muodostuvat UPS:n omista maa-ajoneuvoista, ja lentokoneista, sekä kiinteistä lähteistä, jotka liittyvät UPS:n hallitsemiin toimitiloihin

maailmanlaajuisesti, 2) Epäsuorat päästöt, jotka liittyvät hankittuun sähköön UPS:n hallitsemiin toimitiloihin maailmanlaajuisesti ja 3) Polttoaineen kulutus meri-, lento-, rautatie- ja maakuljetuksissa, joita hoitavat ulkopuoliset tahot tuottaessaan jakelupalveluita UPS:lle. (UPS Carbon Neutral 2013).

NCC – NCC on määrittänyt hiilineutraalin asumisen ja kehittää keinoja sen saavuttamiseksi. Hiilineutraali asuminen on yhtä kuin asumisen hiilijalanjälki on nolla (kasvihuonekaasupäästöt ovat nolla). Kustannustehokas ja hiilineutraali asuminen on mahdollista, jos osataan optimoida rakennuksen vaipan ja ilmanvaihdon kautta syntyvät rakennuksen lämpöhäviöt mahdollisimman pieniksi. Toinen vaihe on valita rakennuksen lämmitystapa siten, että se on primäärienergiankulutukseltaan sekä kasvihuonekaasupäästöiltään mahdollisimman vähän ympäristöä rasittava. Jäljelle jäävät kasvihuonekaasupäästöt on mahdollista poistaa vapaaehtoisella kompensoinnilla. (NCC Green Living).

Päästövähennysten ostaminen hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi mahdollistaa sen, että myös yritykset, jotka toimivat hyvin energiaintensiivisellä alalla, voivat saavuttaa määritelmien mukaisen hiilineutraalisuuden joko yritys- tai tuoteryhmätasolla. Esimerkki tällaisesta on intialaisen teräksenvalmistaja *Tata Steel*:in tuote (Confidex Sustain), jonka hiilijalanjälki kompensoidaan päästövähennyksin. Myös monet lentoyhtiöt tarjoavat matkustajilleen mahdollisuuden lentomatkojen kompensointiin (esim. Qantas, Virgin Australia ja Jetstar.com). Samoin jotkin hotellit kompensoivat asiakkaidensa hiilijalanjäljen (esim. URBN Hotels Shanghai, www.urbnhotels.com, [1.3.2013]).

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Hiilineutraalisuuden määritelmä perustuu käytäntöön

Hiilineutraalisuus –käsite on laajasti käytössä eri yhteyksissä ilman, että sillä on yhtä maailmanlaajuisesti vakiintunutta määritelmää tai standardia. Hiilineutraalisuus on helppo ymmärtää ja ilmaista – jopa niin, että sitä käytetään ilman sisällöllistä määritelmää paitsi julkisessa keskustelussa niin myös tieteellisissä teksteissä. Termi on kaikkien käytettävissä, ja se voidaan joissakin tapauksissa myös saavuttaa ilman isoja uhrauksia tai ainakin kohtuullisin kustannuksin. Käsitteen käyttö ja määrittely onkin muodostunut pitkälti sen pohjalta, miten se on palvellut kunkin toimijan päämääriä. Yritykset, organisaatiot, yksilöt, maat, alueet ja kaupungit määrittelevät hiilineutraalisuuden perustuen ensisijaisesti omiin lähtökohtiinsa. Globaalisti pyrkimys hiilineutraaliuteen nähdään välttämättömänä ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Valtioiden tasolla hiilineutraalisuus nähdään ennemminkin visiona tai tavoitetilana, johon voidaan pyrkiä poliittisin ohjaukskeinoin ja jolla yritetään kannustaa toimijoita energiatehokkaampaan toimintaan. Kaupunkitasolla hiilineutraalisuus kommunikoidaan usein pitkän aikavälin tavoitteena ja esitetään siihen tähtäävä strategia. Erityisesti kaupungeissa hiilineutraalisuus voi usein myös kuvastaa sitä, että kasvihuonekaasupäästöjä kyllä syntyy, mutta niitä on pystytty vähentämään rajusti. Konkreettisinta termin määrittely on kenties yritystasolla ja yksittäisten organisaatioiden toiminnassa, joilla hiilineutraalisuus on kirjattu strategiaan ja sen toteutumista mitataan vuosiraportoinnin yhteydessä sekä hiilijalanjälkilaskelmin. Tässä korostuu myös termin rajauksen ja mittaamisen käytäntöjen hajanaisuus, eikä termin käyttö siten ole läpinäkyvää. Esimerkiksi jotkin yritykset määrittelevät koko joukon päästölähteitä elinkaarinäkökulmasta, ja toinen yritys tarkastelee vain toiminnan tiettyä osa-aluetta, mutta molemmat ovat sidosryhmien silmissä hiilineutraaleja. Yksilötasolla hiilineutraalisuus merkitsee usein kuluttajien satunnaisia toimia, kuten matkustamisesta aiheutuvien päästöjen kompensointia tai osallistumista hiilineutraaleihin tapahtumiin. Hiilineutraalisuuden määritelmät ja tarkastelu ovat kuitenkin pääsääntöisesti hyvin tuotantolähtöisiä ja yksityisen kulutuksen vaikutus voi jäädä vähälle huomiolle. Haasteena hiilineutraalisuuden määrittelyssä ja mittaamisessa onkin yksityisen kulutuksen sitominen mukaan. Jotkin kaupungit ovat onnistuneet tässä mm. mittaamalla myös asukkaiden kulutuksesta aiheutuvia päästöjä ja tarjoamalla omia kompensatiojärjestelmiä oman alueen asukkaille niin, että päästövähennyksiin käytetyt rahat kohdistetaan oman alueen energiatehokkaiden ratkaisujen käyttöönottoon ja kehittämiseen.

Standardit ja ohjelmat yhtenäistämään käsitteen sisältöä

Vasta muutamia vuosia hiilineutraali -käsitteen käytön yleistymisen jälkeen sen sisällölle on pyritty kehittämään standardeja ja ohjelmia erityisesti kansallisella tasolla tai yksityisten yritysten ja voittoa

tuottamattomien organisaatioiden toimesta. Näillä pyritään lisäämään väitteen hiilineutraali luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä. Kansallisen standardin kehitystyö on pitkällä esimerkiksi Isossa-Britanniassa, jossa kansallinen standardoimisliitto (The British Standards Institution) on vuonna 2009 kehittänyt hiilineutraalisuudelle standardin PAS 2060. Monissa muissa kansallisissa standardeissa ja ohjelmissa viitataan tähän standardiin, tai aikaisempiin, elinkaariarviointia ja hiilijalanjälkilaskentaa koskeviin standardeihin (mm. ISO 14040, ISO 14064, PAS 2050). Standardien ja eri maiden ja yksittäisten organisaatioiden ohjelmien ja sertifiointien välillä voi kuitenkin olla eroja, eikä hiilineutraalisuuskäsite ja sen mittaaminen tai rajaus ole välttämättä yhtenäinen.

PAS 2060 lähtee siitä, että hiilineutraalisuuden laskennassa ovat kaikki merkittävät kasvihuonekaasupäästöt mukana eli kasvihuonekaasujen nettopäästöt ovat nolla. Näin ei suinkaan kaikissa tapauksissa toimita, vaan useat alueet, kaupungit, organisaatiot ja yritykset ovat rajanneet päästöt vain hiilidioksidipäästöihin, eli hiilidioksidin nettopäästöt ovat nolla. Monessa tapauksessa ”carbon emissions” –termiä ei avata, minkä takia päästöjen todellinen rajaus jää epäselväksi. Suppeampi rajaus hiilineutraalisuudelle saattaa tosin joissain tapauksissa olla myös viestinnällinen keino. Erityisesti kaupungit ja monet kansainväliset yritykset kertovat herkästi prosentuaalisista hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteistaan, vaikka taustalla olisikin sertifiointi tai merkki, jonka laskentaperiaatteet huomioivat kaikki kasvihuonekaasut. Esimerkiksi Sydneyn kaupunki viestii, kuinka paljon hiilidioksidipäästöjä on onnistuttu pienentämään, vaikka päästöjen vähennysohjelma perustuukin kansalliseen ohjelmaan, jonka suosittamissa laskentaperusteissa käytetään kaikki kasvihuonekaasupäästöt huomioivaa GHG-protokollaa.

Hiilineutraalisuus: päästöjen mittaaminen, vähentäminen ja kompensointi

Päästöjen mittaaminen, vähentäminen ja kompensointi muodostavat hiilineutraalisuuden käsitteen ydinajatuksen. Sen sijaan toimijat itse päättävät, mistä näkökulmasta ne määrittelevät käsitteen, tekevät sen rajauksen ja aikatavoitteen. Sisällön määrittäminen vaikuttaa myös sen mittaamiseen, eikä sisältö tai mittaaminen ole välttämättä yhtenäistä eri organisaatioiden välillä. Yleensä mittaamisvaiheessa viitataan hiilijalanjäljen laskentaan tai fossiilisen energian käyttöön, jonka mittaaminen tehdään itse tai ulkopuolisen konsultin toimesta. Viitekehystenä hiilijalanjäljen laskemiselle käytetään usein standardia tai ohjelmaa.

Suomalaisissa yrityksissä termi käsittää yleensä yrityksen tai organisaation omasta toiminnasta syntyvät suorat kasvihuonekaasu-/hiilidioksidipäästöt, eikä valmistuksen tai toimitusketjun päästöjä sisällytetä tähän. Myös päästöjen laskenta ja todentaminen perustuu usein omaan raportointiin, jonka perusteella ostetaan päästövähennyksiä niiden markkinoijilta. Yrityksen oma laskenta antaa siten enemmän liikkumavaraa hiilineutraalisuuden rajaukselle ja siihen sisällytettäviin kasvihuonekaasupäästöihin kuin jos laskennassa käytettäisiin ulkopuolista organisaatiota, jonka laskentaperusteet pohjautuvat pääsääntöisesti elinkaariarviointiin ja kaikkien kasvihuonekaasupäästöjen huomioimiseen.

Päästöjen vähentämisen vaiheessa päästöjä pyritään vähentämään mahdollisimman paljon oman toiminnan kautta, ennen kaikkea tehostamalla energiatehokkuutta. Loput päästöt kompensoidaan mm. ostamalla päästövähennyksiä (credits), jotka syntyvät uusiutuvan energian hankkeista, jotka ovat lähes poikkeuksetta ulkopuolisen toimijan sertifioimia. Yksi ’krediitti’ vastaa yhden hiilidioksiditonnin päästövähennyistä. Koko ketju on valvottu ja päästövähennysten kauppa tarkastetaan ja raportoidaan riippumattomasti. Kaupalliset päästövähennysten tarjoajat voivat toki myös tehdä yritysten päästölaskentaa, ja myöntää yritykselle päästövähennysten hankkimisen jälkeen sertifiointin. Sertifiointit eivät sinänsä kerro hiilineutraaliuden keinoista tai sen rajauksesta, eivätkä välttämättä ole kolmannen osapuolen auditoimia, saati yhtenäisiä toisten vastaavien merkkien, sertifiointien ja logojen kanssa.

Hiilineutraalisuus – ympäristöparannuksia vai vihreää markkinointia?

Hiilineutraalisuuden käsite on aiheuttanut kritiikkiä sen keinojen ja toteutuksen näkökulmasta (mm. Pajula, 2010; Simmons, 2011). Mikä tahansa tuote tai yritys voi väittää olevansa hiilineutraali parantamalla omaa tai tuotteensa hiilijalanjälkeä. Hiilineutraalin käsitettä käytetään silloinkin kun päästöt on laskettu, ja ostettu niitä vastaava määrä päästövähennyksiä tekemättä lainkaan omia päästövähennysoimia. Tällöin voi kuitenkin syntyä markkinoinnillisesti harhaanjohtava käsitys siitä, että kuluttaja on hankkimassa ns. vihreän tuotteen (Simmons 2011). Samaan aikaan toinen saman alan yritys

on mahdollisesti mitannut lukuisan joukon toimia, joita hiilineutraalius koskee ja panostanut energiatehokkuuteen saavuttaakseen hiilineutraalisuus -tavoitteen. Yritykset, jotka tähtäävät 'todelliseen' hiilineutraaliuteen tehostamalla omaan toimintaansa, ovat siis termin tulkinnan mukaan samalla viivalla kuin yritykset, jotka ostavat tarvittavan määrän päästövähennyksiä, ja toteavat olevansa hiilineutraaleja.

Ilman yhtäläistä standardia hiilineutraali –väittämälle, tai hiilineutraaliuden “tasoille”, sekä läpinäkyvyyttä sen mittaamiseen ja rajaamiseen, käsitettä voidaan käyttää harhaanjohtavasti markkinointitarkoituksiin. Pitkällä aikavälillä tämä syö väittämän uskottavuutta. Näin on käynyt joissakin tapauksissa esimerkiksi USAssa, ja siitä syystä jotkin yritykset viestivät hiilineutraalisuuden konkreettisemmin, eli avaavat käsitteen siitä näkökulmasta, mitä se yritykselle itselleen merkitsee ja mihin sillä pyritään. Usein hiilineutraalisuus nähdäänkin synonyyminä riippumattomuudelle fossiilisista polttoaineista. Jotkut yritykset ovat jopa luopuneet termin käytöstä, koska eivät ole varmoja kohdistuvatko päästövähennyksiin sijoitetut rahat todella sellaisiin ilmastomyötäisiin hankkeisiin, joita ei muuten olisi toteutettu. Nämä yritykset jatkavat silti ponnisteluja energiatehokkuuden lisäämiseksi ja sijoittavat aiemmin päästövähennyksiin käytetyt rahat edelleen energiatehokkuuden parantamiseen, mutta eivät voi käyttää termiä hiilineutraali, koska ovat luopuneet kompensoinnista.

Hiilineutraali vai vähähiilinen –saavutetaanko kasvihuonekaasupäästöjen tavoitetaso?

Hiilineutraalisuuden yleinen määritelmä on vakiintumaton. Toisaalta sen ajatellaan viittaavan tilaan, jossa hiilidioksidin (tai laajemmin kasvihuonekaasujen) nettopäästöt ovat nolla, mutta käytännössä myös tilanteeseen, jossa hiilidioksidipäästöjä on vähennetty rajusti, mutta silti niitä syntyy. Monet kaupungit ja kunnat ilmoittavatkin hiilineutraaliuden tavoitteen prosentteina, esim. hiilidioksidipäästöjä vähennetään 70 % tietynä aikana. Esitystapa on sama kuin monessa ympäristöpolitiikassa tai toimijan omassa ympäristöstrategiassa. Näin ollen tavoite hiilineutraalisuus kuvastaa toisinaan myös vähähiilistä toimintatapaa. Mielenkiintoinen kysymys onkin, miten nämä termit suhtautuvat tutkijoiden laatiin rajarvoihin ja ennusteisiin kasvihuonekaasujen/hiilidioksidin määrästä, jotta tavoite, ilmaston lämpenemisen rajoittaminen kahteen asteeseen, saavutettaisiin. Hiilineutraaliuden määritelmät ainakin valtio-, alue- ja kuntatasolla usein noudattavat vastaavia globaaleja strategioita, jonka perusteella myös aluetasolla sama vähennysmäärä johtaisi tavoitteen mukaiseen vähennykseen, mutta samalla tulisi kuitenkin huomioida ne muut toimet, jotka tavoitteen toteutumiseksi täytyy tehdä, hiilidioksidipäästövähennyksen lisäksi, esim. investoinnit kehittyviin maihin. Määritelmät eivät kerro, onko tämä laskettu niin, että yllä mainittu tavoite toteutuu. Voidaanko tämä tavoite saavuttaa vain ostamalla päästövähennyksiä, vai tarvitaanko tiukempi vaatimus kasvihuonekaasupäästöjen todellisesta leikkaamisesta? Tässä voidaan ajatella, että jos yritys tai organisaatio parantaa energiatehokkuuttaan maksimaalisesti, niin jäljelle jäävät päästövähennykset olisi todennäköisesti liian kallista saavuttaa toimintaa tehostamalla, koska tällöin kustannustehokkuus kärsisi. Siten on taloudellisesti järkevämpää vähentää päästöjä siellä, missä niitä voidaan vähentää halvemmalla. Tämä toimii siis, jos yritys tekee kaikki mahdolliset panostukset energiatehokkuuden parantamiseksi, ja sijoittaa loput kompensointiin. Sen sijaan tapaukset, joissa yritys tai toimija käytännössä ostaa itselleen ”hiilineutraalin aseman” toiminnan lainkaan muuttumatta, voivat johtaa tilanteeseen, että termiä käytetään ns. viherpesun välineenä. Hiilineutraalisuuden saavuttaminen pelkästään tai pääsääntöisesti päästövähennyksiä hankkimalla voi olla erityisen kyseenalaista tilanteessa, jossa hiilidioksidipäästöjen hinta on hyvin alhainen. Näin se voi tulla kustannustehokkaammaksi keinoksi jonkin yksittäisen yrityksen kohdalla, jos todelliset ponnistukset päästövähennysten eteen tehdään muualla. Itse termi hiilineutraalisuus tai siitä viestivä sertifikaatti ei siis sinänsä kerro, mitä panostuksia yritys tai organisaatio on energiatehokkuuden parantamiseksi tehnyt, tai millä osuudella se on vähentänyt päästöjä tehostamalla omaa toimintaa ja millä osuudella hankkinut päästövähennyksiä. Hiilineutraalisuus ei aseta vaatimuksia oman toiminnan kasvihuonekaasupäästöjen todelliselle leikkaamiselle. Jos päästövähennykset tehdään pääosin kompensointioiden kautta, voi hiilineutraalisuuden symbolinen arvo toisinaan olla suurempi kuin siihen sisältyvä ympäristöparannus.

Kirjallisuus

Australian Government 2013. NCOS Carbon Neutral Program. Department of Climate Change and Energy Efficiency. <http://www.climatechange.gov.au/government/initiatives/low-carbon-australia/ncos-carbon-neutral-program.aspx> [12.3.2013].

Berninger, K. 2012. Selvitys vähähiilisen yhteiskunnan temaattisesta tavoitteesta EU:n rakennerahastojen ohjelmatyössä kaudella 2014-20. Valtakunnallinen teema ja ohjelmason toiminta. MJ- Prosessit Oy

Bossdorf, O., Parepa, M. and Fischer, M., 2009. Climate-neutral ecology conferences: just do it! Institute of Plant Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland.

Buczynski, B. 2010. The World's First Carbon Neutral Cities. 17.11.2010.

BusinessGreen, 2011. Japan's bilateral offset scheme aims to act alongside CDM. BusinessGreen 2.3.2011. <http://www.businessgreen.com/bg/news/2029968/japans-bilateral-offset-scheme-aims-act-alongside-cdm> [28.3.2013].

Dac & Life Build cities 2012. Rizhao: Mainstreaming solar energy on city level. Danish Architecture Centre, 26.11.2012. <http://www.dac.dk/en/dac-cities/sustainable-cities-2/all-cases/energy/rizhao-mainstreaming-solar-energy-on-city-level/?bbredirect=true> [13.3.2013].

Dale, A. 2011. Växjö, Sweden: The Greenest City in Europe. Community Research Connections, 7.3.2011. <http://crcresearch.org/community-research-connections/climate-change-adaptation-and-mitigation/v%C3%A4xj%C3%B6-sweden-greenest-city-e> [13.3.2013].

Defra 2009. Guidance on carbon neutrality. Department of Energy and Climate change.

DiCaprio, T. 2012. Becoming carbon neutral – How Microsoft is striving to become leaner, greener and more accountable. June, 2012.

Ecosystem Marketplace, 2012. Developing dimension: State of the Voluntary Carbon Market 2012. Saatavilla: http://www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=3164 [28.3.2013].

Environment Ministry Costa Rica 2013. A first step toward carbon neutrality. http://www.ticotimes.net/Current-Edition/Top-Story/A-first-step-toward-carbon-neutrality_Friday-October-19-2012 [115.3.2013].

Ernst & Young 2010. How should business approach carbon neutrality? The solutions and benefits. Available at: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/How_should_business_approach_carbon_neutrality/\\$FILE/How_should_business_approach_carbon_neutrality.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/How_should_business_approach_carbon_neutrality/$FILE/How_should_business_approach_carbon_neutrality.pdf) [12.3.2013].

EU 2010. Komission tiedonanto Eurooppa 2020 – Älykkään, kestävän ja osallistavan kasvun strategia. Bryssel 3.3.2010 KOM(2010) 2020 lopullinen.

Flow Festival, 2009. Flow Festivaalista hiilineutraali. Tiedote 29.10.2009. <http://193.166.21.102:9091/servlet/com.trend.iwss.user.servlet.sendFile?downloadfile=IRES-413835905-122B04A8-7639-7608-1> [27.3.2013].

Heap, T., 2010. Masdar: Abu Dhabi's carbon-neutral city. BBC News 28.3.2010. http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/8586046.stm [13.3.2013].

Helsingin kaupungin ympäristökeskus, 2013. Helsingistä hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä [1.3.2013].

Hoffert, M., 2010. Farewell to Fossil Fuels? *Science*, 329:1292-1294.

Horne, R., Bates, M., Fien, J., Kellett, J. and Hamnett, S., 2007. Carbon neutral communities: Definitions and prospects. CNC Working Paper No. 1.

ISO 14064-3. Greenhouse gases. Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions (ISO 140-3:2006).

Jobling-Hey, A. 2012. People & Planet Positive: IKEA plans to go energy-neutral by 2020.

Johnson, B., 2011. Australia's first carbon neutral city Sydney. *Australian Engineering*, 21.11.2011. <http://designbuildsource.com.au/australia-carbon-neutral-city> [13.3.2013].

Kathryn 2011. Can a Country Become Carbon Neutral? *Energy Saving Secrets*, 28.6.2011 <http://www.energysavingsecrets.co.uk/can-country-become-carbon-neutral.html> [14.3.2013].

Lerch, D. 2008. *Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty*. Post Carbon Institute, 2nd ed. 113 p.

Ministry of Foreign Affairs Denmark, 2013. Copenhagen carbon neutral in 2015. <http://kina.um.dk/en/about-denmark/climate-and-energy/the-danish-example/copenhagen-carbon-neutral-in-2025/> [14.3.2013].

MOEJ 2013. What does Carbon Neutral mean? Ministry of Environment, Japan. <http://jcs.go.jp/cn/en/index.html> [13.3.2013].

Murray, J., Dey, C., 2009. The carbon neutral free for all. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 3:237-248.

M&S Carbon Cutting, 2013. How M&S cut its carbon emissions? <http://plana.marksandspencer.com/about/carbon-neutral> [www, 18.4.2013].

NCC –Green Living. Kustannustehokkaasti kohti hiilineutraalia asumista. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustuotanto ja –talous. <http://webhotel2.tut.fi/ee/Tutkimus/greenliving.html> [1.3.2013]

Newman, P. 2010. Resilient infrastructure cities. In: Kallidaikurichi, S. and Yuen, B. (eds.), 2010. *Developing living cities – From analysis to action*. World Scientific Publishing Co. Pte Ltd. p. 77-106.

News Corpotaion, 2013. <http://www.newscorp.com/energy/> [www, 18.4.2013].

Parviainen, A. 2012. Hiilineutraali yritys on Suomessa vielä harvinaisuus. *Yle Uutiset Talous*, 5.7.2010, päivitetty 4.6.2012. http://yle.fi/uutiset/hiilineutraali_yritys_on_suomessa_viel%C3%A4_harvinaisuus/5591288 [28.2.2013].

Pajula, T. 2010. Artikkelissa Parviainen, A., 2012. Hiilineutraali yritys on Suomessa vielä harvinaisuus. *Yle Uutiset Talous*, 5.7.2010, päivitetty 4.6.2012.

Rauch, J. and Newman, J., 2009. Defining sustainability metric targets in an institutional setting. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2):107-117.

Reiche, D., 2010. Renewable Energy Policies in the Gulf countries: A case study of the carbon-neutral "Masdar City" in Abu Dhabi. *Energy Policy*, 38:378-382.

Simmons, C. 2011. How low can you go: claiming carbon neutrality. Greenwise business, UK. Dec 14, 2011.

Sitra 2010. Tampere pyrkii hiilineutraaliksi kaupungiksi. Sitra uutiset, 21.5.2010. [1.3.2013]

Stähle, T. 2009. Malmö towards a carbon neutral future. Journal of Nordregio, Nordic Centre for Spatial Development.

Tampereen kaupunki, Tarjouspyyntö 7.5.2012. Hiilineutraalit Särkänniemi ja Tampere-talo.

The Austin Chronicle, 2007. Austin Climate Protection Plan. The five components. March 9, 2007. News. <http://www.austinchronicle.com/news/2007-03-09/453480/> [27.3.2013].

The Carbon Neutral Company, 2013. Carbon reduction programme. <http://www.carbonneutral.com/> [10.3.2013].

UPS Carbon Neutral 2013. <http://www.ups.com/content/fi/fi/resources/ship/carbonneutral/credentials.html> [12.3.2013].

Valtioneuvosto 2009. Valtioneuvoston tulevaisuudenselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea. Valtioneuvoston kanslia.

Vandenbergh, M. and Steinemann, A., 2007. The Carbon Neutral Individual. 82 N.Y.U. L. Rev. 1673-1745.

Wiedmann, T. and Minx, J., 2007. A Definition of 'Carbon Footprint'. Research & Consulting, research Report June, 2007.

Liitteet

Liite 1. Hiilineutraali sellutehdas Joutsenossa

MetsäFibre, Joutsenon yksikkö: Hiilineutraali sellutehdas

Kuvaus Suomen ensimmäinen hiilineutraali sellutehdas otettiin käyttöön Joutsenossa heinäkuusta 2012 alkaen. Tehdas ei tarvitse lainkaan tehtaan ulkopuolelta tulevaa energiaa.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Toiminnassa ei käytetä fossiilisia polttoaineita.

Hiilineutraalisuuden rajaus Hiilineutraalisuus käsittää vain hiilidioksidipäästöt. Se käsittää koko Joutsenon liiketoimintayksikön normaaliajossa.

Keinot

- Fossiilinen polttoaine korvataan biopolttoaineella. Tehdasalueella on oma biokaasutuslaitos, joka tekee puun kuorijätteestä kaasua, jolla korvataan maakaasu. Myös tämä valmistusprosessi on hiilineutraali.
- Kuorijäte kuivataan tehtaan ylijäämälämmöllä, joka aiemmin on mennyt hukkaan.
- Rekka-autokuljetukset ovat vähentyneet, koska kuorijäte käytetään itse, eikä kuljeteta pois.
- Kaasutuslaitos tuottaa kaasua 48 megawatin verran. Määrä vastaa noin 2 500 öljylämmitteisen omakotitalon kulutusta. Ylimääräinen sähköenergia ja lämpö toimitetaan muille teollisuuslaitoksille tai paikallisille asuinyhteisöille.
- Päästöjen kompensointia tehdään tarvittaessa konsernitason. Tällainen tilanne voisi syntyä esimerkiksi, jos poiketaan tehtaan normaaliajosta, kuten kaasutuslaitoksen käyttöönottoaiheessa tai tuotannon häiriötilassa.

Mittaaminen ja todentaminen

- Hiilidioksidipäästöjä mitataan tuotannonohjausjärjestelmän avulla. Konsernitason sertifioitu energiatehokkuusjärjestelmä (ESS) tekee omasta energiankäytöstä tehokkaampaa ja optimoi bioenergian tuotannon. Yksiköllä ei kuitenkaan ole omaa ulkopuolista todentajaa tai sertifikaattia hiilineutraalisuuden todentamiseen.

Lähteet:

MetsäFibre – vihreää ylijäämäenergiaa,

<http://www.metsafibre.fi/Vastuullisuus/Ymparistovastuu/Pages/Energia.aspx>

Hiilineutraali sellutehdas Joutsenoon. Uutisvuoksi 30.3.2012

Haastattelu: Tehtaanjohtaja Henrik Söderström 5.3.2013

Liite 2. Hiilineutraalit virvoitusjuomat

Finn Spring – hiilineutraalit virvoitusjuomat

Finn Spring on ainoa juomanvalmistaja Suomessa, joka hyvittää kaikkien omien tuotteidensa hiilijalanjäljen. Finn Springin toiminnan keskiössä on puhdas suomalainen lähdevesi.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Kaikkien valmistettujen tuotteiden hiilijalanjälki hyvitetään

Hiilineutraalisuuden raja Ympäristö- ja energia-alan konsultointiin erikoistunut Gaia laski Finn Springin hiilijalanjäljen vuosina 2010 ja 2012. Laskelmien mukaan suurin osa, noin 81 prosenttia, hiilijalanjäljestä aiheutuu epäsuorista päästöistä: esimerkiksi pulloaihioiden tuotannossa syntyvistä päästöistä, kuljetuksista sekä pakkausmateriaalien tuotannosta.

Tuotekohtaiset hiilijalanjälkilaskelmat osoittivat, että lähdeveden hiilijalanjälki on muita janojuomia pienempi. Finn Springin tuottaman lähdeveden hiilijalanjälki on 1,5 litran pullolle noin 290 grammaa hiilidioksidia. Luku vastaa 1,7 kilometrin ajoa keskimääräisellä suomalaisella henkilöautolla.

Hiilijalanjäljessä huomioidaan kaikki kuusi Kioton pöytäkirjassa huomioitua kasvihuonekaasua: hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), typpioksiduuli (N₂O) sekä niin sanotut F-kaasut (HFC-yhdisteet, PFC-yhdisteet ja SF₆).

Keinot

- Veden puhtaus raaka-aineena ja suljettujen ja hygieenisten prosessien käyttö, jolloin ei tarvita hiilipäästöjä lisääviä prosesseja, kuten veden pumppausta (tulee lähteestä).
- Vettä ei käsitellä kemiallisesti vaan suodatetaan karkeiden suodattimien läicse ennen pullotusta
- Lähdevesipullojen materiaalista 20 % on kierrätettyä, ja käytettävän materiaalin määrää on vähennetty.
- Toimintaa on muutettu energiatehokkaammaksi mm. siirtymällä osittain pellettilämmitykseen ja kiinnittämällä huomiota kuljetusten täyttöasteisiin.
- Vuodesta 2010 lähtien Finn Spring on hyvittänyt Spring -tuotteiden hiilidioksidipäästöt ostamalla päästöoikeuksia kansainvälisiltä hankkeilta. Spring- tuotteiden vuotuinen hiilijalanjälki on noin 1700 tonnia hiilidioksidia. Finn Spring kompensoi Spring -tuotteiden hiilijalanjäljen kokonaisuudessaan Gold Standard -sertifioituilla vapaaehtoisilla päästöoikeuksilla. Tällä hetkellä SPRING -tuotteiden hiilidioksidipäästöt kompensoidaan sijoittamalla vedenpuhdistuksen energiatehokkuuteen Keniassa. Päästöoikeuksien tarkoituksena on energiatehokkuuden lisääminen Keniassa, sillä veden puhdistaminen juomakelpoiseksi tapahtuu perinteisesti keittämällä. Yritys ostaa Keniaan LifeStraw- vedenpuhdistuslaitteita, jotka paikallisesti korvaavat perinteistä, keittämällä tapahtuvaa vedenpuhdistusta. Se taas vaatii paljon puuta ja hiiltä ja tuottaa hiilidioksidia. Yksi tällainen laite suodattaa jopa 18 000 litraa vettä. Projekti kuuluu päästökaupan piiriin 10 vuotta ja sen kokonaispäästöoikeuksien määrä vuodessa on 2 miljoonaa tonnia hiilidioksidia.

Mittaaminen ja todentaminen Finn Springin hiilijalanjälki koostuu ostetun sähkön ja lämmöntuotannon päästöistä, yrityksen omistamien autojen päästöistä, ostettujen materiaalien tuotannon päästöistä, tilattujen kuljetusten päästöistä ja liikematkustuksen päästöistä. Laskennassa käytetyt tiedot perustuvat todellisiin tietoihin materiaalinkulutuksen, sähkön ja lämmön kulutuksen, matkustuksen ja osittain kuljetusten osalta. Osa kuljetuksien aiheuttamista päästöistä sekä osa materiaalintuotannossa aiheutuvista päästöistä on arvioitu perustuen parhaaseen mahdolliseen tietoon.

Kasvihuonekaasupäästöt on neutraloitu Gold Standard VER –standardin mukaisesti.

FinnSpring on lanseerannut oman hiilineutraalisuudesta kertovan merkit, jalanjäljen, joka löytyy jokaisesta SPRING –tuotteen etiketistä.



(Kuva: www.finnspring.fi)

Lähteet

Hiilijalanjäljen jäljillä. Talouselämä 22.2.2013, s.24

FinnSpring, Hiilijalanjälki

http://www.finnspring.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=41&Itemid=43&lang=fi

Liite 3. Hiilineutraalit postipalvelut

Itella – hiilineutraali postinjakelu

Helmikuusta 2011 alkaen Suomessa postinjakelu (kirjeet, lehdet, paketit ja suoramainokset) on hiilineutraalia ensimmäisenä maailmassa. Ominaisuus sisältyy automaattisesti tuotteisiin eikä siitä peritä asiakkailta lisämaksua.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Kotimaan postin jakelusta ja kuljetuksesta aiheutuvat päästöt nollataan CO₂ –päästöjen aktiivisella vähentämisellä omilla toimenpiteillä ja jäljelle jäävien päästöjen kompensointi osallistumalla ilmastoprojekteihin.

Hiilineutraalisuuden raja CO₂ –päästöt kotimaan kirjeiden, lehtien, pakettien ja suoramainosten lajittelussa, kuljetuksessa ja jakelussa.

Keinot

- **Omat toimet:** Taloudellinen ajotapa, jakelureittien optimointi, kuljetusten yhdistely, vaihtoehtojen käyttö postinjakelussa ja kuljetuksissa (esim. sähköautot, sähkömopot), alihankintakuljetusten ympäristövaatimukset
- **Ilmastohankkeisiin osallistuminen:** Esim. 1) Brasiliassa Cearan biomassaprojektissa viisi keramiikkatehdasta on siirtynyt käyttämään uusiutuvaa biomassaa uusiutumattoman alkuperäismetsän sijaan. 2) Kaatopaikalla Turkin Ankarassa otetaan talteen ja poltetaan kaatopaikkakaasua, millä tuotetaan puhdasta energiaa paikalliseen sähköverkkoon. 3) Turkissa Mare Mantasirin tuulivoimapuiston 50 tuulimyllyä Izmirin provinssissa tuottavat vuosittain 129 GWh uusiutuvaa energiaa, mikä korvaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja vähentää ilmansaasteita.

Mittaaminen ja todentaminen Päästöjen hyvitys tapahtuu luotettavissa ja sertifioituissa, Gold Standard –luokituksen saaneissa ilmastoprojekteissa.

Lähteet

Postinjakelu hiilineutraaliksi ensimmäisenä maailmassa Suomessa. Postin tiedote 7.12.2010

Liite 4. Hiilineutraali hiihtokeskus

Pyhä – hiilineutraali hiihtokeskus

Pyhä on Pohjoismaiden ensimmäinen hiilineutraali hiihtokeskus (lokakuusta 2011 lähtien).
Tavoitteena on riippumattomuus fossiilisesta energiasta viimeistään vuoteen 2020 mennessä.
Väliaikaisena ratkaisuna käytetään fossiilisten polttoainepäästöjen kompensointia.

Hiilineutraalisuuden tulkinta

Riippumattomuus fossiilisesta polttoaineesta.

Hiilipäästöt ovat yhtä kuin nolla.

Energiankulutuksen hiilijalanjälki on nolla.

Hiilineutraalisuuden rajaus Pyhän rinnepalvelut ja majoittuminen Ski-Inn huoneistoissa tai Hotelli Pyhätunturissa. Toiminta on hiilineutraalia toimintojen energiankäytön (sähkö, lämpö, polttoaineet) osalta, sekä henkilökunnan työmatkojen suhteen. Hiilineutraalisuus on rajattu omiin toimintoihin, eli sellaisiin, joihin voidaan vaikuttaa suoraan. Sen sijaan toimiin ja päätöksiin, joita ei tehdä suoraan itse, esim. ravintoloiden tavarantoimittajien kuljetukset, hiilineutraalisuuden vaatimusta tai laskentaa ei uloteta.

Keinot

Omat toimet: Vihreän sähkön käyttö (vesivoima), tunturin kaukolämpö on tuotettu uusiutuvista luonnonvaroista (puuhake), rinnekoneiden kuljettajien kannustinjärjestelmä, joka palkitsee polttoaineen kulutuksen vähentämisestä.

CO2 –päästöjen kompensointi: Kehittyvien maiden hiilidioksidipäästöjä vähentävät projektit.

Mittaaminen ja todentaminen Gold Standard päästösertifioidut hankkeet, yhteistyökumppanina Nordic Offset oy.

Lähteet

Haastattelu Ympäristövastaava Jusu Toivonen 6.3.2013

Pyhä on ensimmäinen hiilineutraali hiihtokeskus. Tiedote 17.10.2011

Liite 5. Hiilineutraali pörssi

Helsingin pörssi – hiilineutraali pörssi

Nasdaq OMX Helsinki on kartoittanut hiilijalanjälkensä ja nolaa päästönsä ostamalla päästöoikeuksia. Hiilijalanjäljestä noin 70 % aiheutuu lentomatkustamisesta, työmatkat aiheuttavat noin 18 % ja toimiston energiankulutus noin 12 % hiilijalanjäljestä.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Hiilijalanjälki kompensoidaan ostamalla päästöoikeuksia.

Hiilineutraalisuuden rajaus Hiilijalanjälki vuonna 2011 oli 169 tonnia. Se käsittää toimitilojen energiankulutuksesta, työmatkoista ja työpakalle matkustamisesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt.

Keinot

Ostetaan hiilijalanjälkeä vastaava määrä EUA CO₂ –päästöoikeuksia Nasdaq OMX Commodities – markkinapaikalta ja mitätöidään ne.

Mittaaminen ja todentaminen Hiilijalanjälki –mittari (Pöyry Management Consulting Oy)

Lähteet Helsingin pörssi on nyt hiilineutraali. Kauppalehti 224.8.2012

Liite 6. Hiilineutraalit vesiautomaatit

Eden Springs, Suomi – Hiilineutraalit vesiautomaatit

Eden Springs on vuodesta 2007 toteuttanut ympäristöohjelmaa, jonka tavoitteena on hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Suomessa toteutettiin vuoden 2011 alussa elinkaarianalyysi hiilijalanjäljen arvioimiseksi.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Hiilijalanjälki on nolla.

Hiilineutraalisuuden rajaus Hiilineutraalisuus käsittää koko toiminnan elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt tuotteiden valmistuksesta tuotantoon, tuotteiden kuljetuksiin ja toimistokäyttämiseen.

Keinot

Omat toimet: Tehostetaan oman toiminnan energiatehokkuutta, kuten kuljetusreittejä sekä vesiautomaattien energiatehokkuutta.

Hiilidioksidipäästöjen kompensointi: Ostetaan päästövähennyksiä.

Mittaaminen ja todentaminen CarbonNeutral[®] Company todentaminen ja sertifikaatti

Lähteet Eden Springs Oy Finland [1.2.2013]

Liite 7. Hiilineutraalit konsultointipalvelut

Gaia – hiilineutraali konsultointi

The total emissions from Gaia's 2008 operations were 84 tonnes which mainly consisted of business travel (77%), of which air travel covered 90%.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Hiilidioksidipäästöjä mitataan ja seurataan, vähennetään mahdollisilta osin ja jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan. Lopputuloksena nettopäästö tarkasteltavien päästöjen osalta on nolla.

Hiilineutraalisuuden raja Pyritään huomioimaan kaikki kasvihuonekaasut, mutta joskus hiilidioksidin rajoittuneet päästökertoimet rajoittavat tavoitteen toteutumista, esimerkiksi energiayhtiöt ilmoittavat ominaispäästöt usein yksikössä gCO₂/kWh (ei gCO₂-ekv/kWh). Jos on saatavilla kerroin, jossa on mukana kaikki kasvihuonekaasut, niin sitä käytetään. Esimerkiksi Suomen matkustuksen osalta hyödynnetään VTT:n Lipasto –tietokannan kertoimia, joissa on mukana kaikki kasvihuonekaasut.

Vuonna 2011 hiilineutraalisuuteen laskettiin mukaan kaikkien toimistojen energian kulutus, veden kulutus ja jätteet, paperinkulutuksen ja postituksen, liikematkustuksen sekä henkilöstön matkustuksen päästöt kodin ja työn välillä. Laskentaa kehitetään vuosittain ja testataan, mitä kaikkea on mahdollista riittävän luotettavasti laskea. Tällä hetkellä pohditaan mm. tiedonsiirron päästövaikutusta.

Käytettävien tuotteiden elinkaaren aikaisia vaikutuksia ei ole kuitenkaan huomioitu. Käytettäviä laitteita ovat lähinnä kannettavat tietokoneet ja kännykät. Näiden osalta tehdään (tarvittaessa) hankinnoissa energiatehokkaita ostopäätöksiä.

Keinot

Omat keinot:

- 1) Toiminnan tehostaminen leikkaamalla ei-välttämättömiä päästöjä, esim. turhaan palavien valojen sammutus, matkustuksen vähentäminen.
- 2) Toiminnan tehostaminen resurssitehokkuutta parantamalla, esim. investoinnit energiatehokkaampiin laitteisiin
- 3) Hiilivapaan energian hankinta

Hiilidioksidipäästöjen kompensointi:

4) Kompensointi niiden päästöjen osalta, joita ei muilla keinoilla saada vähennettyä. Gaia ostaa päästövähennyksiä Gold Standard-hankkeista, tarjoajina tähän mennessä (vuosien 2007 – 2011 kompensoinnin osalta) ovat olleet Nordic Offset, FirstClimate, MyClimate. Kompensoinnin avulla on investoitu projektiin 'MW Wind Power Project 45' Kiinassa, joka on rekisteröity CDM Gold Standard –hanke. Myös vuoden 2012 osalta tavoitteena on löytää kompensointihanke, joka edistää kehitysmaiden sopeutumista ilmastonmuutokseen.

Mittaaminen ja todentaminen Laskeminen ja raportointi omasta toimesta, sisäinen varmennus tuloksille. Kunkin työntekijän vastuulla on raportoida matkustuksensa (liikematkustus ja töihin matkustus) osalta kulkuvälineet ja kilometrit CO₂ –laskentaa varten.

Lähteet Haastattelu: Anna Kumpulainen, Gaia, 9.3.2013

Liite 8. Hiilineutraali parkkihalli

Forum parkkihalli – asiakkaiden autojen CO₂ –päästöjen kompensointi

1.9.2009 lähtien Forum parkkihalli on kompensoinut vapaaehtoisesti asiakkaiden autoista syntyneitä hiilidioksidipäästöjä.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Hiilijalanjälki kompensoidaan ostamalla päästövähennyksiä.

Hiilineutraalisuuden rajaus Päästölaskennassa huomioitiin sähkön kulutus, lämmitys, vedenkäyttö ja paperin kulutus. Laskentaan on otettu mukaan myös asiakasautojen hallissa ajamat ajokilometrit. Lisäksi lyhytaikaispaikoittajien autoista syntyneitä hiilidioksidipäästöjä kompensoidaan kattaen 20 km per paikoituskerta. Vastaavasti sopimusasiakkaiden autoista syntyneitä CO₂päästöjä kompensoidaan kattaen 5 000 km vuodessa. Hiilidioksidipäästöt lasketaan 2009 – 2011 rekisteröityjen autojen keskiarvokulutuksen mukaan.

Keinot

Omat toimet: Tehostetaan oman toiminnan energiatehokkuutta.

Hiilidioksidipäästöjen kompensointi: Ostetaan päästövähennyksiä.

Mittaaminen ja todentaminen Nordic Offset Oy huolehtii laskennasta ja kompensoinnista

Lähteet Forum P – Esittely, Ympäristöystävällisyys. <http://www.forump.com/esittely/#ymparistovastuu>
[1.2.2013]

Liite 9. Hiilineutraali ruoka

Vegetukku

Vegetukku vähentää jokaista ostettua tuotetta kohden globaalisti CO₂-päästöjä 10 kiloa. Tämän on laskettu olevan monta kertaluokkaa enemmän kuin myytyjen tuotteiden koko elinkaaren aikaiset päästöt keskimäärin. Hiilijalanjälki nollautuu ostamalla vuoden aikana noin 200 tuotetta. Tuotevalikoimaan on tulossa myös mahdollisuus ostaa päästövähennyksiä erikseen, josta ei oteta katetta.

Hiilineutraalisuuden tulkinta Hiilijalanjälki kompensoidaan ostamalla päästövähennyksiä.

Hiilineutraalisuuden raja Tuotteen koko elinkaarenaikaiset hiilidioksidipäästöt.

Keinot

Omat toimet: Edistämällä kasvissyönnin helppoutta

Hiilidioksidipäästöjen kompensointi: Ostetaan päästövähennyksiä

Mittaaminen ja todentaminen CarbonFund järjestön hankkeisiin

Lähteet Vegetukku Arvot ja Yritys, <http://vegetukku.fi/4> [12.3.2013]

OSA 2: ASUMISEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISPOTENTIALI

Marja Salo¹, Miimu Airaksinen², Maija Mattinen¹, Ari Nissinen¹ ja Jyri Seppälä¹

¹Suomen ympäristökeskus SYKE, ²Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT

1. Johdanto

Asumisen ilmastovaikutukset ovat merkittävät. Suomen kansantalouden ympäristövaikutusten arviointiin soveltuvan ENVIMAT-mallin mukaan suomalaisten asumisen ilmastovaikutukset ovat keskimäärin 3,1 t kg CO₂e henkilöä kohden vuodessa (Seppälä ym. 2009). Asuminen onkin suurin yksityisen kulutuksen hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä, sen osuus kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljestä on vajaa kolmannes. Asumisen merkittävä osuus kotitalouksien yksityisen kulutuksen hiilijalanjäljestä on osoitettu myös muissa tutkimuksissa (ks. esim. Nissinen ym. 2007, Hertwich ym. 2009, Heinonen & Junnila 2010). Asumisen ilmastovaikutuksissa korostuu erityisesti asuntojen lämmitys. Lisäksi lämpimän veden kulutus ja laitesähkön käyttö ovat merkittäviä asumisen kasvihuonekaasupäästölähteitä.

Tämän raportin tavoitteena on koota yhteen aiemmissä tutkimuksissa ja selvityksissä tuotettua tietoa siitä, kuinka paljon ”tavallisen suomalaisen” on mahdollista omilla toimillaan vähentää asumisen kasvihuonekaasupäästöjä. Omien valintojen lisäksi ulkoisilla tekijöillä kuten sähkön ja kaukolämmön tuotannon polttoainejakaumalla on ratkaiseva vaikutus asumisen kasvihuonekaasupäästöihin. Tarkastelun pääpaino on rakennuksen korjausten, lämmitysjärjestelmän muutosten, energiankäyttötottumusten sekä sähkölaitevalintojen päästövähennyspotentiaalissa. Tarkastelun ulkopuolelle jäävät kodin sisustuksen, koneiden ja laitteiden sekä muun irtaimiston valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt. Arviot päästövähennyspotentiaalista on laadittu esimerkkikohteiden avulla. Tarkastellut kohteet on muodostettu tilastojen ja mallien avulla siten, että ne edustaisivat tyypillisiä suomalaisia kotitalouksia henkilömääränsä, asuinpinta-alan, asuinrakennuksen iän sekä energiankulutuksen suhteen.

Tässä raportissa ei ole arvioitu asumisen energiankulutuksen muutosten systeemisiä vaikutuksia esimerkiksi energijärjestelmään. Myöskään kotitalouksien rahan käytön ns. rebound-vaikutuksia ei ole arvioitu. Tällä tarkoitetaan päästövaikutuksia, jotka syntyvät muun muassa energiatehokkuuden parantamisen seurauksena säästyvän rahan uudelleen suuntautumisen kautta. Muutosten kokonaisvaikutukset poikkeavat toisistaan tilanteissa, joissa energian säästön tuoma rahallinen säästö käytetään asuinpinta-alan kasvattamiseen tai investoidaan uusiin energiaa säästäviin ratkaisuihin.

2. Esimerkkikotien energiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt

Asumisen ilmastovaikutuksia ja niihin vaikuttamisen keinoja tarkastellaan seuraavassa neljän esimerkkitapauksen kautta. Asuntokunnat edustavat henkilömäärältä sekä asunnon koon ja tyyppin perusteella tyypillisiä suomalaisia kotitalouksia. Asuntojen pinta-alalla tarkoitetaan asuinneliömetrejä. Esimerkeissä on kaksi kerrostalo- ja kaksi omakotitalokohdetta. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2012 suomalaisista hieman yli puolet asui omakotitalossa (51 %), seuraavaksi yleisin asuinrakennuksen tyyppi oli kerrostalo (34 %), ja keskimääräinen asuinpinta-ala oli 39,6 m² henkilöä kohden (SVT, Asunnot ja asuinolot).

Esimerkkikodeissa asuinpinta-ala asukasta kohden on kaikissa tapauksissa sama kuin suomalaisten keskimääräinen asuinpinta-ala, eli 40 m² henkilöä kohden. Näin esimerkit ovat helposti vertailtavissa. Asunnon koko on myös yksi kasvihuonekaasupäästöjen kannalta merkittävimmistä kuluttajavalinnoista.

Mitä enemmän on lämmitettäviä neliöitä, sitä suurempi on käytönaikainen energiankulutus ja rakentamisen, korjausten sekä kunnossapidon ilmastovaikutus. Kodin energiantarpeen lisäksi myös asuineliöiden määrä vaikuttaa rakentamisen sekä kiinteistön kone- ja kalustetarpeiden aiheuttamiin päästöihin (Heinonen ja Junnila 2010). Nissinen ym. (2012) kehittivät ohjauskeinoyhdistelmää, jolla hillittäisiin asuineliömäärän kasvua.

Työssä tarkastellut esimerkkiasuntokunnat (ks. myös taulukko 1) ovat:

- Yhden henkilön asuntokunta, kerrostaloasunto 40 m², kaukolämpö
- Kahden henkilön asuntokunta, kerrostaloasunto 80 m², kaukolämpö
- Neljän henkilön asuntokunta, omakotitalo 160 m², sähkölämmitys
- Neljän henkilön asuntokunta, omakotitalo 160 m², öljylämmitys

Tarkastelu keskittyy kodin lämmityksen ja sähkönkäytön kasvihuonekaasupäästöihin, mutta myös rakennusmateriaalit on huomioitu karkealla tarkastelutasolla. Laskelmissa on mukana kodin sähkölaitteiden energiankulutus mutta laitteiden elinkaaren aikaisia vaikutuksia tai muuta kodin irtaimistoa ei ole huomioitu. Vedenkäyttö on arvioitu käyttöveden lämmityksen laskentaa varten. Työssä käytetyt ominaispäästökertoimet sähkölle, kaukolämmölle ja öljylle on esitetty liitteessä 1.

Kaikki esimerkkikodit oletetaan rakennetuiksi 1970-luvulla. Niiden lämmitysenergiankulutus on arvioitu käyttäen ikäluokan rakennuskannan tyypillisiä ominaisuuksia. Käyttöveden lämmityksen kulutus on arvioitu erikseen henkilömäärään perusteella. Todellinen käyttöveden kulutus tietenkin vaihtelee huomattavasti kiinteistökohtaisesti ja asukkaiden käyttötottumusten mukaan. Kauko- ja

Taulukko 1. Esimerkkikotitalouksien kuvaus.

	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Talotyyppi	kerrostalo	kerrostalo	omakotitalo	omakotitalo
Lämmitysmuoto	kaukolämpö	kaukolämpö	sähkö	öljy
Asuinpinta-ala, as^m	40	80	160	160
Arvioitu bruttopinta-ala, br^m	56	111	205	205
Arvioitu rakennustilavuus, r^m	177	354	622	622
Henkilömäärä	1	2	4	4
Asuin-m²/hlö	40	40	40	40
Kaukolämmön kulutus kWh/v (sis. käyttöveden lämmitys)	6 931	13 861		
Lämmityssähkön kulutus kWh/v (sis. käyttöveden lämmitys)			23 908	
Lämmitysöljyn kulutus l/v (sis. käyttöveden lämmitys)				2 983
Veden kulutus m³/v (oletus: 155 l/hlö/vrk)	57	113	226	226
Lämmintä vettä, m³/v (oletus: 45 l/hlö/vrk)	16	33	66	66
Kotitaloussähkö, yhteensä kWh/v	1 400	2 560	5 500	5 500
Valaistus kWh/v	170	340	1 150	1 150
Kodin elektroniikka kWh/v	390	500	770	770
Ruoanvalmistus ja astianpesu kWh/v	250	430	680	680
Kylmälaitteet kWh/v	430	450	600	600
Pyykinpesu ja kuivaus kWh/v	80	120	600	600
Sauna (asuinhuoneistossa) kWh/v	-	600	1 000	1 000
Muu kWh/v	80	120	700	700
Kiinteistösähkö kWh/v	720	1 440	1 350	2 000
Kodin rakennusmateriaalien ilmastovaikutukset vuodessa CO₂e kg	222	445	819	819
Kodin energiankulutuksen ilmastovaikutukset vuodessa CO₂e kg	2 866	5 642	11 411	12 358
Asumisen ilmastovaikutukset yhteensä vuodessa CO₂e kg	3 088	6 087	12 230	13 177

sähkölämmitysjärjestelmien hyötysuhteeksi on oletettu 1 ja öljylämmityksen 0,8. Kerrosalaperusteisesti Suomen kerrostalokannasta 27 % on rakennettu vuosina 1970–1979, ja omakotitaloista osuus on 15 % (Tilastokeskus, rakennukset 31.12.2007). Keskimääräinen kerrosneliötä kohden laskettu rakennuskannan energian kulutus on sitä pienempi, mitä uudemmista rakennuksista on kyse.

Rakennusmateriaalien ja rakentamisen päästöksi arvioitiin kirjallisuuden perusteella 200 kg CO₂e /brm² eli 50 vuoden elinkaarelle jaettuna 4 kg CO₂e /brm² vuodessa.

Laite- ja kiinteistösähkön kulutusarvot perustuvat laitesähkön osalta Suomalaisten sähkönkäyttö 2011 – raporttiin (Adato energia 2013), ja kiinteistösähkön osalta on lisäksi käytetty Taloyhtiön energiakirjaa (Virta ja Pylsy 2011) sekä Turku energian (Eri laitteiden sähkönkulutus, kooste internetissä) tietoja kiertovesipumpun ja öljypolttimen sähkönkulutuksesta.

Vedenkulutuksesta tarkastellaan tässä ainoastaan käyttöveden lämmityksen energiankulutusta. Tämän lisäksi veden käsittely raakavedestä talousvedeksi, pumppaaminen ja puhdistaminen kuluttavat energiaa ja aiheuttavat khk-päästöjä, mutta tässä yhteydessä niiden merkitys on arvioitu vähäiseksi.

3. Rakennus- ja korjaustekniset keinot vähentää asumisen kasvihuonekaasupäästöjä

3.1 Lämmitysenergian vähentämiskeinojen vaikutukset energiakustannuksiin ja kasvihuonekaasupäästöihin

Taulukossa 2 esitellään kooste rakennus- ja korjausteknisten toimien lämmitysenergian, energiakustannusten sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalista 1970-luvulla rakennetuissa esimerkkikohteissa (esitelty taulukossa 1). Laskelma perustuu arvioon energiankulutuksen lähtötilanteesta sekä tutkimuksista (Airaksinen ja Vainio 2012, KIMU 2011, Kouhia ym. 2010, Vainio ym. 2012, Virta ja Pylsy 2011) koottuihin arvioihin korjaustoimien tyypillisistä energiansäästöpotentiaaleista. Tämän lisäksi sähkölämmitteisen omakotitalon termostaattien ja lämmittimien sekä kodinohjausjärjestelmän uusimisen sekä kodinohjausjärjestelmän asentamisen vaikutuksia sähkölämmitteisen talon energiankulutukseen on arvioitu Motivan Elvari-hankkeen tietojen pohjalta. Elvari-hankkeessa tehtyjen arvioiden mukaan termostaattien ja lämmittimien uusiminen sekä kodinohjausjärjestelmän käyttöönoton avulla voitaisiin sähkölämmitteisessä talossa säästää jopa 30 % lämmitysenergiaa. Tässä yhteydessä säästö arvioitiin maltillisemmaksi eli noin 10 %.

Energiansäästöpotentiaalia on aluksi arvioitu prosentteina energiankulutuksen lähtötilanteesta ja tämän perusteella on laadittu laskelma, kuinka paljon korjaustoimien avulla voitaisiin yksittäin tai yhdessä toteutettuna säästää energiaa esimerkkikohteissa (ks. taulukko 2). Laskennassa käytetyt päästökertoimet on esitelty liitteessä 1 ja energian hinnat liitteessä 2.

Taulukossa 2 esitellään laskelmien tulokset vain yhdelle kerros- ja omakotitalokohteelle, sillä näiden katsotaan riittävästi havainnollistavan tuloksia. Yhden henkilön kerrostalohuoneistossa energian kulutuksen lähtötilanne sekä säästöt olisivat puolet 80 m² kerrostalohuoneistosta lukuun ottamatta käyttöveden lämmityksen kulutusta, johon vaikuttaa myös asukkaiden lukumäärä.

Taulukko 2. Rakennus- ja korjaustekniset keinot vähentää asumisen kasvihuonekaasupäästöjä.

	Kt_80			Okt_160_s		
	kWh/v	eur/v	CO ₂ e kg/v	kWh/v	eur/v	CO ₂ e kg/v
Lämmönkulutus lähtötilanteessa (sis. käyttöveden lämmitys)	13 861	908	4 158	23 908	2 981	8 870
Rakennus- ja korjaustekniset keinot vähentää asumisen khk-päästöjä						
Ikkunoiden vaihto , energiansäästö lämmityksessä 1970-luvulla rakennetuissa taloissa: 11 % (10–12 %) krstaloissa ja 12,5 % (10–15 %) omakotitaloissa	1 525	100	457	2 988	373	897
Ulkoseinien lisäeristys , energiansäästö lämmityksessä 1970-luvulla rakennetuissa taloissa: 9 % krstaloissa ja 9–10 % omakotitaloissa	1 248	82	374	2 152	268	646
Ulkoseinien lisäeristys sekä ikkunoiden vaihto , energiansäästö lämmityksessä 1970-luvulla rakennetuissa taloissa: 30 % (kerros- ja omakotitalot)	4 158	272	1 248	7 172	894	2 152
Poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) lisääminen , energiansäästö lämmityksessä 17,5 % (15–20 %).	2 426	159	728	4 184	522	1 255
Termostaattien ja lämmittimien uusiminen sekä kodinohjausjärjestelmä , sähkölämmitteisissä pientaloissa säästö arviolta 10 %				872	109	262
Käyttöveden paineen alennus , lämpimän käyttöveden säästö 25 %	479	31	144	958	119	287
Säästöpotentiaali yhteensä: ulkoseinien lisäeristys, ikkunoiden vaihto, LTO, käyttöveden paineen alennus	7 063	462	2 119	13 186	1 644	3 956

Kaikki taulukossa 2 esitellyt toimet toteuttamalla lämmitysenergian säästöpotentiaali olisi noin puolet lähtötilanteesta (vrt. taulukot 1 ja 2). Esimerkiksi 80 m² kerrostalohuoneiston lämmitysenergiankulutus vähenisi lähtötilanteen noin 13 900 kWh:sta reiluun 7 000 kWh:n. Lämmittämisen kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät samassa suhteessa energiankulutuksen kanssa.

3.2 Rakennus- ja korjausteknisten keinojen kustannukset

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin äskettäin tehtyjä laskelmia korjausrakentamisen ja energiatehokkuuteen vaikuttaneiden toimenpiteiden kustannuksista. Lähtökohta on, että energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä tehdään ainoastaan, kun rakennusosan tekninen käyttöikä on lopussa tai se on päätetty korjata muusta syystä, esimerkiksi vaurioitumisen takia. Tästä syystä energiatehokkuuden parantamisen kustannukseksi lasketaan ainoastaan se lisäosuus, joka tulee energiatehokkuuden parantamisesta. Tätä lisää kutsutaan marginaalikustannukseksi.

Korjauskustannukset ovat aina kohdekohtaisia ja ne sekä niihin sisältyvät energiakustannukset voidaan laskea monella tavalla. Kustannuksiin vaikuttavat kohteen kunto ja korjauskonsepti. Yksittäisen rakennusosan korjaaminen tulee suhteessa kalliimmaksi kuin usean korjaaminen kerralla, pienen kohteen puolestaan kalliimmaksi kuin suuren kohteen kokonaisuutena. Ilmavaihtokorjauksessa ratkaisevaa on, korjataanko olemassa oleva järjestelmä vai rakennetaanko kokonaan uusi.

Kustannukset voidaan ilmoittaa monella tapaa, kuten kustannusarvioiden lähteinä käytetyistä tutkimuksista käy ilmi (Virta ja Pylsy 2011; KIMU 2011; Aho, Matilainen ja Hekkanen 2012). Esimerkiksi huoneiston pinta-alaa kohden laskettuna kustannukset ovat korkeammat kuin kerrosalaa kohden laskettuna. Toisaalta rakennusosaa kohti laskettuna kustannukset ovat korkeammat kuin jos sama summa kohdistetaan kerrosalalle. Kustannuksia voidaan tarkastella pelkinä panoskustannuksina (vain materiaalit tai materiaalit ja työ) tai ottaa näiden lisäksi huomioon hanke- ja työmaakustannukset. Kustannuksiin voidaan ottaa mukaan verot ja rahoituskustannukset. Vaikutusta takaisinmaksu-aikaan on myös valitulla energiatariffilla.

Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto tutkimuksissa (Virta ja Pylsy 2011; KIMU 2011; Aho, Matilainen & Hekkanen 2012) esitetyistä korjaustoimien kustannusarviosta kerrostalokohteissa. Marginaalikustannukset on laskettu kokonaiskustannuksista ilman rahoituskustannuksia. Kokonaiskustannukseen sisältyvät materiaalit, työ, hanke- ja työmaakustannukset sekä verot. Ikkunoiden vaihtamisen marginaalikustannus on 0 euroa, koska ikkunoista edullisimmat ovat uudisrakentamisen

vaatimustason täyttävät, eniten kysytyt ikkunat. Vettä säästävistä vesikalusteista ja paineenalennuksesta on ilmoitettu muista poiketen kokonaiskustannus. Arvioiden perusteena käytetyt eri tutkimuksissa tuotetut kustannusarviot on listattu liitteeseen 3.

Elvari-hankkeessa arvioitiin, että termostaattien ja lämmittimien uusiminen sekä kodinohjausjärjestelmän hankkiminen sähkölämmitteiseen omakotitaloon maksaisi noin 2000–5000 euroa, jos kaikki hankitaan kerralla.

Taulukko 3. Energiatohokkuutta parantavien korjaus- ja rakennusteknisten keinojen kustannusarviot (marginaalikustannukset).

Rakennus- ja korjausteknisten keinojen kustannukset kerrostaloissa	marginaalikustannus, euroa	
Ikkunoiden vaihtaminen	0	
Ulkoseinien lisäeristys	25–35	per kerros-m2
Ilmanvaihdon uudistaminen (LTO)	40–60	per kerros-m2
Paineen alennus ja vettä säästävät vesikalusteet (kokonaiskustannus)	7–12	per huoneisto-m2

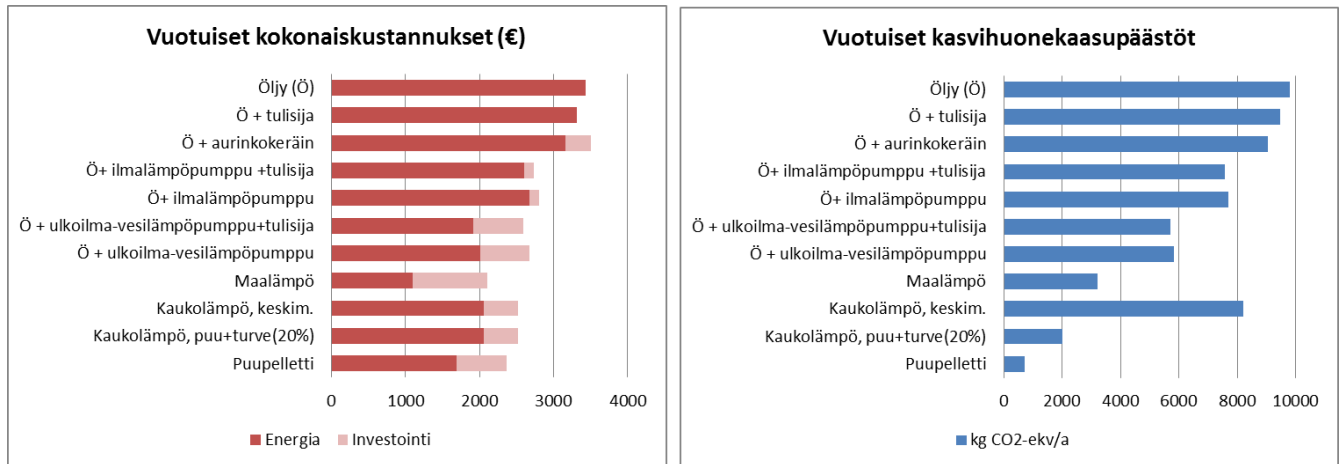
3.3 Omakotitalojen lämmitystapamuutokset ja täydentävät lämmitysjärjestelmät

Pientalojen lämmityksen kustannuksia ja päästöjä tarkasteltiin tilanteissa, joissa nykyistä sähkö- tai öljylämmitysjärjestelmää täydennetään tai se vaihdetaan kokonaan uuteen. Kustannuslaskennassa on käytetty Motivan Eneuvonnan lämmitystapalaskuria ja energian hinnat ovat lämmitystapalaskurin asettamat oletushinnat (ks. liite 2). Investoinnin laskenta-aikana on käytetty 20 vuotta ja diskonttauksen peruskorkona on käytetty 3 % ja herkkyytarkastelussa 8 %. Päästölaskelmissa on käytetty liitteessä 1 esitettyjä päästökertoimia. Esimerkkikohteessa (1980-luvun Etelä-Suomessa sijaitseva 160 m²:n omakotitalo) käytetyt muut lähtötiedot on esitetty liitteessä 2.

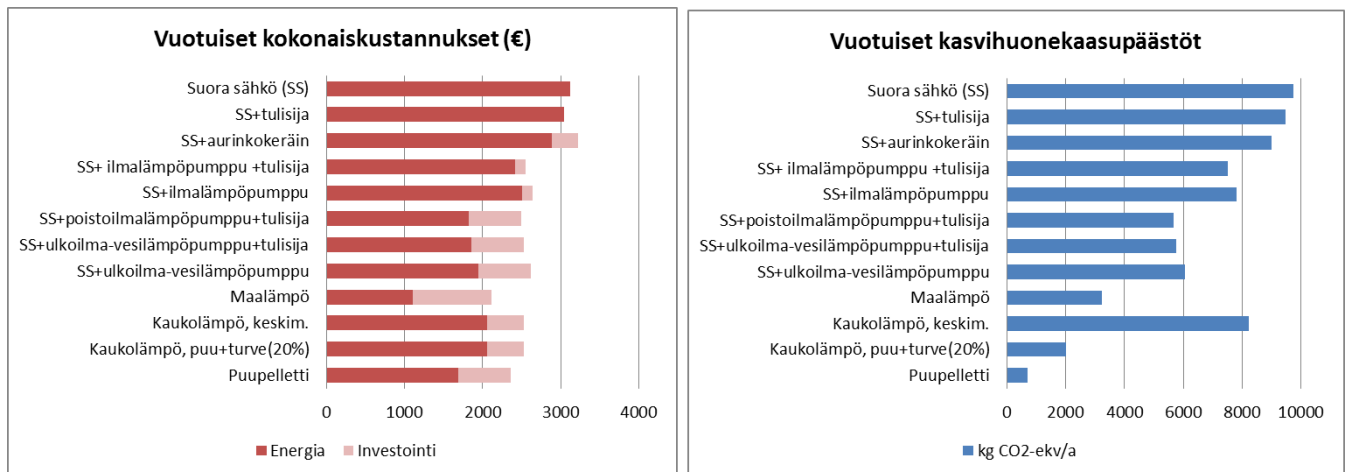
Oheisissa laskelmissa verrataan jo olemassa olevan öljy- tai sähkölämmitysjärjestelmän täydentämistä tai vaihtamista. Tärkeää on huomata, että kuvissa 1-3 esitetyt öljyn ja suoran sähkölämmityksen vuotuiset kustannukset lähtötilanteessa koostuvat pelkästään energiakustannuksista. Esitetyissä vertailuvaihtoehtoissa on mukana myös investointikustannukset. Vertailu osoittaa, että Etelä-Suomessa sijaitsevan omakotitalon lämmitysjärjestelmän täydentäminen tai korvaaminen on myös taloudellisesti kannattavaa.

Öljylämmitteisissä taloissa lämmitystavan muutos tarkoittaa öljykattilan vaihtamista jollakin toisella energialähteellä toimivaan laitteeseen. Öljyn tilalle voidaan vaihtaa toinen lämmönlähde samoin tai jopa pienemmin kustannuksin. Lämmityksen kustannuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää myös täydentävillä lämmitysratkaisuilla. Esimerkkikohteen kustannus- ja kasvihuonekaasupäästö-laskelmien perustulokset on esitetty kuvissa 1 ja 2. Liitteessä 4 on esitetty lämmityksen vuotuiset energiakustannukset, ottaen huomioon kunkin energianmuodon hinnannousut, jotka pohjautuvat viimeisen 10 vuoden ajalta tilastoituihin eri energiamuotojen hintakehitykseen.

Sähkölämmitteisessä talossa vaihtoehtoihin vaikuttaa olemassa olevan järjestelmän lämmönjakotapa. Suoran sähkölämmityksen muutos vaatii lämmönjakojärjestelmän rakentamista. Vertailu osoittaa, että mikäli vesikiertoinen lämmönjako on jo olemassa, kaukolämpöön siirtymällä tai lämpöpumppuja käyttämällä kasvihuonekaasupäästöjä voidaan pienentää kustannustehokkaasti. Jos vesikiertoista lämmönjakoa ei ennestään ole, lämmityssähköä voidaan säästää ilmalämpöpumpun, tulisijan ja aurinkokeräimen avulla ilman, että koko lämmitysjärjestelmää olisi uusittava.



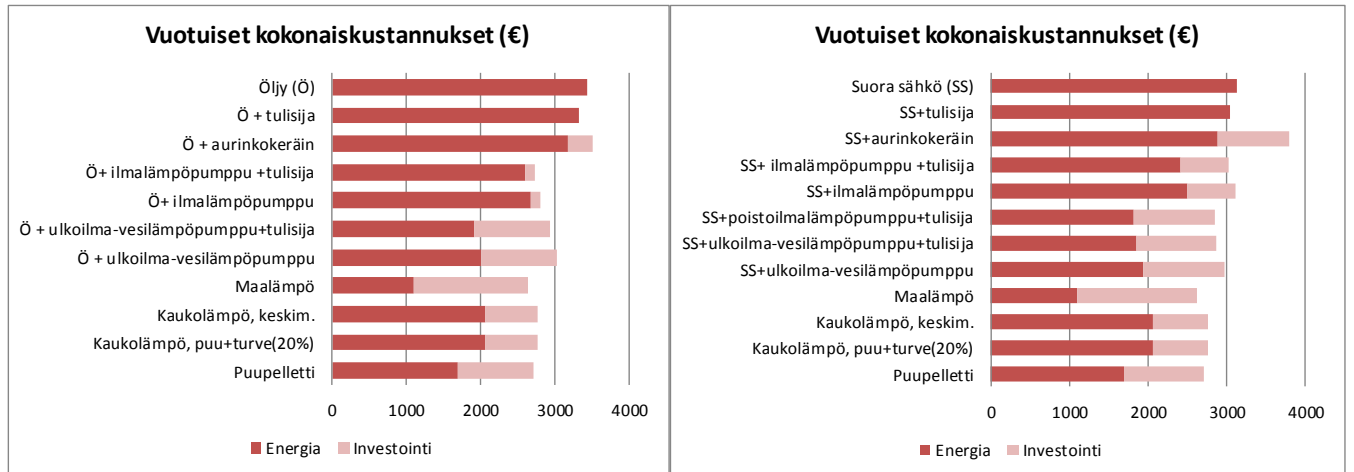
Kuva 1. Öljylämmityksen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuudet ja kustannukset tukilämmityksen käyttöönoton tai puhtaampaan lämmitysjärjestelmään siirtymisen seurauksena. Laskelmissa on käytetty perusoletuksia. Maalämpöön liittyy sähkönkäyttö, jonka päästökertoimen määrittelyyn liittyy kiistanalaisuutta. Maalämmön kasvihuonekaasupäästöhyödyt näyttävät kuvassa todennäköisesti liian suurina (vrt. teksti)



Kuva 2. Sähkölämmityksen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuudet ja kustannukset tukilämmityksen käyttöönoton tai puhtaampaan lämmitysjärjestelmään siirtymisen seurauksena. Laskelmissa on käytetty perusoletuksia. Sähkön päästökertoimen kiistanalaisuudesta johtuen sähkölämmitykseen pohjautuvien lämmitysratkaisujen erot ei-sähkölämmityspohjaisiin lämmitysratkaisujen kasvihuonekaasupäästöjen kesken ovat vain suuntaa-antavia (vrt. teksti)

Kuvassa 3 investointikorkoa on laskelmissa muutettu 3 prosentista 8 prosenttiin muiden laskentaoletusten pysyessä samoina. Kuvista 3a ja 3b nähdään, että sekä öljy- ja sähkölämmityksen muuttamiselle tai lisälämmitystavan käyttöönottoon löytyy edelleen 8 % koron tapauksessa taloudellisesti perusteltuja vaihtoehtoja.

Maalämpöön, kaukolämpöön ja puupelletteihin siirtyminen onnistuu helposti silloin, kun sähkölämmitteisessä talossa on jo ennestään vesikiertoinen lämmönjako. Mikäli talossa on suora sähkölämmitys, lämmitysjärjestelmän muuttaminen vesikiertoiseksi nostaa muutosten kustannuksia.



Kuva 3. Lämmitysratkaisujen kustannusten herkkyytarkastelu. Tulokset laskettu 8 % investointikorolla (peruslaskelmissa kuvissa 1-2 korko 3 %). Kuva a) öljylämmitys ja b) sähkölämmitys.

Alue- tai kaukolämpöön liittyminen on kannattavaa ja mahdollista ainoastaan verkon ollessa rakennettavissa tai saavutettavissa riittävän kustannustehokkaasti.

Energiajärjestelmän kokonaisuuden näkökulmasta sähkön ja lämmön yhteistuotanto on ”vähäpäästöinen tapa tuottaa yhdyskuntien lämmitys” (Rinne ja Syri 2013). Lämmitystapavertailuissa kaukolämmölle annettu päästökerroin vaikuttaa ratkaisevasti vertailun tuloksiin. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöjen päästökerroin riippuu sen tuotantoon käytetyistä polttoaineista. Tämän lisäksi mielekäs laskentatapa ja lopputuloksena saatavat päästökertoimet riippuvat tarkastelun kohteena olevasta asiakokonaisuudesta (Pasanen ym. 2013, Rinne ja Syri 2013, Motiva 2012). Yhteenvedona kuitenkin todetaan, että kaukolämpöä pidetään suositeltavana lämmitystapana verkon ulottuvissa olevissa kohteissa. Mikäli uusiutuvien polttoaineiden osuutta sähkön ja lämmön yhteistuotannossa kasvatetaan nykytasosta, tämä luonnollisesti vaikuttaa myös lämmityksen ja asumisen kasvihuonekaasupäästöihin.

Sähkön päästökertoimen arviointiin ei ole yhtä ja oikeaa laskentatapaa. Tässä yhteydessä käytetty sähkön päästökerroin edustaa valtakunnan keskiarvosähköä, josta on poistettu vihreänä myydyin sähkön osuus (= 371 g CO₂/kWh, ks. liite 2). Tämän lähestymistavan taustalla on ajattelu, että vastaavasti vihreänä myyty sähkö voidaan ottaa huomioon laskelmissa lähes nollapäästöisenä. Lähestymistapa ei ole kuitenkaan ongelmaton. Todellisuudessa vihreä sähkö on osa päästösektoria ja sähkömarkkinoita, eikä sen käyttö johda kokonaisuuden kannalta päästöjen vähenemiseen kun likaisen sähkön käyttö siirtyy toisille käyttäjille. Talviaikana sähkön käytön päästöjen kokonaismäärä riippuu ennen kaikkea sähkön kokonaiskäytöstä ja vähäpäästöisen sähköntuotannon kapasiteetista (joka on nykyisin riittämätöntä). Mitä vähemmän sähköä käytetään talviaikoina, sen vähemmän käytetään lauhdevoimaloilla tuotettua sähköä. Sähkölämmitteisen omakotitalon sähkön käyttö talviaikana muodostaa valtaosan asunnon vuotuisesta sähkönkäytöstä ja oikeampi tapa olisi laskea silloin omakotitalon sähkölämmityksen päästökerroin marginaalisähkön (enimmäkseen lauhdevoimaloilla tuotetun sähkön) avulla. Tämä päästökerroin vaihtelee vuosittain, mutta se on suurusluokaltaan 700 g CO₂/kWh. Varsinkin alimitoitettut maalämpöpumput osallistuvat myös talviaikaisen lauhdesähkön tuotantotarpeen kasvattamiseen, minkä takia maalämmön päästöt voivat olla huomattavat. Lisäksi jos maalämpöä käytetään yhdistetyn lämmön ja sähköntuotannon alueella, se vaikuttaa energiajärjestelmän päästöihin negatiivisella tavalla, eikä kuvissa 1 ja 2 esitetyt maalämmön päästövähennykset kuvaa todellista tilannetta. Kaukolämmön polttoainejakaumaan sekä kaukolämmön ja lämpöpumppujen

kasvihuonekaasupäästöihin liittyviä kysymyksiä on käsitelty tarkemmin Ilmastopaneelin raportissa 3/2013 (Rinne ja Syri 2013).

4. Arjen käyttötottumusten ja energiatehokkaiden laitteiden hankinnan vaikutukset

4.1 Energiasäästöpotentiaali

Energiankulutuksen lähtötilanne perustuu keskimääräisiin kulutustietoihin suomalaisten kotitalouksien lämmön-, sähkön- ja vedenkulutuksesta. Lämmönkulutus sisältää myös lämpimän käyttöveden kulutuksen, joka vie asuinkiinteistöissä tyypillisesti noin kolmanneksen lämmitysenergiasta. Yhden kerrostalossa asuvan henkilön sekä neljän henkilön omakotitalossa asuvan talouden sähkönkulutustiedot (pl. sähkölämmitys) ovat Suomalaisten sähkönkäyttö 2011 -tutkimuksesta. Kahden henkilön talouden tiedot on koostettu edellä mainitussa raportissa esitettyjen kerros- ja rivitalossa asuvien tyypillisten talouksien perusteella.

Taulukossa 4 on esitetty käyttötottumuksilla ja energiatehokkailla laitehankinnoilla saavutettavien säästöjen suuruus kWh/v. Sähkönsäästötoimista ja laskelmien taustaoletuksista on kerrottu liitteessä 5.

Taulukosta 4 havaitaan, että sisälämpötilan laskeminen sekä lämpimän veden kulutuksen hillitseminen on ovat tehokkaimpia yksittäisiä keinoja vähentää kodin energiankulutusta energiankäyttötottumuksilla. Sisälämpötilan laskeminen 2 °C oletetaan pienentävän lämmitysenergian kulutusta 10 % (pl. käyttöveden lämmitys). Lämpimän veden säästö on laskettu lyhentämällä suihkussa oloaika 2 min/hlö/päivä. Lämpimän veden käyttöön voidaan vaikuttaa myös asentamalla vettä säästävät hanat ja suihkupäät, jolloin lämmintä vettä ja sen lämmitysenergiaa säästyy. Summausten kaksoislaskennan välttämiseksi lyhyempien suihkujen päästöjen säästöstä huomioitiin 70 %, sillä vettä säästävien suihkupäiden asentaminen oletetaan pienentävän vedenkulutusta kokonaisuudessaan 30 %.

Taulukko 4. Käyttötottumusten ja energiatehokkaiden laitteiden energiansäästöpotentiaali.

Toiminnan muutos, ei kustannuksia, säästöpotentiaali kWh/v		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Sisälämpötilan lasku 2 °C lämmityskaudella	kWh/v	597	1 194	2 008	2 509
Suihkuaikojen lyhentäminen	kWh/v	256	511	1 022	1 278
Sähkön säästö (ks. liite 5)	kWh/v	310	677	1 262	1 262
Yhteensä, toiminnan muutosten säästöpotentiaali, kWh/v		1 163	2 382	4 292	5 049
Kodin hankintoihin liittyvä säästöpotentiaali, kWh/v		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Vettä säästävät hanat ja suihkupäät, arvioitu veden säästö 30 %	kWh/v	287	575	1 150	1 437
Valaistus, vaihto led-lamppuihin	kWh/v	103	205	688	688
Kylmälaitteet, vaihto markkinoiden energiatehokkaimpiin laitteisiin	kWh/v	300	320	393	393
Yhteensä, hankintojen energiansäästöpotentiaali, kWh/v		691	1 100	2 230	2 518
Toiminnan muutosten ja hankintojen säästöpotentiaali yhteensä		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Lämmitysenergian säästö (sis. lämmin käyttövesi)	kWh/v	1 064	2 127	3 873	4 841
	eur/v	70	139	483	548
Laitesähkön säästö (laitteet, valaistus, kylmälaitteet)	kWh/v	653	1 142	2 283	2 283
	kWh/v, % lähtötilanteesta	47 %	45 %	42 %	42 %
	eur/v	115	201	285	402
Kiinteistösähkön säästö (auton lämmitys)	kWh/v	60	60	60	60
	eur/v	7	7	7	11

Kodin laitteiden sähkökäytön säästöpotentiaali on noin 40–50 % lähtötilanteesta. Laskelmassa huomioidut sähkönsäästötoimet on esitetty erikseen liitteen 5 taulukossa. Hankintojen säästöpotentiaalin tarkastelussa on otettu huomioon ainoastaan laitteen käytönaikainen energiankulutus. Esimerkiksi valaistusvaihtoehtoja vertailtaessa on todettu, että käyttövaiheen energiankulutus on koko elinkaaristen kasvihuonekaasupäästöjen kannalta tärkein (ks. esim. Huuhtanen 2013).

EU-27 kotitalouksissa voitaisiin säästää noin 48 % sähköä käyttämällä markkinoiden energiatehokkaimpia laitteita (best available technology) parhaalla mahdollisella tavalla (best practices) (De Almeida ym. 2008). Laitesähkön kulutuksen pudottaminen lähes puoleen näyttäisi siis olevan mahdollista säästäväisten käyttötottumusten sekä energiatehokkaiden hankintojen avulla. Samalla tulee muistaa, että sähkölämmitteisessä esimerkkitalossa kodin laitteiden ja kiinteistösähkön kulutus muodostavat noin 20–25 % kokonaissähkökulutuksesta kun lämmitys otetaan huomioon. Suurin yksittäisten toimien ja toimintatavan muutosten säästöpotentiaali on siis tilojen ja käyttöveden lämmitykseen kohdistuvilla keinoilla.

Käyttötottumusten muutosten etu on niiden edullisuus ja suorat kustannussäästöt, hankintoja ei tarvita eikä kustannuksia synny. Muutos edellyttää kuitenkin omien, usein tiedostamattomien, toimintatapojen ja rutiinien muuttamista. Energiatehokkaiden laitteiden hankintavaiheessa syntyy kustannuksia. Mikäli valaisin tai sähkölaite on uusittava joka tapauksessa varsinaisia ylimääräisiä kuluja syntyy ainoastaan energiatehokkaan laitteen mahdollisesti korkeammasta hankintahinnasta verrattuna keskivertolaitteeseen. Säästöä syntyy kuitenkin käyttövaiheessa alentuneena energiankulutuksena ilman, että käyttötottumuksia on tarpeen muuttaa.

Laskelmissa käytetyistä energian hinnoista on kerrottu liitteessä 2. Kerrostaloasukasta lämmitysenergian säästö hyödyttää väliillisesti, vastikkeessa perittävien kulujen kautta (harmaat kohdat taulukossa 4). Taulukon 4 kustannussäästöä laskettaessa ei ole huomioitu led-valaisimien, eikä kylmälaitteiden korkeampia hankintahintoja enemmän energiaa kuluttaviin vaihtoehtoihin verrattuna. Liitteessä 6 on esitetty suuntaa antavia laskelmia hankintojen kustannuksista. Led-polttimoiden pienoisloistelamppuja alhaisemmat käyttökustannukset tekevät niistä kokonaistaloudellisesti edullisemmän vaihtoehdon, jos sähkön hinnan oletetaan pysyvän nykytasolla. Kylmälaitteiden suhteen on oletettu, että laitteet uusittaisiin joka tapauksessa ja kustannus muodostuu A+ ja A+++ esimerkkilaitteiden hinnan erotuksesta jaettuna 10 käyttövuodelle. Tämä kustannus on esimerkkilaitteilla 30–40 euroa. Nykyisellä sähkön hinnalla ja valmistajien ilmoittamien energiankulutusten perusteella energiatehokkaan laitteen alempi sähkökulutus ei riitä kattamaan energiatehokkaan laitteen korkeampaa hankintahintaa. Sähkön hinnan muutokset tulevaisuudessa voivat kuitenkin lisätä energiatehokkaiden laitteiden houkuttelevuutta.

Osa laitesähkön säästöistä saattaa aiheuttaa lisäystä lämmitystarpeeseen. Tämä vaikutus on kuitenkin kiistanalainen, koska sähkölaitteet eivät yleensä sijaitse lämmityksen kannalta optimaalisissa paikoissa. Lämmityslaitteethan sijaitsevat siellä mistä korvausilma tulee huoneistoon. Sitä vastoin valaisimet sijaitsevat yleensä katossa, ja monet laitteet keittiössä ja kylpyhuoneessa, missä laitteiden lämpökuorma voi olla niin suuri että se jopa aiheuttaa viilennys-/tuuletustarvetta.

Lämmityksen energiansäästöön liittyvä haaste on kulutuksen näkymättömyys arjessa ja toimien vaikutuksen konkretisoituminen viiveellä energialaskussa. Lisäksi asunto-osakeyhtiöissä kustannusten jyvitys esimerkiksi asuinneliöiden perusteella kautta ei suoraan kannusta säästöön. Säästötoimia tukevat teknologiset ratkaisut, jotka mahdollistavat laskutuksen todellisen kulutuksen mukaan (kuten asunto-osakeyhtiöissä huoneistokohtaiset vesimittarit ja –laskutus). Tämän lisäksi sähkön sekä lämmön hinnan tulisi heijastaa tuotannon hintaa ja päästöjä. Kuluttajille tarjottava hintatieto kannustaisi suuntaamaan kulutusta edullisempiin ajankohtiin, joka olisi myös päästöjen vähentämisen kannalta edullista.

Sähkönkulutuksesta lähes reaaliaikaista tietoa tarjoavat internet-palvelut, kuten Helsingin energian Sävel+ (<https://www2.helen.fi/raportointi/>). Internet-palveluiden tarjoama kulutustieto auttaa kulutuksen seurannassa ja vähentämistä. Vielä lähemmäs arkea kulutustiedon tuo asuinhuoneistoon käytännölliselle paikalle sijoitettava huoneistokohtaisen energian ja vedenkulutuksen seuranta- ja ohjausjärjestelmä. Tällainen järjestelmä on toteutettu Suomessa ainakin asunto-osakeyhtiö Espoon adjutantiin (Tekniikka & Talous 10.5.2012). Älykkäissä seurantajärjestelmissä sekä energian hinnoittelumalleissa on potentiaalia kulutuksen ohjauksen automatisointiin. Kuluttajien näkökulmasta älykkäät järjestelmät vapauttavat kuluttajat tarpeesta aktiivisesti itse toimia säästöjen aikaansaamiseksi.

4.2 Kasvihuonekaasupäästöt

Energiansäästön perusteella voidaan arvioida säästön ja muiden toimien potentiaalia vähentää asumisen ilmastovaikutuksia esimerkkitalouksissa. Sähkön päästökertoimena on käytetty Suomen keskimääräistä ns. harmaan sähkön kerrointa. Tällä tarkoitetaan Suomessa myytyä sähköä, josta on poistettu vihreänä myyty, uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettu sähkö. Käytetyt päästökertoimet on esitelty tarkemmin liitteessä 1 ja sähkönsäästön vaikutus toimittain liitteessä 5.

Kaksoislaskennan välttämiseksi lyhyempien suihkujen päästöjen säästöstä huomioitiin 70 %, sillä vettä säästävien suihkupäiden asentaminen oletetaan pienentävän vedenkulutusta kokonaisuudessaan 30 %. Lähtötilanteessa laitesähkön osuus kodin energian kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä on noin 20–25 %. Toisin sanoen asumisen kasvihuonekaasupäästöjen kannalta on siis ensisijaista kiinnittää huomiota lämmitykseen. Lämmityksen energiatehokkuuden kasvaessa korjaustoimilla sekä uuden energiatehokkaamman asuntokannan yleistyessä laitteisiin kuluvan sähkön suhteellinen osuus asumisen kasvihuonekaasupäästöistä kuitenkin nousee.

Taulukko 5. Käyttötottumusten ja energiatehokkaiden laitteiden potentiaali vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

		Khk-päästövähennyspotentiaali vuodessa CO ₂ e kg			
Toiminnan muutos		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Sisälämpötilan lasku 2 °C lämmityskaudella		179	358	745	804
Suihkuaikojen lyhentäminen		77	153	379	409
Sähkön säästö (ks. liite 5)		115	251	468	468
Kodin hankintoihin liittyvä khk-päästövähennyspotentiaali		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Vihreä sähkö sopimus omaan kotiin		491	899	10 796	2 633
Vihreä sähkö sopimus taloyhtiölle (huomioidaan vähennyksenä vain oma osuus)		253	505	-	-
Vettä säästävät hanat ja suihkupäät, arvioitu veden säästö 30 %		86	172	427	460
Valaistus, vaihto led-lamppuihin		38	76	255	255
Kylmälaitteet, vaihto markkinoiden energiatehokkaimpiin laitteisiin		111	119	146	146
Toiminnan muutos ja hankinnat, khk-päästövähennyspotentiaali yhteensä		Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Lämmityksen säästö (sis. lämmin käyttövesi)	CO ₂ e kg/v	319	638	1 437	1 551
Laitesähkön säästö	CO ₂ e kg/v	242	424	847	847
Kiinteistösähkön säästö	CO ₂ e kg/v	22	22	22	22
Vihreään sähköön siirtyminen (kotona ja taloyhtiössä yht., ilman sähkönsäästötoimia)	CO ₂ e kg/v	744	1 404	10 796	2 633

Vihreän sähkön käyttö näyttää taulukon 5 perusteella tehokkaalta tavalta vähentää sähkökäytön päästöjä ilman muutoksia energian käytössä. Vihreällä sähköllä tarkoitetaan uusiutuvista energianlähteistä kuten puupohjaisista polttoaineista, vesi- tai tuulivoimalla tuotettua sähköä. Sähkötöitä voivat myydä vihreää sähköä ainoastaan sen verran kuin ne hankkivat sitä. Vihreän sähkön kysyntä on energianmyyjille signaali siitä, millaisilla energianlähteillä asiakkaat haluavat sähkönsä tuotettavan. Vaikka vihreän sähkön päästöt ovat laskennallisesti (ks. liite 1) alle 10 % keskivertosähkön päästöistä, myös vihreän sähkön kulutuksella on merkitystä energijärjestelmän tasolla. Mitä enemmän sähkölle on tietyllä hetkellä kysyntää, sitä enemmän sitä kannattaa tuottaa myös kalliimmilla ja paljon päästöjä aiheuttavilla tuotantotavoilla kuten hiililauhdevoimalla. Näin ollen myös vihreän sähkösopimuksen tehnyt kannattaa käyttää sähköä taloudellisesti erityisesti yleisten kulutuspiikkien aikana. Sähkön hinnoittelu pörssisähkön tuntikohtaisen hinnan mukaan heijastaisi myös sähkön tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä (Kopsakangas Savolainen ja Svento 2012). Tämä kannustaisi kuluttajia, sekä vihreän että keskivertosähkön käyttäjiä, säätämään ja suunnittelemaan sähkökäyttöään (ks. myös Rinne ja Syri 2013).

Vaasa Energy Institutun marraskuussa 2013 tekemän selvityksen mukaan kotitalouksien tuulisähköstä ja Ekoenergiamerkitystä sähköstä maksama keskimääräinen tarjoushinta oli kulutusluokasta ja sähkön tuotantomuodosta riippuen noin 8–11 % korkeampi kuin sekasähkön vastaavat hinnat. Vertailuhinnoissa ovat mukana kiinteät maksut ja verot muttei sähkön siirtohintaa.

Taulukossa 5 sähkön säästön yksittäiset toimet on niputettu yhteen ja ne on esitelty erikseen liitteessä 5. Toimien säästöpotentiaalissa on kuitenkin eroa. Sähkön säästökeinoista nostetaan vaikuttavimpina esille:

- Saunan lämmitysaikojen lyhentäminen ja lämmityskertojen vähentäminen
- Led-valaistus
- Uusien laitteiden energiatehokkuus
- Elektroniikan valmiustila sekä käyttöaikojen lyhentäminen.

Yksilölliset kulutusprofiilit ja säästöpotentiaali voivat tietysti vaihdella suuresti keskimääräisestä. Oman laitekannan tärkeimpiä kulutukseen vaikuttavia laitteita ja käyttötottumuksia voi selvittää esimerkiksi eneuovonta.fi-palvelun, sähkönkulutuksen seurantapalveluiden, sekä pistorasiaan kytkettävien mittareiden avulla. Edellä esiteltyjen laitesähkön säästön toimien lisäksi voidaan tunnistaa myös muita kodin energiankulutukseen tyypillisesti paljon vaikuttavia tekijöitä. Ne eivät ole yleistettävissä kaikkiin talouksiin, mutta talouksissa joissa niitä käytetään merkitys voi olla suuri.

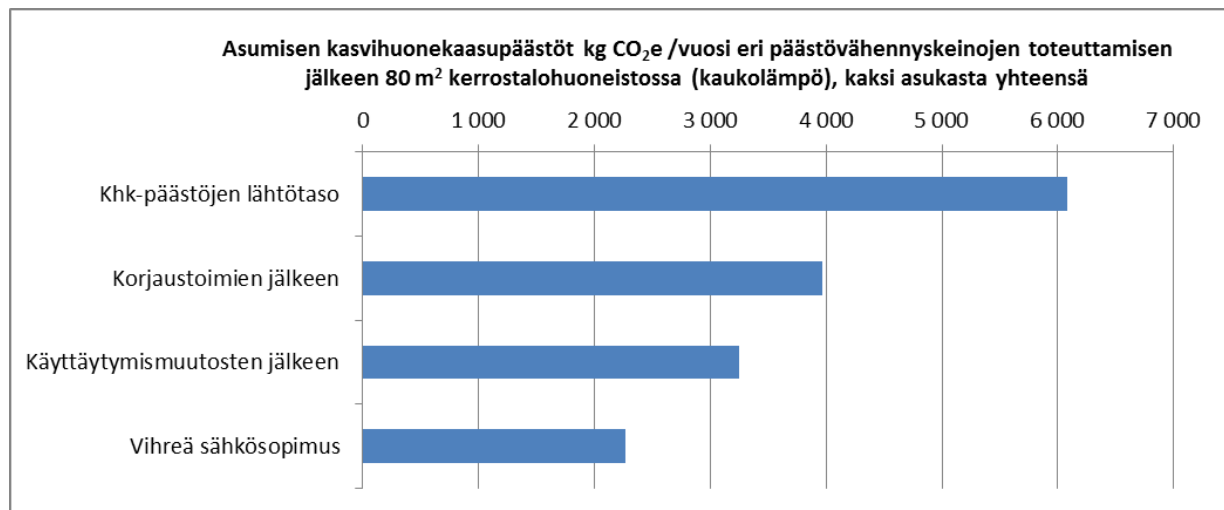
- *Sähköllä toimiva mukavuuslattialämmitys pesuhuoneessa.* Esimerkiksi öljylämmitteisissä omakotitaloissa 28 %:lla on sähköllä toimiva lattialämmitys pesutiloissa. Kerrostaloissa puolestaan lattialämmityksen osuus sähkönkulutuksesta on noussut vuoden 2006 kolmesta prosentista kahdeksaan prosenttiin (Adato energia 2013). Työtehoseuran esimerkkilaskelman mukaan 5 m² lattialämmitys vie sähköä 900–3300 kWh vuodessa kun käyttötunnit ovat 1800–6600 h/v.
- *Ilmanvaihdon säätäminen olosuhteiden mukaan.* Pesuhuoneen lautasventtiilin asianmukaisilla talvi- ja kesäasetojen säädöillä voidaan säästää noin 1000 kWh lämmitysenergiaa vuodessa. Koneellisen ilmanvaihdon tehoa tarpeen mukaan säätämällä voidaan omakotitalossa säästää noin 900–1500 kWh lämmitysenergiaa. (Motivan Energiategohakas ilmanvaihto –esite)
- *Auton sisätilan lämmittimen käyttö.* Adato energian (2013) mukaan auton sisätilalämmittimet ovat yleistyneet. Turku energian mukaan sisätilan lämmittimen sähkönkulutus on 0,8 kWh/h. Jos lämmitintä käytetään 150 pv vuodessa 2 h kerrallaan, vuoden aikana sähköä kuluu 240 kWh.

5. Yhteenveto asumisen vaikuttavimmista päästövähennystoimista

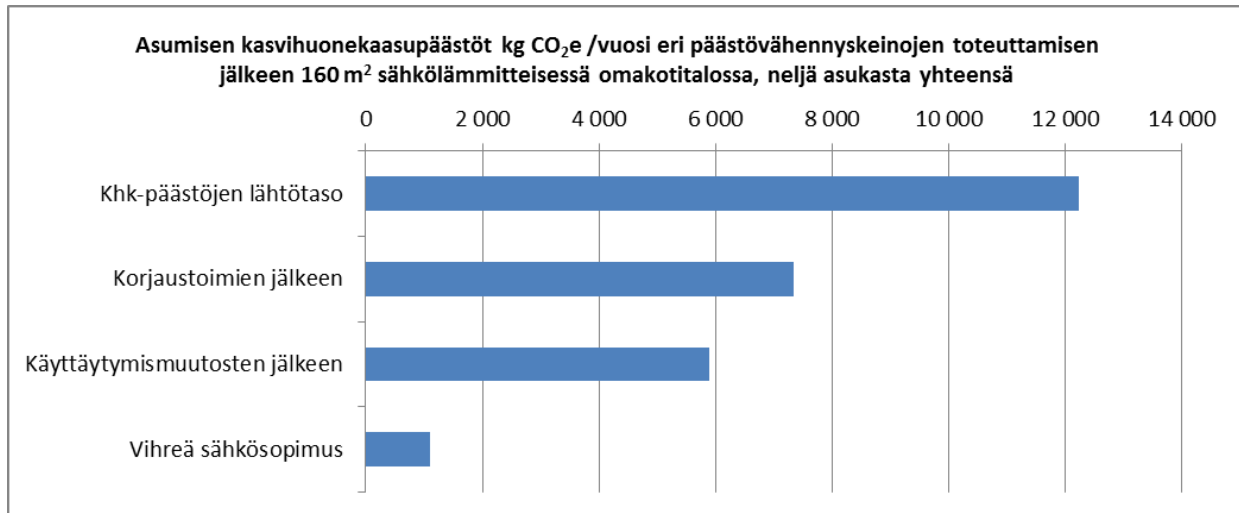
Tässä työssä tarkasteltiin korjaustoimien ja energiansäästötoimenpiteiden sekä lyhyesti myös sähkön sekä lämmön tuotannon energianlähteiden vaikutusta asumisen kasvihuonekaasupäästöihin. Suurin osa raportissa esitetyistä päästövähennystoimista on mahdollista toteuttaa pientaloasukkaan tai asunto-osakeyhtiön omalla päätöksellä. Energian tuotannon polttoainejakauma sähkön ja lämmön tuotannossa vaikuttaa ratkaisevasti energian kulutuksen kasvihuonekaasupäästöihin. Kuluttaja voi itse valita sähköntoimittajansa ja tehdä sopimuksen vihreästä sähköstä. Kaukolämpöasiakkaat ovat sidottuja alueen kaukolämpöyhtiön energiapalettiin, mutta kaukolämpöä pidetään yleisesti ottaen suositeltavana lämmitysratkaisuna siellä, missä se on tarjolla. Energiaratkaisujen lisäksi vaikuttavimpia päästövähennyskeinoja ovat

- Lämmitysenergian kulutusta pienentävät korjaustoimet: Ikkunoiden vaihtaminen, poistoilman lämmön talteenotto, katon/ulkoseinien lisäeristäminen.
- Sisälämpötilan laskeminen lämmityskaudella 20–21 °C:seen asuintiloissa.
- Lämmityksen, ml. sähköisten lattialämmityksen, säätäminen tilojen käytön mukaan.
- Lämpimän käyttöveden säästäminen teknisin keinoin ja/tai veden juoksutusta vähentämällä.
- Sähkökäyttötottumusten järjeistämisen ja energiatehokkaan valaistuksen sekä energiatehokkaiden laitteiden hankinta laitteita uusittaessa.

Esimerkkikotien avulla hahmoteltiin merkittävimmät päästövähennystoimet. Kodit edustivat 1970-luvun rakennuksia. Esimerkkikerrostalossa (80 m²) korjaustoimin ja käyttäytymismuutoksien voidaan puolittaa asumisen kasvihuonekaasupäästöt (kuva 5). Jos kaukolämmön tuotannon polttoainepohja voidaan muuttaa puupohjaiseksi (jossa 20 % turvetta) kaukolämmön keskimääräisestä polttoainepohjasta, kerrostaloasumisen päästöt voidaan välittömästi pudottaa jopa 60–70 %:lla.



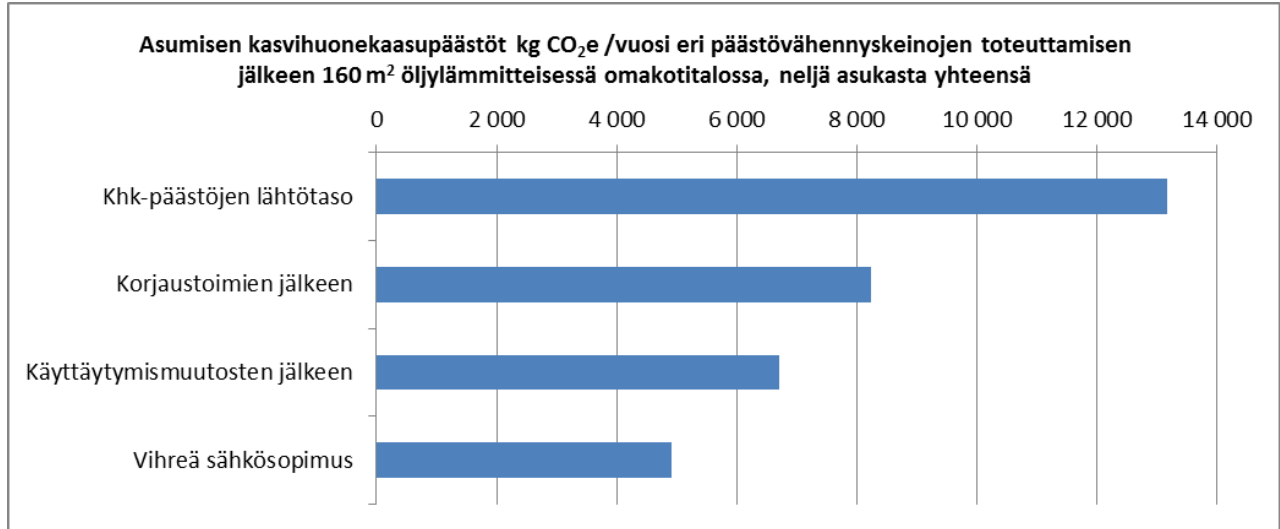
Kuva 5. Asumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähennyspotentiaali 80m² kerrostalohuoneistossa, jossa korjaustoimet toteutetaan ensin. Jos kuvassa olevan keskimääräisen kaukolämmön päästötaso voidaan muuttaa vähäpäästöiseksi kaukolämmöksi (puu + 20% turvetta), khk-päästöjä voidaan pudottaa suoraan lähtötasosta 60-70 %. Vihreän sähkösopimuksen vaikutus on yliarvioitu kuvassa.



Kuva 6. Asumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähennyspotentiaali 160 m² sähkölämmitteisessä omakotitalossa, jossa korjaustoimet toteutetaan ensin. Poistoilmalämpöpumpun ja tulisijan avulla asumisen khk-päästöjä voidaan vähentää suoraan kuvan korjaustoimenpiteiden vähennystoimenpiteiden verran. Vihreän sähkösoipimuksen vaikutus on yliarvioitu kuvassa.

Sähkölämmitteisen omakotitalon, jossa puuttuu vesikiertoiset patterit, lämmityksen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää kustannustehokkaasti tukilämmitysmuotojen, poistoilmalämpöpumpun ja tulisijan, avulla. Saavutettava päästövähennys on 40 % luokkaa lämmityksen päästöistä ja noin 30 % kokonaispäästöistä. Korjaustoimin pystytään saavuttamaan samaa suuruusluokkaa olevia päästövähennystoimia (kuva 6), mutta niiden kustannustehokkuus on useimmissa tapauksissa heikompi. Sähkölämmitteisen talon päästöjen "nollaus" vihreällä sähköllä ei ole kiistaton, ja energiatehokkuuden parantaminen pitäisi olla sähkölämmitteisessä talossa ensisijainen toimenpidealue.

Öljylämmitteisissä omakotitaloissa, joissa on vesikiertoiset patterit, pystytään saavuttamaan suurimmat päästövähennykset siirtymällä maalämpöön, pellettipohjaiseen lämmitysmuotoon tai vähäpäästöiseen kaukolämpöön (jos alueella kaukolämpöliityntä mahdollisuus). Muutos on tehtävissä taloudellisesti kannattavalla tavalla. Pelletissä päästövähennys on jopa 70–80 % luokkaa koko asumisen kasvihuonekaasupäästöistä. Maalämmöllä päästövähennys on pellettejä pienempi ja se riippuu muun muassa maalämpöpumpun mitoituksesta eikä siihen liittyvän päästövähennyksen arviointitapa ole täysin kiistaton. Lämmitystapamuutoksella saadaan suurempi päästömuutos kuin muilla keinoilla yhteensä (kuva 7).



Kuva 7. Asumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähennyspotentiaali 160 m² öljylämmitteisessä omakotitalossa, jossa korjaustoimet toteutetaan ensin. Puupellettiin pohjautuvan lämmitysmuodon kautta asumisen päästöjä voidaan vähentää jopa 70–80 prosenttia. Vihreän sähkösoipimuksen vaikutus on yliarvioitu kuvassa.

Tulevaisuudessa älykkäät tietotekniikkasovellukset ja energian kysyntäjouston perustuvat hinnoittelumallit voivat saada aikaan huomattavia säästöjä asumisen kasvihuonekaasupäästöissä.

Kirjallisuus

Aalto, K. 2002, Kotitalouksien tekstiilienhoitokäytännöt ja niiden ympäristömyötäisyys, Kuluttajatutkimuskeskus. Julkaisuja 2/2002.

Adato energia 2013. Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011.

Aho, K., Matilainen, J. Hekkanen, M. 2012. Energiakorjausten pitkäaikaistoimivuus asuinkerrostalossa. Oulun ammattikorkeakoulu.

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

Dahlbo, H., Laukka, J., Myllymaa, T., Koskela, S., Tenhunen, J., Seppälä, J., Jouttijärvi, T., Melanen, M. 2005. Waste management options for discarded newspaper in the Helsinki Metropolitan Area. Life Cycle Assessment report. Finnish Environment Institute. 752/2005.

De Almeida, A., Fonseca, P., Bandeirinha, R., Fernandes, T., Araújo, R., Nunes, U., Dupret, M. and Zimmermann, J.P. 2008. REMODECE final report: Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe.

Grexel 2011. <http://cmo.grexel.com/Lists/PublicPages/Statistics.aspx> (vierailtu 20.8.2013)

Heinonen J., Junnila S. 2010, Matalahiiliasumisen lähtökohdat, Sitran selvityksiä 20.

Hertwich EG.,Peters GP. 2009, Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis, Environmental Science and Technology 43/18 6414-6420.

Huuhtanen, J. 2013, Hehku-, energiansäästö- vai led-lamppu? Blogikirjoitus, saatavilla: <http://ilmastotohtori.blogspot.fi/2013/08/hehku-energiansaasto-vai-led-lamppu.html> [viitattu: 17.12.2013]

KIMU - Kerrostalon ilmastonmuutos – energiatalous ja sisäilmasto kuntoon -hanke., 2011. Esimerkkikohteista koottuja tietoja, kohteet: Maunula / As Oy Pakilantie 13, Helsinki; Maunula / As Oy Haavikkotie 15–17, Helsinki; Matinkylä / As. Oy Maijanpolku, Espoo; Matinkylä / As. Oy Matinkuja 1, Espoo.

Kodin energiaopas 2103. Työtehoseura. Saatavilla internetistä <http://www.tts.fi/kodinenergiaopas/index.html> [viitattu: 12.12.2013]

Kopsakangas Savolainen M., Svento R. 2012. Real-Time Pricing in the Nordic Power markets. Energy Economics 34: 1131–1142.

Kouhia, I., Nieminen, J., Pulakka, S. 2010, Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. VTT tutkimusraportti VTT-R-04017-10 Saatavilla internetistä: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf> [viitattu: 30.1.2014]

Lämmitystapojen vertailulaskuri 2013. Motiva. Saatavilla internetistä: <http://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/> [viitattu: 31.12.2013]

Motiva 2012. Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. 12/2012.

Motiva 2103. Elvari-hankkeen materiaali. http://www.pks.fi/c/document_library/get_file?uuid=5454e147-ac5a-4d86-9b40-f0aa55b48e61&groupId=10427 [viitattu: 19.12.2013]

Motiva 2013, Vältä kylmäkäynnistystä, muista esilämmitys. Esite, saatavilla internetistä: http://www.motiva.fi/julkaisut/valta_kylmakaynnistysta_muista_esilammitys.2193.shtml [viitattu: 19.12.2013]

Motiva 2104. Energiatehokas ilmanvaihto. Motivan esite. Saatavilla internetistä: http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas_ilmanvaihto.pdf [viitattu: 3.1.2014]

Nissinen, A., Grönroos, J., Heiskanen, E., Honkanen, A., Katajajuuri, J-M., Kurppa, S., Mäkinen, T., Mäenpää, I., Seppälä, J., Timonen, P., Usva, K., Virtanen, Y., Voutilainen, P. 2007. Developing benchmarks for consumer-oriented LCA-based environmental information on products, services and consumption patterns. Journal of Cleaner Production 15(6): 538-549.

Nissinen, A., Heiskanen, E., Perrels, A., Berghall, E., Liesimaa, V., Mattinen, M. 2012. Ohjauskeinoyhdistelmät asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään. KUILU-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 11/2012.

Nurmela, J. 2008. Kulutustutkimus kestävän kulutuksen mittatikkuna. Tilastokeskus, Katsauksia 2008/4, Tulot ja kulutus.

Pasanen, P., Bruce, T., Sipari, A. 2013. Kaukolämmön CO₂-päästöjen laskentamenetelmät päätöksenteon työkaluina. Bionova Consulting. http://energia.fi/sites/default/files/raportti_kaukolammon_co2-paastojen_laskentamenetelmat_paatoksenteon_tyokaluina_20130829.pdf [viitattu: 31.1.2014]

Suomen ympäristökeskus 2011. Suomen sähkönhankinnan päästöt elinkaarilaskelmissa. Saatavilla internetistä: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ ja_tuotanto/Resurssitehokkuus/ Elinkaarijattelu/ Sahkonhankinnan_paastot [viitattu: 31.1.2014]

Tekniikka & Talous 2012. Vastavalmistuneessa espoolaistalossa energian-, veden ja lämmönkulutusta voi mitata reaaliaikaisesti. Saatavilla internetistä: <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/vastavalmistuneessa+espoolaistalossa+energian+veden+ja+lamm onkulutusta+voi+mitata+reaaliaikaisesti/a807300> [viitattu 27.1.2014]

Tilastokeskus 2011. Energiatilasto, vuosikirja 2010. Suomen virallinen tilasto, Energia 2011.

Tilastokeskus 2013. Rakennukset 31.12.2007. Haettu Statfin-palvelusta 17.12.2013. http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/databasetree_fi.asp

Tilastokeskus 2013. Energian hinnat. Saatavilla internetistä: http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/ene/ehi/ehi_fi.asp [viitattu: 17.12.2013]

Turku Energia 2013. Eri laitteiden sähkönkulutus. Saatavilla internetistä: <http://www.turkuenergia.fi/kotitalouksille/energiansaasto/eri-laitteiden-sahkonkulutus/> [viitattu: 17.12.2013]

Rinne S, Syri S. 2013. Lämpöpumput ja kaukolämpö energiajärjestelmässä. Suomen ilmastopaneeli raportti 3/2013. Saatavilla internetistä:

http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/L%C3%A4mp%C3%B6pumput%20ja%20kaukol%C3%A4mp%C3%B6%20energiaj%C3%A4rjestelm%C3%A4ss%C3%A4_29-1-2013.pdf [viitattu 27.1.2014]

Seppälä J., Mäenpää I., Koskela S., Mattila T., Nissinen A., Katajajuuri J-M, Härmä T., Korhonen M-R., Saarinen M., Virtanen Y., 2009, Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla, Suomen ympäristö 20, 2009.

Suomen virallinen tilasto (SVT) 2103. Asunnot ja asuinolot [verkkójulkaisu]. ISSN=1798-6745. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.12.2013]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/asas/index.html>

Vaasa Energy Institute 2013. PriceWatch 146: Uusiutuva energia kilpailee hinnalla. Tiedote, saatavilla internetistä http://www.vaasaemg.com/suomi./tiedotteet/PriceWatch_146_29112013.pdf [viitattu: 17.12.2013]

Vainio, T., Belloni, K., Jaakkonen, L. 2012. Asuntotuotanto 2030 – asuntotuotantotarpeeseen vaikuttavia tekijöitä. VTT Technology 2. Saatavilla internetistä: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T2.pdf> [viitattu: 4.2.2014]

Vainio, T., Jaakkonen, L., Nippala, E., Lehtinen, E., Isaksson, K. 2002, Korjausrakentaminen 2000–2010, VTT tiedotteita 2154. Saatavilla internetistä: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2154.pdf> [viitattu: 4.2.2014]

Virta, J., Pylsy, P. 2011, Taloyhtiön energiakirja, Kiinteistöalan Kustannus Oy. Saatavilla internetistä: http://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja/7?e=0 [viitattu: 17.12.2013]

Liite 1. Päästökertoimet

Ilmastovaikutusten laskennassa käytetyt kasvihuonekaasupäästökertoimet

- **Suomessa myyty keskimääräinen sähkö** vuosina 2006–2008, ilman vihreänä myytyä lähes nollapäästöiseksi oletettua sähköä, polttoaineiden tuotantoketjut huomioon ottaen 0,371 kg CO₂ e/kWh (Suomen ympäristökeskus 2011, vihreänä myyty sähkö Grexel 2011). Sähkön kasvihuonekaasupäästöt on laskettu energiamenetelmällä. Päästökerroin vaikuttaa ratkaisevasti tuloksiin sekä eri osa-alueiden painoarvoon asumisen kokonaiskasvihuonekaasupäästöissä. Kotitalouksien sähkönkulutuksen kasvihuonekaasupäästöjen laskentatulokseen vaikuttavat:
 - Sähkön tuotannon polttoainejakauma tarkastellulla ajanjaksolla
 - Käsitelläänkö vain suoria vai lisäksi myös polttoaineen tuotantoketjun päästöjä
 - Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotantolaitoksissa tuotetun sähkön ja lämmön päästöjen allokointitapa (yleisimpiä ovat hyödynjako- sekä energiamenetelmät)
 - Käytetäänkö keskimääräistä vai ns. marginaaliperusteista päästökerrointa. Tällä tarkoitetaan päästöjä, joka on ns. kalleinta sähköntuotantoa ja jonka tuotantoa säädetään kulutuksen mukaan. Useimmiten tämä tarkoittaa hiililauhdetuotantoa. Esimerkiksi Motivan CO₂-laskentaohjeistuksessa sähkön marginaaliperusteisena kasvihuonekaasupäästökertoimena käytetään 0,600 kg/kWh (jossa tuotantoketjuja ei ole huomioitu), kun taas keskiarvoperusteisena arvona ilmoitetaan 0,210 kg/kWh (Motiva 2012).
- **Vihreä sähkö**, eli uusiutuvilla energianlähteillä tuotettu sähkö oletetaan lähes nollapäästöiseksi (0,020 kg CO₂e /kWh). Puupolttoaineiden tuotantoketjut ja tuulivoiman rakentamisen ja vesivoiman rakentamisen ja allaspäästöt huomioiden pieni päästö on perusteltu. Käytetty 0,020 kg CO₂e /kWh on karkea suuruusluokka-arvio, joka perustuu Dahlbon ym. (2005) laskelmiin puun hankinnan kasvihuonekaasupäästöistä.
- **Kaukolämmön oletuspäästönä** käytetään 0,300 kg CO₂e /kWh. Keskimääräisestä päästöstä, jossa polttoaineiden tuotantoketjut ovat mukana, ei ole vastaavaa laskettua arviota kuin sähköstä. Energiatilastoissa energiamenetelmällä määritetty kaukolämmön päästökerroin on ollut 0,265 – 0,287 kg CO₂e /kWh vuosina 2006–2008 (Tilastokeskus 2011). Arvio 0,300 lienee selkeä aliarvio, ottaen huomioon että sähkölle Energiatilastojen arvo on ollut 0,176 – 0,270 kg CO₂e /kWh, ja ketjut huomioon ottaen arvo on 0,312 kg CO₂e /kWh.
- **Lämmitysöljy**, kevyt polttoöljy 0,320 kg CO₂e /kWh (=3,20 kg CO₂e /l). Tässä polton päästöön 0,267 kg CO₂e /kWh on lisätty arvioidut tuotantoketjun päästöt 20 % (Suomen ympäristökeskus 2011, lähteet tuotantoketjujen päästöille).

Liite 2. Energian hinnat ja muut lämmitystapamuutoslaskelmissa käytetyt lähtötiedot

Energian kuluttajahintojen lähteenä on Tilastokeskuksen Statfin-tietopalvelun Energia hinnat -tilastot. Hinnat ovat kokonaishintoja sisältäen verot ja maksut. Laskelmissa on käytetty seuraavia oletushintoja:

Sähkö, keskiarvo vuoden 2012 kuukausikohtaisista hinnoista:

- Kerrostalohuoneisto, sähkönkäyttö 2000 kWh/vuosi. Sähkön hinta 0,1759 eur/kWh. Tätä hintaa käytetään esimerkeissä kerrostalo- sekä öljylämmitteiselle omakotitalolle.
- Pientalo jossa huonekohtainen sähkölämmitys, sähkönkäyttö 18000 kWh/vuosi. Sähkön hinta 0,1247 eur/kWh. Tätä hintaa käytetään sähkölämmitteiselle omakotitalolle.
- Kerrostalo, kiinteistö sähkö (yritys ja yhteisöasiakkaat, kulutus alle 20 MWh/vuosi). Sähkön hinta 0,1175 eur/kWh

Kaukolämpö

Kaukolämmön hinta-arvio on keskiarvo vuoden 2012 alku- ja loppuvuoden hinnoista tyyppikerrostalolle. Oletushinta on 65,48 eur/MWh eli 0,06548 eur/kWh.

Kevyt polttoöljy

Kevyen polttoöljyn kuluttajahinta oli vuonna 2012 113,2 eur/MWh (0,1132 eur/kWh ja 1,1343 eur/l).

Energian hinnat luvun 3.3 laskelmissa

Laskelmassa on käytetty Motivan lämmitystapalaskurin oletushintoja energialle, jotka ovat:

Lämmityssähkö	11,9 c/kWh
Sähkö	12,7 c/kWh
Kaukolämpö	7,5 c/kWh
Puupelletti	259,5 eur/tn
Öljy	1,12 eur/l

Muut oletukset luvussa 3.3

Investoinnin laskenta-aikana on käytetty 20 vuotta ja diskonttauksen peruskorkona on käytetty 3 % ja herkkyytarkastelussa 8 %.

Esimerkkirakennuksen oletustiedot: rakennuksen pinta-ala 160 m², huoneistokorkeus 2,5 m, asukasmäärä 4, rakennuksen ikä: 1980-luku, rakennuksen sijainti I ja II Etelä-Suomi, käyttöveden lämmitysenergian tarve 4000 kWh/a, lämmitysenergian kokonaistarve 26000 kWh/a.

Lämmitystapojen hinnat, vuosihyötysuhde, investointikustannukset: puupelletti 259,5 €/tn, 84 %, 10000€; kaukolämpö 7,5 c/kWh, 95 %, 7000 €; sähkö 12,7 c/kWh; sähkölämmitys 11,9 c/kWh; maalämpö 3.0 cop, 15000 €, öljy 1,12 €/l, 85%, 9000 €. Ulkoilma-vesilämpöpumppu: lämpökerroin 2, osuus lämpöenergiasta 80 % investointikustannus 10000€.

Ilmastopaneeli

Poistoilmalämpöpumppu: lämpökerroin 3, osuus lämmitysenergiasta 60 %, investointikustannus 10000€. Tulisija: hyötysuhde 70%, käytetty polttopuun määrä 4 i-m3, ilmalämpöpumppu: investointikustannus 2000 €. Aurinkokeräin: pinta-ala 5 m2, vuosituotto 400 kWh/m2, investointikustannus 5000€.

Energian hintojen nousu vuodessa: puupelletti 7,4%, kaukolämpö 5,7%, sähkö 6,4 %, sähkölämmitys 6,4 %, öljy 10,9 % (herkkyystarkastelussa 6 %). Hintojen nousu perustuu tilastojen mukaiseen hinnannousuun viimeisen 10 vuoden ajalta.

Liite 3. Korjauskustannukset

Julkisivut

Lisälämmöneritys ulkoseinien peittävän korjauksen yhteydessä rivi- ja kerrostaloissa (Virta & Pylsy, 2011)

- kokonaiskustannus 120–190 € / huoneisto m², marginaalikustannukset 10–20 %
- kokonaiskustannus 90–140 € / kerros-m², marginaalikustannukset 10–20 %

Lämpörappaus vanhan rakenteen päälle (KIMU)

- kokonaiskustannus 130 € / US m², marginaalikustannukset 20 %
- kokonaiskustannus 80 kerros-m², marginaalikustannukset 20 %

Lisälämmöneritys ulkoseinien peittävän korjauksen yhteydessä kerrostaloissa (Aho, Matilainen & Hekkanen 2012)

- kokonaiskustannus 175 € / US m², marginaalikustannukset 25 %
- kokonaiskustannus 105 € / kerros-m², marginaalikustannukset 25 %

Kokonaiskustannukseen sisältyvät materiaalit, työ, hanke- ja työmaakustannukset sekä verot.

⇒ marginaalikustannuksina käytetään 25–35 € / kerros-m²

Ikkunoiden uusiminen

Ikkunoiden uusiminen (Virta & Pylsy, 2011)

- kokonaiskustannus 60–90 € / huoneisto m²
- kokonaiskustannus 35–55 € / kerros-m²

Ikkunoiden uusiminen (KIMU)

- kokonaiskustannus 80–100 € / huoneisto-m²
- kokonaiskustannus 60–75 kerros-m²

Ikkunoiden uusiminen (Aho, Matilainen & Hekkanen 2012)

- kokonaiskustannus 380 € / ikkuna m², marginaalikustannukset 20 %
- kokonaiskustannus 55 € / kerros-m², marginaalikustannukset 20 %

⇒ marginaalikustannuksina käytetään 0 € / kerros-m² koska periaatteen mukaisesti ikkunat uusitaan joka tapauksessa. Jo nyt on nähtävissä, että ikkunoista edullisimmat ovat uudisrakentamisen vaatimustason täyttävät, eniten kysytyt ikkunat.

Käyttöveden paineen alennus ja vettä säästävät vesikalusteet

Haastatteluvastausten perusteella

- kokonaiskustannus 7–12 € / huoneisto-m²
- kokonaiskustannus 5–10 € / kerros-m²

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto

Ilmanvaihdon uudistaminen (Virta & Pylsy, 2011)

- kokonaiskustannus 100–250 € / huoneisto m²
- kokonaiskustannus 75–190 € / kerros-m²

Ilmanvaihdon uudistaminen (KIMU)

- kokonaiskustannus 165–220 € / huoneisto-m²
- kokonaiskustannus 125–165 € / kerros-m²

Liite 3. jatkuu

Ilmanvaihdon uudistaminen (Aho, Matilainen & Hekkanen 2012). Marginaalikustannus on perusratkaisun ja mahdollisimman tehokkaalla LTO:lla varustetun järjestelmän kustannusero.

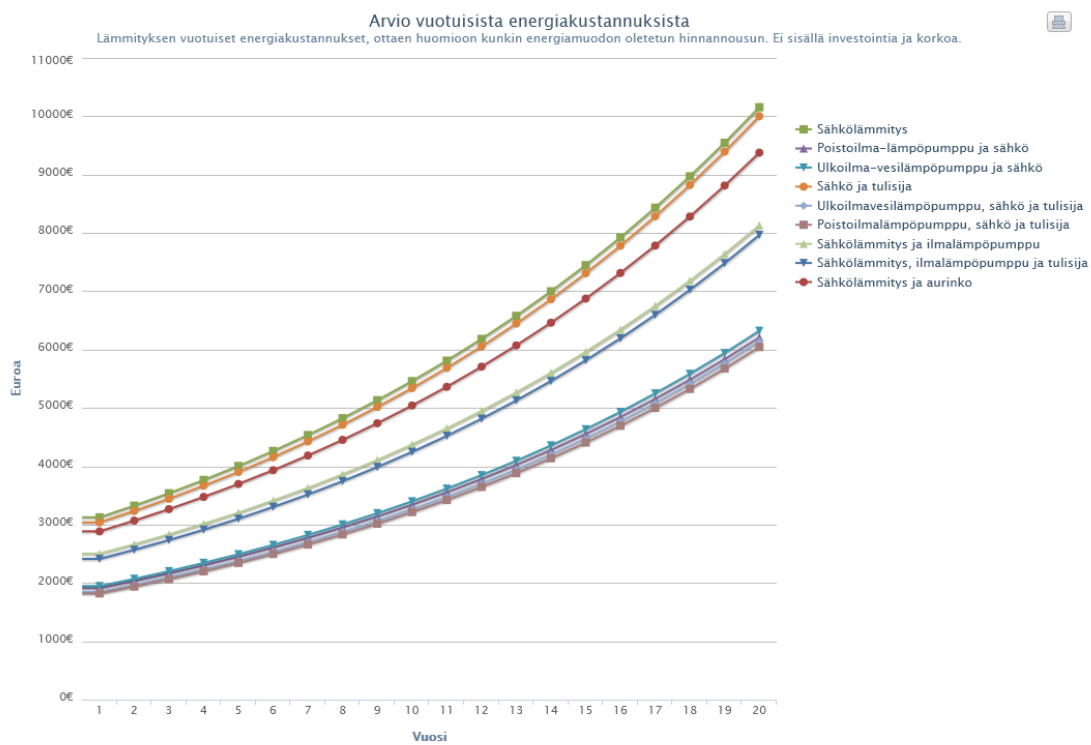
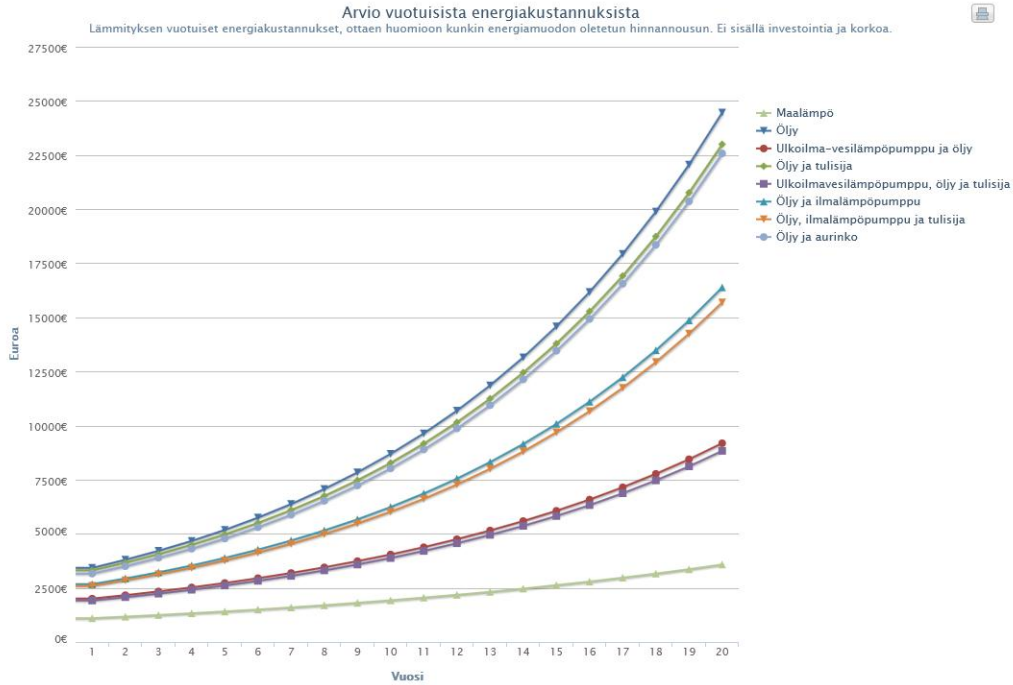
- kokonaiskustannus 165 € / huoneisto-US m², marginaalikustannukset 25 %
- kokonaiskustannus 125 € / kerros-m², marginaalikustannukset 25 %

Ilmanvaihdon uudistamisessa voi olla kysymys joko olemassa olevan järjestelmän korjaamisesta (esimerkiksi ilmanvaihtokoneen uusiminen) tai kokonaan uuden järjestelmän rakentamisesta. Mikäli näistä jompikumpi on päätetty joka tapauksessa tehdä, on marginaalikustannus 0 € / kerros-m². Tässä tarkastelussa marginaalikustannukseksi on laskettu perusratkaisun ja mahdollisimman tehokkaan LTO:n kustannusero.

⇒ marginaalikustannuksina käytetään 40–60 € / kerros-m²

Liite 4. Arvio esimerkkiomakotitalon eri lämmitystapojen vuotuisista kustannuksista

Energian hintojen nousu vuodessa: puupelletti 7,4 %, kaukolämpö 5,7 %, sähkö 6,4 %, sähkölämmitys 6,4 %, öljy 10,9 % (herkkyystarkastelussa 6 %). Hintojen nousu perustuu tilastojen mukaiseen hinnannousuun viimeisen 10 vuoden ajalta.



Liite 5. Lämmitysenergian ja sähkön säästö

Energiankäyttötottumuksilla ja kodin hankinnoilla saavutettava energiansäästö, laskelmien taustaoletukset:

- **Huonelämpötilan laskeminen 2 °C** arvioidaan vähentävän lämmitysenergian kulutusta 20 %. Suositeltava sisälämpötila on lämmityskaudella 20–21 °C.
- **Suihkuajan lyhentämisessä** oletettiin, että suihkun virtaama on 12 l/min, eli henkilöä kohden vettä säästyisi 24 litraa päivässä. Veden lämmityksen energiankulutukseksi arvioitiin lähtötilanteessa 256 kWh vuodessa henkilöä kohden.
- **Valaistuksen** lähtötilanteessa esimerkkitalouksien valaistus oletettiin toteutetun loisteputkilla, pienoisloistelampuilla ja vähäisessä määrin hehkulamppujen avulla. Vertailulaskelmassa oletettiin, että sama valaistusteho toteutettaisiin led-lampuilla ja valaistusaika pidettäisiin samana. Loisteputkiin ja pienoisloistelamppuihin verrattuna oletettiin, että ledit tuottavat saman valotehon puolella edellä mainittujen sähkönkulutuksesta. Hehkulamppuihin verrattuna ledien energiankulutus arvioitiin kymmenesosaksi.
- **Kodinelektroniikan** yhteenlasketuksi lepovirtatehoksi oletettiin 40 m² kerrostalohuoneistossa 10 W, 80 m² huoneistossa 16 W ja omakotitaloissa 30 W. Valmiustilan oletetaan kuluttavan sähköä 20 tuntia vuorokaudessa. Tällöin lepovirtakulutus muodostaa lähtötilanteessa 4–5 % esimerkkitalouksien laitesähkön kulutuksesta. Arvioitu lepovirtakulutus on maltillinen verrattuna esimerkiksi De Almeidan ym. (2008) tutkimukseen, jossa lepovirtakulutuksen arvioitiin olevan 11 % kotitalouksien sähkönkulutuksesta (pl. lämmitys). Muu elektroniikan kulutus koostui televisioista, digisovittimissa, tietokoneista, äänentoistolaitteista ja pelikoneista (esim. Playstation tai Wii). Lepovirran katkaisun lisäksi elektroniikkalaitteiden päivittäisiä käyttöaikoja lyhennettiin. Käyttöajan lyhentäminen voi tarkoittaa esim. television ja tietokoneen sammuttamista silloin kun niitä ei käytetä.
- **Saunanlämmityskertoja** vähennettiin lähtötilanteesta noin puoleen ja käyttöaikoja lyhennettiin. Käyttöajan lyhentäminen ei välttämättä tarkoita itse saunomisajan vähentämistä. Kun saunaan mennään heti saunomislämpötilan ollessa sopiva ja hyödynnetään myös jälkilämpö, ei kiuas lämmitä tyhjää saunaa. Saunomiskerrat vähennettiin kahden henkilön taloudessa alle kertaan viikossa ja neljän hengen talouksissa reiluun kertaan viikossa. Kodin energiaoppaan (Työtehoseura) mukaan tunnin saunomisaika 4 kertaa viikossa (6 kW:n kiuas) vie sähköä noin 1800 kWh vuodessa. Tämä on noin kolmannes nelihenkisen esimerkkiperheen vuotuisesta sähkönkulutuksesta.
- **Auton moottorin esilämmitys** pakkasella on järkevää (ks. esim. Motiva 2013, Vältä kylmäkäynnistys, muista esilämmitys). Riittävä lämmitysaika on kuitenkin 10–20 asteen pakkasella kaksi tuntia ja lauhemmalla säällä vähemmän. Laskelmassa oletettiin, että moottorin esilämmitystä käytetään edelleen 180 päivänä vuodessa mutta keskimääräinen lämmitysaika lasketaan reilusta kahdesta tunnista vajaaseen kahteen tuntiin.
- **Kylmälaitteiden siirto** pois lämmönlähteiden kuten suoran auringonpaisteen, uunin ja astianpesukoneen vierestä säästää arviolta 10 % energiaa. Kylmälaitteiden energiankulutukseen voi vaikuttaa myös jäädyttämällä säilytettävät elintarvikkeet ennen jääkaappiin laittoa, sulattamalla pakastimen säännöllisesti sekä säätämällä säilytyslämpötilat asianmukaisiksi.
- Mikäli **kylmälaitteiden vaihto** on ajankohtainen, vaihtamalla laitteet markkinoiden energiatehokkaimpiin, putoaa sähkönkulutus lähtötilanteeseen verrattuna noin kolmasosaan. Esimerkiksi jos kerrostalohuoneiston jääkappi-pakastin kuluttaa lähtötilanteessa 431 kWh sähköä, markkinoiden paras vastaava tuote kuluttaa valmistajan ilmoituksen mukaan 130 kWh.

- **Pyykkihuellossa** arvioitiin, että pesukerroista voidaan vähentää noin puolet, mikäli pestäisiin täysiä koneellisia. Aallon (2002) tutkimuksessa pesukoneen keskimääräinen täyttö tutkituissa suomalaisissa kotitalouksissa oli 2,6 kg. Pesun lisäksi osa pyykin rumpukuivauksesta korvattiin kuivaukseen ulkona pyykkinarulla. Pyykin rumpukuivauksen osuus pyykinkäsittelyn sähkön kulutuksesta arvioitiin pesua korkeammaksi.

Liite 5 jatkuu

Käyttötottumusten energian säästötoimet. Taulukoissa on esitetty sekä energian säästö kWh/vuosi että kasvihuonekaasupäästöjen vähennys.

Toiminnan muutos, ei kustannuksia, säästöpotentiaali kWh/v	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Sisälämpötilan lasku 2 °C lämmityskaudella kWh/v	597	1 194	2 008	2 509
Suihkuaikojen lyhentäminen kWh/v	256	511	1 022	1 278
Kodin elektroniikka, lepovirtakulutus nolnaan ja käyttöaikojen lyhentäminen	182	234	379	379
Auton moottorin esilämmitys, vähennä yli pitkä lämmitystä esim. kello- kytkimen avulla (arvio säästetyistä lämmitystunneista 100 h vuodessa)	60	60	60	60
Kylmälaitteet, siirto pois lämmönlähteiden vierestä	38	39	53	53
Pyykkihuolto, pese täysiä koneellisia mutta harvemmin ja kuivaa pyykkiä useammin ulkona	29	43	273	273
Saunan lämmityskertojen harventaminen sekä kiukaan päälläoloajan vähennys noin puoleen	-	301	498	498
Yhteensä, toiminnan muutosten säästöpotentiaali, kWh/v	1 163	2 382	4 292	5 049
Kodin hankintoihin liittyvä säästöpotentiaali, kWh/v	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Vettä säästävät hanat ja suihkupäät, arvioitu veden säästö 30 % kWh/v	287	575	1 150	1 437
Valaistus, vaihto led-lamppuihin kWh/v	103	205	688	688
Kylmälaitteet, vaihto markkinoiden energiatehokkaimpiin laitteisiin kWh/v	300	320	393	393
Yhteensä, hankintojen energiansäästöpotentiaali, kWh/v	691	1 100	2 230	2 518
Toiminnan muutosten ja hankintojen säästöpotentiaali yhteensä	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Lämmitysenergian säästö (sis. lämmin käyttövesi) kWh/v	1 064	2 127	3 873	4 841
eur/v	70	139	483	548
Laitesähkön säästö (laitteet, valaistus, kylmälaitteet) kWh/v	653	1 142	2 283	2 283
kWh/v, % lähtötilanteesta	47 %	45 %	42 %	42 %
eur/v	115	201	285	402
Kiinteistösähkön säästö (auton lämmitys) kWh/v	60	60	60	60
eur/v	7	7	7	11

Ilmastopaneeli

Toiminnan muutos	Kkh-päästövähennyspotentiaali vuodessa CO ₂ e kg			
	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Sisälämpötilan lasku 2 °C lämmityskaudella	179	358	745	804
Suihkuaikojen lyhentäminen	77	153	379	409
Kodin elektroniikka, lepovirtakulutus nolnaan ja käyttöaikojen lyhentäminen	68	87	141	141
Auton moottorin esilämmitys, vähennä ylipitkää lämmitystä esim. kellokytkimen avulla (arvio säästetyistä lämmitystunneista 100 h vuodessa)	22	22	22	22
Kylmälaitteet, siirto pois lämmönlähteiden vierestä	14	14	19	19
Pyykkihuolto, pese täysisiä koneellisia mutta harvemmin ja kuivaa pyykkiä useammin ulkona	11	16	101	101
Saunan lämmityskertojen harventaminen sekä kiukaan päälläoloajan vähennys noin puoleen	-	112	185	185
Kodin hankintoihin liittyvä kkh-päästövähennyspotentiaali	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Vihreä sähkösopimus omaan kotiin	491	899	10 796	2 633
Vihreä sähkösopimus taloyhtiölle (huomiodaan vähennyksenä vain oma osuus)	253	505	-	-
Vettä säästävät hanat ja suihkupäät, arvioitu veden säästö 30 %	86	172	427	460
Valaistus, vaihto led-lamppuihin	38	76	255	255
Kylmälaitteet, vaihto markkinoiden energiatehokkaimpiin laitteisiin	111	119	146	146
Toiminnan muutos ja hankinnat, kkh-päästövähennyspotentiaali yhteensä	Kt_40	Kt_80	Okt_160_s	Okt_160_ö
Lämmityksen säästö (sis. lämmin käyttövesi) CO ₂ e kg/v	319	638	1 437	1 551
Laitesähkön säästö CO ₂ e kg/v	242	424	847	847
Kiinteistösähkön säästö CO ₂ e kg/v	22	22	22	22
Vihreään sähkön siirtyminen (kotona ja taloyhtiössä yht., ilman sähkösäästötoimia) CO ₂ e kg/v	744	1 404	10 796	2 633

Liite 6. Energiaa säästävät hankinnat

Kylmälaitteiden kustannusvertailu:

Esimerkkitalouksista kerrostalohuoneistojen kylmälaitteiksi on oletettu jääkaappipakastin ja omakotitalojen kylmälaitteiksi erilliset jääkaappi ja pakastin.

Kylmälaitteiden vertailu/Gigantin verkkokauppa 16.12.2013, mahdollisia rahoituskustannuksia ei huomioitu		
	eur	kWh/v
Jääkaappipakastimet		
Whirlpool A+, tilavuus: 194/113 l	289	297
Gorenje A+++, tilavuus: 225/94 l	699	153
Erotus, eur	410	
Kustannus, eur/vuosi (10 vuoden käyttöikä)	41	
Jääkaappien vertailu		
Electrolux A+, tilavuus 320 l	499	147
Bosch A+++, tilavuus 346 l	799	75
Erotus, eur	300	
Kustannus, eur/vuosi (10 vuoden käyttöikä)	30	
Pakastimien vertailu		
Hotpoint A+, tilavuus 220 l	599	299
Bosch A+++, tilavuus 237 l	995	141
Erotus, eur	396	
Kustannus, eur/vuosi (10 vuoden käyttöikä)	40	

Valaisinhankintojen kustannusvertailu:

Oletetaan, että saman valotehon tuottamiseksi pienoisloistelampun tehon tulee olla kaksinkertainen led-polttimeen verrattuna.

Ilmastopaneeli

Led- ja pienoisloistelamppujen (CFL) kustannusvertailu				
Led-teho	8 W			
Led-hankintahinta/8 W	17 eur			
Led-käyttöaika	25000 h			
Led-käyttöaika vuosissa (jos 5 h/pv)	14 vuotta			
Hankintahinnan vuosikulu	1,241 eur/vuosi			
eur/led W/vuosi	0,155 eur			
Led-valaistuksen (valotehoa yhteensä 37 W) hankinta 40 m ² huoneistoon, eur/v	5,66 eur/vuosi			
Led-valaistuksen sähkönkulutuksen (67 kWh) kustannus 40 m ² huoneistoon, eur/v	11,72 eur/vuosi			
CFL-teho	8 W			
CFL-hankintahinta/8 W	1 eur			
CFL-käyttöaika	10000 h			
CFL-käyttöaika vuosissa (jos 5 h/pv)	5 vuotta			
Hankintahinnan vuosikulu	0,183 eur/vuosi			
eur/CFL W/vuosi	0,023 eur			
CFL-valaistuksen (valotehoa yhteensä 73 W) hankinta 40 m ² huoneistoon, eur/v	1,665 eur/vuosi			
CFL-valaistuksen sähkönkulutuksen (133 kWh) kustannus 40 m ² huoneistoon, eur/v	23,43 eur/vuosi			
Lähde: Huuhtanen 2013/ Ilmastotohtorin blogi sekä Verkkokauppa.com:n valaisinvalikoima 19.12.2013				

OSA 4: KULUTTAJAN MAHDOLLISUUDET VÄHENTÄÄ LIKKUMISEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJÄ

Jyri Seppälä¹, Marja Salo¹, Juhani Laurikko², Ari Nissinen¹, Heikki Liimatainen³

¹Suomen ympäristökeskus SYKE, ²Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT, ³Tampereen teknillinen yliopisto TTY

1. Johdanto

Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2011 olivat noin 13,2 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia. Määrä vastaa noin 20 prosenttia Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Liikenteen kokonaispäästöistä tieliikenteen osuus oli 88 %, raideliikenteen 1 %, lentoliikenteen 2 %, vesiliikenteen 4 % ja työkoneiden 5 % (LVM 2012). Yksityisautoilun hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2010 runsaat 5 miljoonaa tonnia. Päästö määrä on suurempi kuin ammattimaisen maaliikenteen, jonka hiilidioksidipäästöt olivat hieman yli 4 miljoonaa tonnia (Tilastokeskus 2013).

Suomalaisten kotimaanmatkojen matkasuorite on keskimäärin noin 41 km vuorokaudessa (Henkilöliikennetutkimus HLT 2010–2011). Vuosituhannen vaihteeseen verrattuna keskimääräinen kotimaanmatkasuorite on kasvanut vajaan kilometrin. Kotimaan matkojen henkilöliikennesuoritteesta henkilöauton osuus on lähes 30 km. Suoritteessa on mukana kotimaan pitkät matkat mutta ei ulkomaanmatkoja. Tilastokeskuksen (SVT, Liikennetilastollinen vuosikirja 2012) mukaan Suomessa ajettiin henkilöautolla vuonna 2011 46 780 miljoonaa ajoneuvokilometriä. Kilometrimäärä on yli kaksinkertaistunut vuodesta 1980 ja 2011 verrattuna. Henkilöauton käyttömahdollisuus vaikuttaa matkasuoritteeseen ja kulkutapajakaumaan. Autottomiin talouksiin (eli talouksiin, joiden käytettävissä ei ole yhtään henkilöautoa) kuuluu 16,7 % suomalaisista (HLT 2010–2011).

Suomalaiset tekevät vuodessa lähes 10 miljoonaa ulkomaanmatkaa, näistä vapaa-ajanmatkoja on 7,8 miljoonaa (SVT, Suomalaisten matkailu 2012). Henkilöliikennetutkimuksen (2012) mukaan puolet yli sata kilometriä pitkistä ulkomaanmatkoista tehdään lentäen.

ENVIMAT-mallin (Seppälä ym. 2009) mukaan kotitalouksien kulutuksen liikenteen ilmastovaikutukset liikennevälineiden käytöstä ja hankinnoista olivat vuonna 2005 keskimäärin henkilöä kohden noin 1,9 t kg CO₂ e vuodessa. Henkilöautolla ajo muodostaa ENVIMAT-mallin mukaan päästöistä noin 70 %. Loput muodostuvat joukkoliikenteestä, kuljetuspalveluista ja valmismatkoista. Liikkuminen on asumisen ja ruoan ohella yksityisen kulutuksen ja kulutusvalintojen ilmastovaikutusten keskeinen tekijä (ks. esim. Seppälä ym. 2009, Hertwich ja Peters 2009, Heinonen ja Junnila 2010).

Tämän raportin tarkoituksena on tuoda näkyviin mahdollisuuksia, joilla yksittäinen kansalainen voi pienentää hiilijalanjälkeään liikkumisessa.

2. Keinot vähentää liikkumisen päästöjä

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen edellyttää sekä uuden tekniikan ja vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönottoa että muutoksia kulkutavoissa ja matkasuoritteessa (Chapman 2007). Suomalaisten liikkumisessa henkilöauto on keskeisessä asemassa sekä päästöjen että matkasuoritteen näkökulmasta. Tämän vuoksi muutokset erityisesti henkilöautoilussa ovat edellytys liikenteen päästöjen vähentämiselle (ks. esim. Nissinen ym. 2012). Tässä selvityksessä tarkastellaan ensiksi auton ja

käyttövoiman valintaa. Toiseksi tarkastellaan kuinka liikkumisen päästöjä voi vähentää omilla kulkutapavalinnoilla ja autonkäyttötottumuksilla.

2.1. Henkilöauton ja polttoaineen valinta

Uuden auton valinta on tieliikenteen päästöjen kehityksen kannalta kriittinen, koska autot pysyvät liikenteessä pitkään. Suomessa henkilöautot ovat keskimäärin 18 vuotta käytössä. Jos auton keskimääräinen päästö on 180 g CO₂/km ja sillä ajetaan koko elinkaaren ajalta 300 000 km, niin auton käytön aikaiset päästöt aiheuttavat koko auton elinkaarisista (auton ja polttoaineen valmistukset mukaan lukien) kasvihuonekaasupäästöistä noin 90 % (Kujanpää 2008).

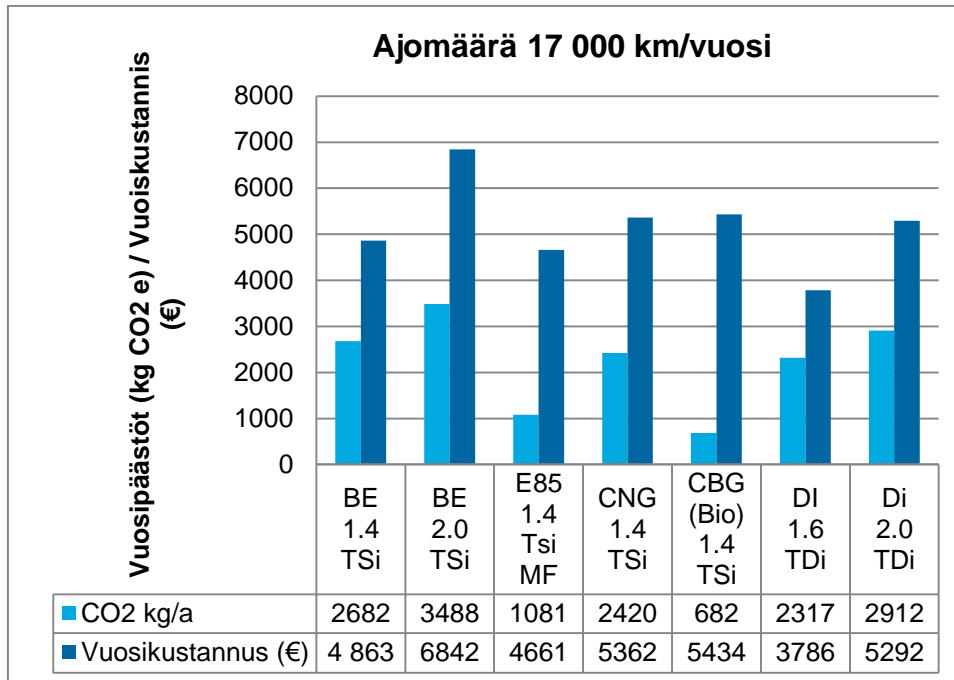
Valittavan uuden auton tulisi olla mahdollisimman energiatehokas polttoaineen valinnasta riippumatta. Auton energiatehokkuuteen vaikuttavat auton teho, moottoriteknologia, aerodynamiikka ja paino. Mitä keveämpi auto, sen vähemmän sen liikuttaminen vaatii energiaa. Paino liittyy olennaisesti auton kokoon, minkä takia kuluttajan tulisi pystyä valitsemaan käyttötarkoitukseensa kooltaan ja tehoiltaan mahdollisimman pienen auton. Käytännössä tämä näkyy siten, että saman polttoaineperustan omaava auto aiheuttaa pääsääntöisesti sitä pienemmän päästön mitä pienempi auton koko ja moottoriteho ovat. Poikkeuksia tähän nyrkkisääntöön tuo muun muassa kehittynyt hybridimoottoriteknologia.

Polttoaineen valinta määrää auton energiatehokkuuden lisäksi sen lopullisen teoreettisen kasvihuonekaasupäästötason. Polttoaineiden paremmuutta voidaan arvioida tarkastelemalla saman automerkin eri malleja, joissa on erilaisia vaihtoehtoisia polttoaineita. Volkswagen Passatilta löytyy sekä bensiini-, diesel-, etanoli- (RE85) ja kaasumallit. Näiden paremmuutta päästöjen ja kustannusten näkökulmasta on arvioitu liitteessä 1. Kustannuksissa on huomioitu auton arvon alenema, ajoneuvovero sekä polttoaine. Keskimääräiseen autokantaan verrattuna 1.4 litran bensiini Passat aiheuttaa lähes neljänneksen vähemmän päästöjä ja 1.6 litran diesel lähes kolmanneksen vähemmän (LIPASTO, vuoden 2011 autokanta). Uusiutuvia polttoaineita käytettävällä RE 85 polttoaineella ajettaessa ilmastovaikutukset putoavat keskimääräiseen bensiiniautoon verrattuna lähes 70 % ja biokaasulla 80 %. Vertailun vuosikustannuksiltaan edullisin malli on manuaalivaiheinen 1.6 litran diesel. Toisen sukupolven dieselpolttoainetta käytettäessä päästöjen lopputulos vaihtelee huomattavasti raaka-ainepohjan perusteella. Päästövähennys on parhaimmillaan biokaasun suuruusluokkaa. Biokaasun huomattavasti paremman päästötuloksen vastapainona on noin 7 prosenttia korkeampi polttoaineen hinta maakaasuun nähden (kuva 1). Biokaasun ja osittain myös jättepohjaisen RE85 -polttoaineen täysimääräistä hyödyntämistä rajoittaa niiden maantieteellisesti rajoittunut jakeluverkosto (joka paranee koko ajan). Toisaalta kummankin laajamittaiseen käyttöön liittyy myös ilmastoystävällisen raaka-ainepohjan riittämättömyys.

Kuvan 1 tuloksia vertailtaessa on tärkeää ymmärtää, että biopolttoaineiden elinkaariset päästöt voivat vaihdella huomattavastikin saman polttoaineen kohdalla tuoteketjun eroista johtuen. Erityisesti biopolttoaineketjujen elinkaarisiin ilmastovaikutuksiin liittyy kiistanalaisuutta, koska yleisesti käytetyissä elinkaarilaskelmissa ei ole mukana maankäytön epäsuoria vaikutuksia (EU 2013).

Markkinoilla on nykyisin saatavissa bensiini, kaasu- ja dieselautoja, joiden päästötaso on alempi kuin kuvassa 1 esitettyjen Passat -mallien (Trafi 2014). Bensiinikäyttöisissä saman kokoluokan autoista löytyy hankintahinnaltaan farmarihybridimalli, jonka ilmoitetut yhdistetyt päästöt ovat 38 % pienemmät ja hankintahinnaltaan on noin 10 % kalliimpi kuin kuvan mallin BE 1.4 TSi. Perheautoluokasta löytyy myös 42 % kalliimpi ladattava hybridi (ns. plug in hybridi), jonka yhdistetty bensiinin kulutuksen päästö on noin 58 % pienempi kuin BE 1.4 TSi -mallin (kun sähköllä ajon osuus on 20 km, sähkötarve on 20 kWh/100 km ja sähköön päästökertoimenä on käytetty 223 g CO₂ /kWh (Motiva 2014)). Pikkuautojen luokassa

Ilmastopaneeli



Kuva 1. Volkswagen Passatin eri mallien kustannushyöty päästöjen vähentämisessä kun lähtökohtana on 17 000 km ajomäärä vuodessa. Kustannuksissa on huomioitu auton arvon alenema, ajoneuvovero sekä polttoaine (ks. liite 1). Käytetyt lyhenteet: BE = bensiini 95E10, E85 = jätöpohjaista etanolia 85 %, CNG = maakaasu, CGN (Bio) = biokaasu, Di =diesel. Numeroarvot (esim. 1.4) kertoo moottorin tilavuuden. MF tarkoittaa manuaalivaihteistoa. Päästöissä on otettu huomioon koko polttoaineketjun kasvihuonekaasupäästövaikutus (ks. liite 1).

päästään bensiinillä (hybridi) parhaimmillaan jopa 43 % pienempään päästötasoon vertailuautoon nähden ja hankintahinta on 24 % halvempi.

Pienemmästä perheautojen ja varsinaisesta perheautojen kokoluokasta löytyvät dieselpersot, joiden hankintahinnat ovat noin 15 % halvempia kuin BE 1.4 TSi –mallin ja yhdistetyt päästöt noin 35-38 % pienemmät. Passatin dieselmallin (Di 1.6 TDi) nähden näiden päästöt ovat 20 % pienemmät ja hinnat 11-13 % halvemmat. Nykyisin löytyy myös katumaastureiden joukosta dieselpohjainen plug in –hybridi (kulkee n. 50 km pelkällä lataussähköllä), jonka yhdistetyt päästöt ovat diesel-vertailuautoon nähden lähes 40 % pienemmät, mutta hankintahinta on vastaavasti 41 % kalliimpi.

Kaasuautoissa löytyy energiakulutukseltaan 33 % tehokkaampi pikkuauto kuin mitä Passatin kaasuvertiluauto (CNG 1.4 TSi) on ja pikkuauton hankintahinta on yli puolet halvempi (16 700 euroa). Käyttämällä ko. autoon biokaasua (Gasum) päästökäsi saadaan yhdistelmäkulutukseksi alle 30 g CO₂/km. Päästövähennys vertailu-autoon (BE 1.4.TSi) on jopa 80 %.

Markkinoilla on nykyisin sähköautoja, joiden päästötaso nykyisen keskimääräisen sähkön päästökertoimella on noin 45 g CO₂/km. Pienemmän perheautokokoluokan sähköautolla saavutetaan vertailubensiiniautoon (BE 1.4 TSi) noin 60 % -päästövähennys, tosin noin 40 % kalliimmalla hankintahinnalla. Päästöä voi vähentää ajoittamalla latauksen ajankohtaa, jolloin sähkönkulutus on muutoin vähäistä tai käyttämällä uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä: Periaatteessa vihreä sähkö sopimuksella on myös mahdollista vähentää sähköautoilun ajopäästöjä nykytilanteessa. Sitä

mukaa kun ilmastonmuutoksen hillintätoimet vähentävät valtakunnanverkon sähkön ominaispäästökerrointa, sähköautoilun päästöetu muihin polttoaineisiin kasvaa. Toisaalta sähköauton valmistuksen päästöt akkuineen aiheuttaa enemmän päästöjä kuin perinteisen polttomoottoriauton valmistaminen. Sähköauton pitempi teoreettinen kesto aika autokannassa kompensoi kuitenkin suurempia valmistuspäästöjä. Lisäongelman jatkossa tuo nykyisen akkumateriaalien raaka-ainepohjan riittävyys ja akkuteknologian hidas kehitys. Tämä on johtanut siihen, että vetyauto on myös yksi tulevaisuuden varteenotettava polttoaine suoran sähkön sijaan.

Lähitulevaisuudessa nykyisen dieselautokannan kasvihuonekaasupäästöjä voitaneen vaikuttaa merkittävästi metsäpohjaisen kotimaisen biodieselin valmistuksen kautta. Näin voidaan sanoa, vaikka biopohjaisten polttoaineiden kestävyysnäkökohdat ovat olleet voimakkaan kritiikin kohteena EU:ssa. Kritiikki kohdistuu etenkin pelto- ja palmuöljypohjaisten biopolttoaineiden ilmastonäkökohtiin. Biojättepohjaisen biokaasun suhteen ilmastonäkökohtien eduista on kuitenkin olemassa selvä konsensus.

Edellä ei ole otettu kantaa muihin autoilun kuluihin kuin hankintakuluihin. Pääomakulut ovat kuitenkin suurin autoilun yksittäinen kuluerä, suurempi kuin polttoaineen kulutus. Käytännössä tilanne on se, että mitä pienemmät auton kasvihuonekaasupäästöt ovat, sitä pienemmät ovat autoilun polttoainekulut. Lisäksi vuosittain maksettava ajoneuvovero myös tukee myös vähäpäästöisten autojen valintaa. (poikkeuksena sähköautojen verotus, joille määrätty käyttövoimaveron on epälooginen päästönäkökulmasta). Toisaalta ohjausvaikutus ei ole pienten vuosimaksueröjen takia kovin suuri. Tämä lisäksi autojen koko elinkaaren kustannukseen vaikuttavat eri automerkkien hieman erilaiset huoltokulut ja yleinen arvotus, joka näkyy automerkkien ja mallien erilaisina jälleenmyyntiarvoina.

2.2. Kulkutapavalinnat ja viisas liikkuminen

Tässä yhteydessä arvioidaan kuinka paljon liikenteen hiilidioksidipäästöt vähenevät ns. viisaan liikkumisen keinoin (Motiva, viisaan liikkujan valinnat). Viisaalla liikkumisella tarkoitetaan keinoja pienentää liikkumisesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia. Keinoina on esimerkiksi vähentää liikkumistarvetta, suosia kestäviä kulkutapoja ja taloudellista ajotapaa.

Arvioinnin lähtökohtana on Henkilöliikennetutkimuksen 2010–2011 [HLT] tulos suomalaisten liikkumistottumuksista. Tutkimuksessa selvitettiin matkasuorite ja kulkutapajakauma autonkäyttömahdollisuus huomioiden (taulukko 2). Jos vastaajan käytössä oli henkilöauto aina tai lähes aina, vuorokauden kotimaanmatkasuorite oli yli 47. Henkilöautolla näistä kilometreistä liikuttiin lähes 41 km. Henkilöillä, joilla auto ei ollut koskaan käytössä, matkasuorite oli 18,5 km. Tästä henkilöauton osuus oli 8,5 km.

Viisaan liikkumisen vaikutus arvioitiin laskemalla, paljonko päästöt vähenevät lähtötilanteeseen verrattuna erilaisilla kulkutapamuutoksilla ja muilla viisaan liikkumisen keinoilla (taulukko 3). Jos henkilöauto on käytössä aina tai lähes aina, henkilöautokilometrejä kertyy lähtötilanteessa lähes 15 000 vuodessa, 10 % vähennys tarkoittaa siis taulukossa 1 500 km vuodessa. Jos kaikki taulukossa esitetyt toimet henkilöauton käytön vähentämiseksi tehtäisiin, henkilöautokilometrejä jää jäljelle noin 9 000 vuodessa.

Henkilöautolla ajon keskimääräiseksi päästökseen on laskelmassa oletettu 167 g CO₂ e/ajoneuvokm, linja-autolle (dieselbussi, kaupunkiajo) 58 g CO₂ e/matkustajakm. Tieliikenteen päästöjen lähteenä on käytetty VTT:n LIPASTO-tietokantaa. Edellä mainitut keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt perustuvat vuoden 2011 Suomen ajoneuvokantaan. Päästökertoimet kattavat ainoastaan ajonaikaiset päästöt, eivät siis ajoneuvon valmistusta tai polttoaineen tuotantoketjussa syntyviä päästöjä.

Ilmastopaneeli

Liikkumisen päästöjä sekä kulkutapamuutoksia koskevissa laskelmissa (taulukot 2 ja 3 sekä kuva 2) raideliikenteen eli junan, metron ja raitiovanun päästö on laskennallisesti nolla, sillä liikennöinnissä käytettävä sähkö on tuotettu vesivoimalla (HKL 2013, VR 2013). Koska vihreän sähkön nollapäästöisyyttä voidaan pitää kiistanalaisena, vertailun vuoksi taulukossa 1 on esitetty raideliikenteen matkustajakilometriä kohden laskettu sähkönkulutus (HKL 2013, LIPASTO-tietokanta) sekä kasvihuonekaasupäästöt, mikäli sähkön päästökertoimeksi oletettaisiin Suomen keskivertosähkön päästökerroin 223 g/kWh (Motiva 2014). Toisaalta julkisten kulkuneuvojen nollapäästöisyyttä puoltaa vihreästä sähköstä riippumatta niiden vapaa, jo liikenteessä oleva matkustajakapasiteetin käyttö.

Liikkumisvalintojen laskelmassa (taulukko 3 ja kuva 2) on oletettu, että korvattaessa henkilöautoilua joukkoliikenteellä, korvaavan matkan pituus on 1,2 x henkilöautolla ajettava kilometrimäärä. Henkilöauton keskiuormitukseksi oletetaan 1,7 henkilöä (HLT 2010–2011), mikäli muuta ei ole mainittu.

Taulukko 1. Raideliikenteen matkustajakilometriä kohden laskettu sähkönkulutus sekä kasvihuonekaasupäästöt, mikäli sähkön päästökertoimeksi oletetaan Suomen sähköntuotannon keskimääräinen päästökerroin.

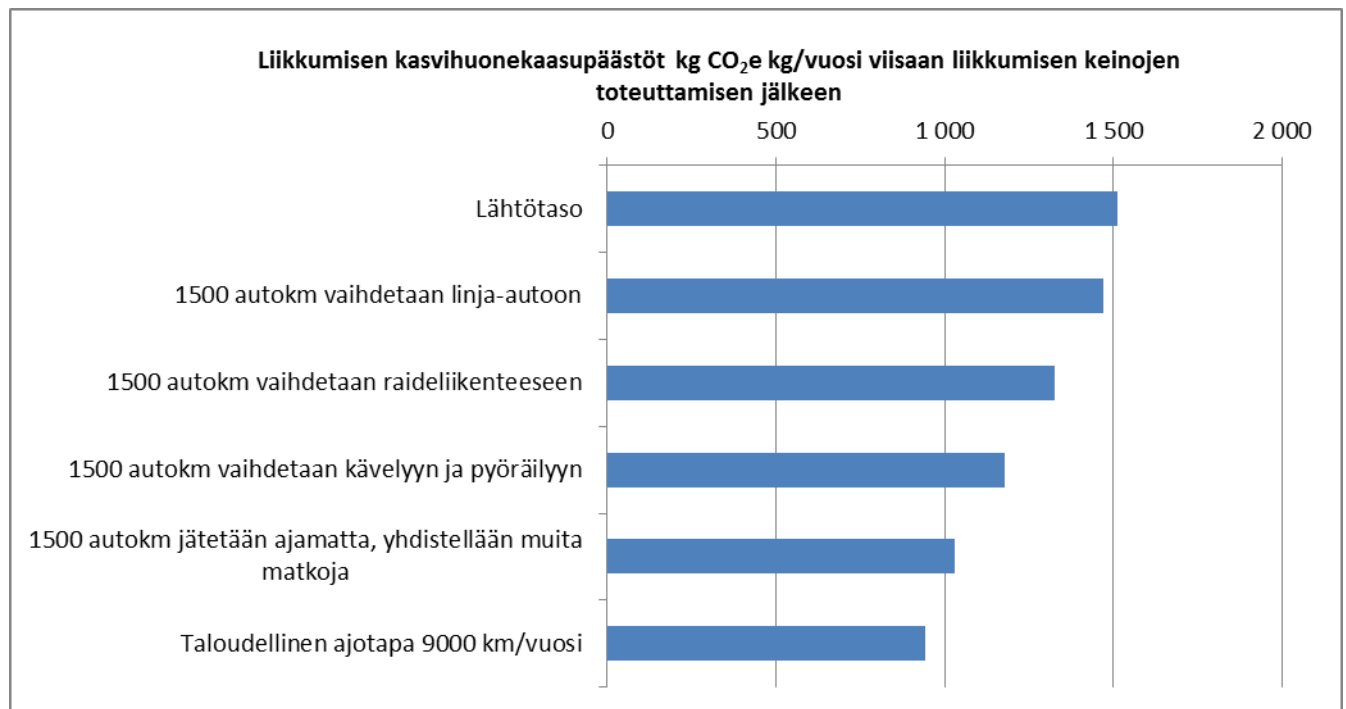
Raideliikenteen sähkönkulutus ja kasvihuonekaasupäästöt			
Liikenneväline	kWh/mkm	CO ₂ g/mkm, jos Suomen keskiverto-sähkö (223g/kWh)	Sähkönkulutuksen lähde.
raitiovaunu	0,24	54	Liikennöinnin sähkönkulutus 2012
metro	0,11	25	HKL:n ympäristöraportti
lähijuna (Sm4)	0,09	21	Ajolangasta otettu sähkö, LIPASTO-
intercity	0,06	14	laskentajärjestelmä, tiedot vuodelta
pendolino	0,10	22	2007

Taulukko 2. Suomalaisen kotimaan matkasuorite (matkasuoritteen lähde: HLT 2010–2011) autonkäyttömahdollisuuden mukaan sekä suoritteen perusteella arvioidut vuotuiset ilmastovaikutukset.

Matkasuorite km/vrk henkilöauton käyttömahdollisuuden mukaan, kun henkilöauto on käytettävissä:				
Kulkutapa	aina tai lähes aina	joskus	ei koskaan	kaikki
henkilöauto, matkustaja	7,5	10,5	8,2	10,7
henkilöauto kuljettaja	33,4	7	0,3	24,3
juna	2,5	7	2,1	3,2
linja-auto	2,2	5	3,4	3,5
metro ja raitiovaunu	0,1	0,7	0,5	0,3
polkupyörä	0,5	1,5	0,8	0,9
jalankulku	1	1,5	1,3	1,2
muu	4,9	3,6	2,1	4,5
yhteensä km/vrk	47,2	36,7	18,5	48,4
Liikkumisen päästöt vuodessa CO₂ e kg (pl. Kulkutapa "muu")	1 513	733	377	1 329

Taulukko 3. Liikkumisvalinnat ja niiden potentiaali vähentää ilmastovaikutuksia.

Päästövähennys CO ₂ e kg/hlö/vuosi, henkilöauton käyttömahdollisuuden mukaan, kun henkilöauto on käytettävissä:				
	aina tai lähes aina	joskus	ei koskaan	kaikki
Liikkumisen päästöjen lähtötilanne CO ₂ e kg/hlö/vuosi	1 513	733	377	1 329
Päästövähennyskeinot	Päästövähennys CO ₂ e kg/hlö/vuosi			
10 % henkilöauto km:stä vaihto linja-autoon	43	18	9	37
10% henkilöauto km:stä vaihto raideliikenne	147	63	30	125
10 % henkilöauto km:stä vaihto kävelyyn ja pyöräilyyn	147	63	30	125
10 % henkilöauto km:stä pois (matkojen yhdistely, lähiasiointi ym.)	147	63	30	125
Fiksu ajotapa (Motiva, säästöä 5-15 %), jos kilometrejä 9000 vuodessa	88			
10 % linja-auto km:stä vaihto kävelyyn ja pyöräilyyn			7	
vähennys yhteensä CO ₂ e kg/vuosi	571	207	108	413



Kuva 2. Liikkumisen (kg CO₂ e/henkilö) kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaali kun henkilöautolla liikkumista on vähennetty 15 000 kilometristä 9 000 kilometriin hyödyntämällä muita kulkutapoja sekä vähentämällä liikkumistarvetta ja ajamalla taloudellisesti (vrt. taulukot 2 ja 3).

Taloudellisen ajotavan säästöpotentiaalia on selvitetty useissa tutkimuksissa. Motivan arvioiden mukaan säästöä voidaan saavuttaa noin 5–15 %. Myös Barkenbus (2010) esittää taloudellisen ajotavan säästävän keskimäärin 10 %. VTT:n koordinoimassa TransEco-tutkimusohjelmassa (2013) selvitettiin myös taloudellisen ajotavan säästöjä ja päästövähennyspotentiaalia. Taloudellisuuskoulutuksella arvioitiin olevan 190 000-380 000 tonnin vuotuinen päästövähennyspotentiaali (Ikonen 2013). Vuoden 2011 henkilöautoilun päästöt olivat Suomessa LIISA-laskentajärjestelmän mukaan (Mäkelä ja Auvinen 2012) noin 6 742 000 tonnia CO₂ eli vaikutus olisi noin kolmesta kuuteen prosenttia.

Mitä taulukon 2 esimerkit voivat tarkoittaa käytännössä?

- 1500 km siirtymä henkilöautosta linja-autoon tarkoittaisi, että noin 47 työpäivänä vuodessa eli noin kerran viikossa oman auton vaihtoa linja-autoon (HLT:n mukaan työmatkan keskipituus yhteen suuntaan on 16 km).
- Henkilöauton vaihtaminen raideliikenteeseen: Esimerkiksi yksi edestakainen matkaa Helsingistä Ouluun on henkilöautolla noin 1430 km.
- 1500 km vähemmän henkilöautolla ajoa: Yksi ostos-/asiointimatka vähemmän viikossa (14,6 km/matka edestakaisin -> 760 km vuodessa) ja yksi etätyöpäivä noin joka toinen viikko (kun yhden työpäivän työmatkat ovat noin 32 km -> $32 \text{ km} \times 24 \text{ vk} = 768 \text{ km}$ vuodessa).
- 1500 km kävelyä tai pyöräilyä vuodessa tarkoittaisi 4 km eli vajaan puolen tunnin kävelyä tai reilun varttitunnin pyöräilyä päivittäin.

Aamaas ym. (2013) ja Rodt ym. (2010) ovat tutkineet saksalaisesta aineistosta kulkutapamuutosten potentiaalia liikenteen ilmastovaikutusten vähentämisessä. Kirjoittajien mukaan käyttäytymismuutoksilla kuten kulkutapavalinnoilla ja taloudellisella ajotavalla on päästöjen vähentämisessä osansa teknisen kehityksen rinnalla (ks. myös Cairns ym. 2008).

Henkilöauton omistuksesta luopumalla voi säästää rahaa liikkumismahdollisuuksista luopumatta. Henkilöauton omistuksen kiinteät kustannukset (ajoneuvovero, vakuutukset, arvonalennus) ovat esimerkkinä käytetylle Volkswagen Passatille 2700–4600 euroa vuodessa (liite 1, Autoliitto 2014). Kiinteitä kustannuksia ovat lisäksi mahdolliset lainakustannukset ja auton pysäköintikustannukset. Tällä rahasummalla saa esimerkiksi Helsingin seudun liikenteen koko HSL-alueen kattavan Lähiseutu 3 – kausilipun vuodeksi hintaan 1570 euroa ja henkilöauton käyttötarpeet voi hoitaa jäljelle jääneellä 1000 eurolla autojen yhteiskäyttö- tai vertaisvuokrauspalvelujen kautta. Autojen yhteiskäyttö myös nopeuttaa autokannan uudistumista ja siten nopeuttaa päästöjen vähentämistä ja uusien turvallisuusteknologioiden käyttöönottoa. Viisaan liikkumisen keinot voivat jopa säästää rahaa, jos lyhyitä automatkoja korvataan kävelen tai autoillessa säästetään polttoainetta taloudellisella ajotavalla. Joukkoliikennematkoista voi aiheutua kustannuksia riippuen onko henkilöllä jo ennestään joukkoliikenteen kausilippu. Pitkän matkan joukkoliikenteessä kustannusvaikutukset riippuvat joukkoliikennelipun kulloisestakin hinnasta, lippuihin on tullut viime vuosina joustoa myös juna- ja linja-automatkoille.

Edellä esitettyjen viisaan liikkumisen keinojen lisäksi yhteiskyydein, voidaan henkilöautomatkojen päästöt jakaa useamman matkustajan kesken. Jos henkilöautokilometriä täyttöastetta kasvattaa nyt laskelmissa käytetystä 1,7 henkilöä 2,2 henkilöön, kuvan 1 lähtötason päästöt vähenevät 23 %:lla.

Henkilöautoilun sekä joukkoliikenteen päästöjen vertailussa tulee huomioida, että liikennejärjestelmätasolla jokainen henkilöautomatka lisää henkilöliikenteen päästöjä yhden henkilöautomatkan verran. Joukkoliikenteessä jo olemassa olevilla reiteillä yksi lisämatkustaja vaikuttaa päästöihin siltä osin, kuin kuljetettava massa kasvaa ja ajosykli muuttuu (esim. ylimääräinen pysähdys nousua varten). Vasta kun jo tarjolla oleva kapasiteetti täyttyy tai järjestelmän toimivuuden kannalta katsotaan tarpeelliseksi, tarvitaan lisää ajoneuvoja. Esimerkiksi LIPASTOn mukaan kaupunkiajossa linja-autossa on keskimäärin 18 matkustajaa. Tässä raportissa pyritään konkretisoimaan yksittäisen kuluttajan valintojen vaikutuksia liikkumisen kasvihuonekaasupäästöihin, ja laskelmissa on hyödynnetty tieliikenteen ajoneuvo- ja henkilökilometriä kohden laskettuja päästökertoimia. Joukkoliikenteen ja yksityisautoilun vertailu on liikennejärjestelmätasolla kuitenkin moniulotteisempaa kuin yksin henkilökilometriä kohden laskettujen kasvihuonekaasupäästöjen vertailu antaa ymmärtää. Liikennejärjestelmän tasolla kysymykseen tulevat mm. tilan käyttö pysäköintiin ja ajon aikana, liikkumisen tasa-arvoisuus, turvallisuus ja hinta, vaikutukset ihmisten terveyteen ja mahdollisuudet edesauttaa uuden tekniikan käyttöönottoa ajoneuvoissa. Tässä luvussa esitettyä laskelmaa tulee tarkastella yksittäisen kansalaisen valinnan mahdollisuuksina. Liikennejärjestelmätasolla päästöjen ja muiden tekijöiden

muutosta voidaan tarkastella esimerkiksi siten, kuinka tietty joukkoliikennereitti korvaisi henkilöautomatkoja ja millaisia vaikutuksia tällä olisi edellä mainittuihin tekijöihin.

2.3. Vapaa-ajan ulkomaanmatkat

Suomalaiset tekevät vuodessa lähes 10 miljoonaa ulkomaanmatkaa, näistä vapaa-ajanmatkoja on 7,8 miljoonaa (SVT, Suomalaisten matkailu 2012). Henkilöliikennetutkimuksen (2012) mukaan puolet yli sata kilometriä pitkistä ulkomaanmatkoista tehdään lentäen.

Maailmanlaajuisesti (yksikkönä saapuneita ulkomaisia matkustajia, international tourist arrivals) matkailijamäärät ovat kasvaneet vuoden 1950 25 miljoonasta 1035 miljoonaan vuonna 2012 (UNWTO 2013). Vuonna 2030 UNWTO arvioi määrän olevan 1,8 miljardia. UNWTO-UNEP-WMO (2008) raportissa on esitetty laskelma, jonka mukaan matkailusektorin hiilidioksidipäästöt maailmanlaajuisesti olivat vuonna 2005 1,3 miljardia tonnia. Tämä on 5 % kyseisen vuoden maailman kokonaishiilidioksidipäästöistä. Osuus päästöistä ei välttämättä vaikuta suurelta, Gössling (2010:87) kuitenkin summaa useiden tutkimusten tuloksia ja toteaa, että matkailu on pitkälti varakkaiden mahdollisuus. Näin ollen vapaa-ajan lentomatkoja tekevillä matkailun osuus ilmastovaikutuksista voi olla korkea. Esimerkiksi suora edestakainen tilausliikenteen lento Suomesta Kaakkois-Aasiaan tuottaa LIPASTOn laskentakerrointen perusteella n. 1100 kg CO₂e. Tämä on yli puolet keskimääräisen suomalaisen koko vuoden kaiken liikkumisen ilmastovaikutuksista. Edellä mainittu arvio lentomatkan päästöistä on lisäksi alhainen, kun sitä verrataan kaukolentojen reittiliikenteen päästöihin. LIPASTOn mukaan reittilennon CO₂e päästö henkilökilometriä kohden on kaukolentoilla lähes kaksinkertainen tilauslentoihin verrattuna. Esitetyissä päästöissä ei ole otettu huomioon lentoliikenteen luonteeseen liittyviä ilmastovaikutusta voimistavia tekijöitä (ks. esim. Lee ym. 2009).

Vaikka lentomatkoja tehdään lukumääräisesti vähän, niiden osuus liikenteen ilmastovaikutuksista on suuri. Esimerkiksi Aamaas ym. (2013) tarkastelivat saksalaisten tekemiä matkoja ja esittävät yhteenvetona, että lentomatkojen osuus henkilöliikenteen matkojen lukumäärästä on alle prosentti, osuus vuoden matkasuoritteesta on 23 % ja henkilöliikenteen päästöistä 45 %.

Vapaa-ajan matkailussa ei ole kyse ruoan, asumisen ja arkiliikkumisen kaltaisista välttämättömistä hankinnoista, hyödykkeistä tai palveluista. Kuluttajat voivat matkailuvalinnoillaan vaikuttaa merkittävästi omaan hiilijalanjälkeensä erityisesti matkojen lukumäärien kulkutapojen ja kohteiden valinnoilla. Esimerkiksi Barr ym. (2010) kuitenkin osoittavat, että ympäristökysymyksistä tietoiset ja kestäviä elämäntapoja arjessa huomioivat kuluttajat eivät välttämättä toteuta kestävyuden periaatteita vapaa-ajan matkoilla. Tästä esimerkkinä on matkustaminen halpalennoilla.

3. Liikkumisvalintoihin vaikuttavia tekijöitä

Luvussa 2.2 käsiteltiin auton käyttömahdollisuuden vaikutusta liikennesuoritteeseen ja kulkutapajakaumaan. Mahdollisuus vähentää henkilöauton käyttöä kuitenkin riippuu useista tekijöistä. Liikkumisvalintoja tehdään päivittäin, mutta liikkumistarpeeseen, -vaihtoehtoihin ja autonomistukseen vaikuttavia päätöksiä kuten asuinpaikan valinta tehdään harvemmin. Valinnanmahdollisuudet kytkeytyvät arjen toimintaympäristöön. Ristimäki ym. (2013) ovat määritelleet yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet sekä tarkastelleet liikkumistottumuksia yhdyskuntarakenteen eri vyöhykkeillä. Tutkimuksesta käy ilmi liikkumisen erot eri vyöhykkeiden asukkaiden liikkumisessa ja käytettyjen kulkutapojen monipuolisuudessa. Ristimäen ym. (2013) mukaan yli puolet suomalaisista asuu keskusten tai alakeskusten jalankulku- tai reunavyöhykkeillä tai joukkoliikenteen vyöhykkeillä. Näillä vyöhykkeillä henkilöauton kulkutapaosuus ja liikkumisen ilmastovaikutukset ovat pääosin pienemmät kuin

autovyöhykkeillä ja taajamien ulkopuolella. Näillä vyöhykkeillä henkilöautolle on olemassa kilpailukykyisiä kulkutapavaihtoehtoja.

Myös Heinonen ja Junnila (2010) tuovat esille aluerakenteen merkityksen. Tiivis asuminen vähentää liikkumista ja johtaa kirjoittajien mukaan todennäköisesti tehokkaampaan ja käytetympään joukkoliikenteeseen. Ristimäki ym. (2013) laskivat arkiliikkumisen päästöt Helsingin metropolin vaikutusalueen eri liikkumisvyöhykkeillä. Päästöt kasvavat siirryttäessä ydinalueelta kehys- ja reuna-alueille. Lisäksi keskusten jalankulkuvyöhykealueilla päästöt ovat pienemmät kuin joukkoliikenne- ja autovyöhykkeillä.

Oman henkilöauton kustannuksista huomattava osa on kiinteitä kustannuksia. Käyttövoimasta ja ajosuoritteesta riippuen polttoainekustannukset muodostavat Passat-esimerkkitarkastelussa (ks. liite 1) vähimmillään noin viidenneksen ja enimmillään yli kolmanneksen vuotuisista kustannuksista. Kustannusrakenne vaikuttaa henkilöauton käytön houkuttelevuuteen matkojen kulkutapavaihtoehtojen hintoja vertailtaessa. Mikäli koko liikennejärjestelmän tasolla painopiste siirtyisi auton omistamisesta kulloisenkin tarpeen mukaisten liikennepalveluiden käyttöön, joustavia vaihtoehtoja oman henkilöauton käytölle olisi todennäköisesti tarjolla nykyistä enemmän. Liikenteen palvelut voisivat tarkoittaa linja-autojen ja raideliikenteen kaltaisten perinteisten joukkoliikennemuotojen lisäksi esimerkiksi yhteiskäyttöisiä autoja sekä erilaisten sovellusten mahdollistamia yhteiskyytejä (ks. esim. Firnkorn ja Müller 2011, Kent ja Dowling 2013, Rintamäki ja Ansio 2013, Voltti 2010). Tällöin henkilöautoilun etuja, kustannuksia ja vaihtoehtoja punnittaisiin tarkemmin kunkin matkan kohdalla. Henkilöauton yhteiskäyttöjärjestelmien etuna omaan autoon nähden voi myös olla kullekin matkalle sopivan ajoneuvon saatavuus. Yhteiskäyttöjärjestelmät mahdollistavat auton satunnaisen käytön. Yhteiskäyttöautojen etuna voivat olla myös keskivertoautoja pienemmät päästöt (Firnkorn ja Müller 2012).

Chapman (2007) toteaa, että henkilöauton käyttö kytkeytyy vahvasti maankäyttöön. Tämän vuoksi suurten kulkutapamuutosten toteutuminen vie aikaa. Auton ja polttoaineen valinnalla voidaan kuitenkin lyhyellä tähtäimellä vaikuttaa henkilöautoilun päästöihin. Ajoneuvotekniikan ja energiatehokkuuden kehitys on jo pienentänyt autojen energiatehokkuutta. Ajanovic ym. (2012) kuitenkin muistuttavat rebound-ilmiöstä. Energiatehokkuuden kehitys saattaa lisätä ajoa ja mahdollistaa suurempien ja tehokkaampien ajoneuvojen hankintaa. Tehokkuuden kehityksen rinnalle tarvitaan siis ohjauskeinoja, joita Nissinen ym. (2012) esittävät. Kuluttajien preferenssien muuttumisesta positiiviseen suuntaan esimerkkinä on kuitenkin Kok (2013). Alankomaissa kuluttajavalinnan trendi on muuttunut ja vuosina 2008–2011 myytyjen uusien autojen keskimääräinen päästötaso jopa alitti pelkän teknisen kehityksen perusteella ennustetun päästötason. Syynä on kuluttajien suurten ja tehokkaiden autojen suosion väheneminen.

Schwanen ym. (2011) esittävät yhteenvedona kirjallisuudesta viisi näkökulmaa päästöjen vähentämiseen. Näitä ovat tekniset ratkaisut, taloudelliset ohjauskeinot, maankäytön ja liikennejärjestelmän yhteensovittaminen, käyttäytymisen muutokseen tähtäävä liikkumisen ohjaus sekä institutionaalisten rakenteiden vaikutus liikennepolitiikkaan.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Henkilöautolla ajo muodostaa ENVIMAT-mallin mukaan 70 % Suomen henkilöliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Liikkumisen ilmastovaikutusten vähentämisessä henkilöautoilu on keskeisessä asemassa. Henkilöautoilun ilmastovaikutuksia voidaan vähentää pienentämällä henkilöautosuoritetta ja ottamalla käyttöön taloudellinen ajotapa sekä valitsemalla mahdollisimman vähäpäästöinen auto.

Henkilöautosuoritetta voidaan vähentää muun muassa seuraavilla toimenpiteillä:

- muutetaan ajokilometrejä julkisiin kulkuneuvoihin (bussi, raideliikenne)
- vaihdetaan ajokilometrejä pyöräilyyn ja jalankulkuun
- vähennetään ajokilometrejä matkoja yhdistellen
- vähennetään ajokilometrejä yhteiskuljetuksin

Tässä työssä tehtiin laskelma, kuinka tyyppilinen autoilija voi omilla valinnoilla vähentää liikkumisen kasvihuonekaasupäästöjä 40 % lähtötilanteesta. Päästöjä vähennetään vähentämällä liikennesuoritetta mm. matkoja yhdistelemällä, korvaamalla osa matkoista kävelyllä, pyöräilyllä ja joukkoliikenteellä sekä ajamalla taloudellisesti silloin kun henkilöautoa käytetään.

Päästöjen vähentämisen kannalta auton valinnassa korostuvat seuraavat asiat:

- Ensisijaisesti tulisi valita mahdollisimman vähän kuluttava auto, joka on myös useimmissa tapauksissa taloudellisesti edullisin. Moottorin tehot, teknologia ja auton kokoluokka vaikuttavat lopputulokseen.
 - Pienen kokoluokan bensiini-autoissa löytyy 15% pienemmän päästön ja 30 % halvemman hankintahinnan omaavia autoja perhekokoluokan bensiiniautojen vähäpäästöisimpiin vaihtoehtoihin nähden.
 - Hybriditeknologia mahdollistaa bensiini- ja dieselautoissa noin 30 % pienemmän päästön vastaavaan perinteiseen polttomoottoritekniikkaan perustuvaan autoon nähden.
- Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttömahdollisuus
 - Kaasukäyttöinen auto pienentää n. 10 prosenttia päästöjä vastaavaan bensiinikäyttöiseen autoon nähden. Se on käyttökustannuksiltaan edullinen, mutta jakeluverkko on kuitenkin toistaiseksi suppeampi kuin nestemäisillä polttoaineilla.
 - Jäte- ja uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen polttoaineiden käyttö pienentää ajon päästöjä:
 - Etanolipohjainen RE 85 polttoainetta käyttävä flexifuel-auton päästöt ovat 60 % pienemmät kuin vastaavan fossiiliseen bensiiniauton.
 - Kaasukäyttöisissä autoissa biokaasun käyttö pienentää ajon päästöt alle kolmasosan verrattuna maakaasuun
 - Toisen sukupolven 100 % uusiutuvista raaka-aineista valmistetut biodieselit vähentävät ajon päästöjä noin neljäsosaan fossiiliseen dieselpolttoaineeseen verrattuna. Lähitulevaisuudessa metsäraaka-aineesta valmistettujen biodieselin päästövähennykset ovat todennäköisesti merkittävästi paremmat kuin nykyisten toisen sukupolven biodieselin.
 - Sähköautoilla voi puolittaa jo nyt autoilun päästöt käyttämällä valtakunnanverkon keskimääräistä sähköä lataukseen. Tulevaisuudessa sähköautoilun päästöt vähenevät sähköntuotannon ominaispäästön pienenemisen ja mahdollisten uusiutuviin energialähteisiin perustuvien latauspisteiden myötä. Tulevaisuudessa myös vety voi näytellä merkittävä roolia sähköautoilun energialähteenä.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että uuden auton ostotilanteessa autoilija voi tänä päivänä halutessaan puolittaa auton käyttönsä päästöt perinteiseen autovalintaan nähden.

Vapaa-ajan lentomatkat saattavat kasvattaa liikkumisen kasvihuonekaasupäästöjä huomattavasti. Esimerkiksi maltillinen arvio edestakaisen Kaakkois-Aasian lomalennon ilmastovaikutuksista (1100 CO₂e kg) toisi kolmanneksen lisää päästöjä suomalaisen liikkumisen keskimääräisiin kasvihuonekaasupäästöihin.

Edellä esitetyt keinot mahdollistavat liikkumisen kasvihuonekaasupäästöjen huomattavan vähentämisen kuluttajan omilla valinnoilla. Liikennejärjestelmätasolla, liikennepolitiikan sekä maankäytön suunnittelun keinoilla kuitenkin mahdollistetaan ja ohjataan kuluttajien valintoja. Kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen kasvu edellyttää kaavoitusta ja infrastruktuuria, jossa päivittäiset määränpäättävät ovat kilpailukykyisesti saavutettavissa näillä kulkutavoilla. Myös henkilöauton ja polttoaineen valintaan voidaan vaikuttaa

Ilmastopaneeli

julkisen vallan ohjauskeinoilla. Tulevaisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös älykkäiden järjestelmien mahdollisuudet sekä painopisteen siirtäminen oman henkilöauton omistamisesta liikennepalveluiden käyttöön.

Kirjallisuus

Aamaas B., Borken-Kleefeld J., Peters G.P., 2013, The climate impact of travel behaviour: A German case study with illustrative mitigation options. *Environmental Science and Policy*, 33:273-282.

Autoliitto 2014. Autoilun kustannukset. Kustannuslaskuri. Saatavilla internetissä: <http://www.autoliitto.fi/tietopankki/autoilun-kustannukset/laskurit/kustannuslaskuri/> [viitattu 24.5.2014].

Ajanovic A., Schipper L., Haas R., 2012, The impact of more efficient but larger new passenger cars on energy consumption in EU-15 countries. *Energy* 48:346-355.

Barkenbus J., 2010, Eco-driving: An overlooked climate change initiative. *Energy Policy*, 38(2):762–769.

Barr S., Shaw G., Coles T., Prillwitz J., 2010, Holiday is a holiday: practicing sustainability, home and away. *Journal of Transport Geography* 18:474-481.

Cairns S., Sloman, L., Newson C., Anable J., Kirkbride A., Goodwin P. 2008, Smarter Choices: Assessing the Potential to Achieve Traffic Reduction Using 'Soft Measures'. *Transport Reviews* 28: 593–618.

Chapman L., 2007, Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography* 15:354–367.

EU 2013. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi: bensiinin ja dieselpolttoaineiden laadusta annetun direktiivin 98/70/EY ja uusiutuvistalähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä annetun direktiivin 2009/28/EY muuttamisesta. Bryssel.

Firnorn J., Müller M., 2011, What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. *Ecological Economics* 70, 1519–1528.

Firnorn J., Müller M., 2012, Selling Mobility instead of Cars: New Business Strategies of Automakers and the Impact on Private Vehicle Holding. *Business Strategy and the Environment*, 21(4),264–280.

Gössling S., 2011, Carbon management in tourism. Routledge, New York.

Heinonen J., Junnila S., 2010, Matalahiiliasumisen lähtökohdat, Sitran selvityksiä 20.

Henkilöliikennetutkimus (HLT) 2010–2011, Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki 2012.

Hertwich EG., Peters GP., 2009, Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis, *Environmental Science and Technology* 43/18 6414-6420.

HKL 2012, Ympäristöraportti. Saatavilla internetissä: http://www.hel.fi/hki/HKL/fi/Tietoja+HKL_sta/Julkaisut [viitattu: 7.4.2014]

Ikonen M., 2013, Kevyt jarrujalka ja sopivasti kaasua, TransEco-hankkeen esite. Saatavilla internetissä: http://www.transec.fi/files/710/TransEco-kortti_Kevyt_jarrujalka_ja_sopivasti_kaasua.pdf [viitattu: 19.12.2013]

JRC 2011, Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. Luxembourg: Publications Office of the European Union Luxembourg, Publications Office of the European Union

Kallberg H., 2012,. Biopolttoaineet ja muut vaihtoehtoiset polttoaineet tieliikenteessä. Saatavilla internetissä:

http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/files/16/Biopolttoaineet_ja_muut_vaihtoehtoiset_polttoaineet_tieliikenteessa.pdf [viitattu: 4.12.2013]

Kent J.L., Dowling R., 2013, Puncturing automobility? Carsharing practices. Journal of Transport Geography 32:86-92.

Kok R., 2013, New car preferences move away from greater size, weight and power: Impact of Dutch consumer choices on average CO2-emissions. Transport Research Part D 21:53-61.

Kujanpää L., 2008, Henkilöautojen uudistusvälin optimointi energiankäytön, päästöjen sekä kustannusten suhteen. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.

Lee D.S., Fahey D.W., Forster P.M., Newton P.J., Wit R.C.N., Lim L.L., Owen B., Sausen R., 2009, Aviation and global climate change in the 21st century. Atmospheric Environment 43:3520–3537.

LIPASTO liikenteen päästöt <http://lipasto.vtt.fi/> [viitattu: 4.12.2013]

LVM 2012, Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–20 – Seuranta 2012. Julkaisuja 23/2012

Motiva 2013. Viisaan liikkujan valinnat. http://www.motiva.fi/liikenne/viisaan_liikkujan_valinnat [viitattu: 4.12.2013]

Motiva 2014. Sähköntuotannon kasvihuonekaasujen päästökerroin, http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto_suomessa/energian kulutuksen_hiilidioksidipaastojen_la skenta/co2-paastokertoimet

Mäkelä K., Auvinen H., 2012, Suomen tieliikenteen päästöt. LIISA 2012 laskentajärjestelmä. Tutkimusraportti VTT-R-06355-13. Saatavilla internetissä: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/liisa2012raportti.pdf> [viitattu: 19.12.2013]

Nissinen A., Heiskanen E., Perrels A., Berghäll E., Liesimaa V., Mattinen M., 2012, Ohjauskeinoyhdistelmät asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään – KUILU-hankkeen loppuraportti, Suomen ympäristö 11/2012

Nylund N-O., Laurikko J., 2012, TransEco strategiahanke Suomi 2020 Tieliikenteen uusiutuva energia ja kasvihuonekaasujen vähentäminen vuoteen 2020 mentäessä, VTT-R-04433-12.

Rintamäki J., Ansio V., 2013, Omakyyti, Kimppakyytipalveluiden kysyntä-, markkina- ja lainsäädäntöselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2013.

Ristimäki M., Tiitu M., Kalenoja H., Helminen V., Söderström P., 2013, Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet Suomessa, Suomen ympäristö 32/2013.

Rodt S., Georgi B., Huckestein B., Mönch L., Herbener R., Jahn H., Koppe K. and Lindmaier J., 2010, CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale. UBA. (Summary in English)

Schwanen T., Banister D., Anable J., 2011, Scientific research about climate change mitigation in transport: A critical review. Transportation Research Part A 45:993–1006.

Seppälä J., Mäenpää I., Koskela S., Mattila T., Nissinen A., Katajajuuri J-M, Härmä T., Korhonen M-R., Saarinen M., Virtanen Y., 2009, Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla, Suomen ympäristö 20/2009.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Liikennetilastollinen vuosikirja 2012. Helsinki: Tilastokeskus.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Suomalaisten matkailu [verkkójulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.12.2013]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/smat/2012/smat_2012_2013-04-18_tie_001_fi.html.

Trafi 2014, Ekotrafi – uusien autojen päästökartta. <http://ekotrafi.autoalanverkkopalvelu.fi/autojen-rajaus> [luettu 16.1.2014]

Tilastokeskus 2103, Yksityisautoilun hiilidioksidipäästöt suuremmat kuin ammattimaisen maaliikenteen. Tiedote 16.1.2013 https://tilastokeskus.fi/til/tilma/2010/tilma_2010_2013-01-16_tie_001_fi.html.

UNWTO-UNEP-WMO, 2008, Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges. UNWTO, Madrid. Saatavilla internetistä: <http://www.unep.fr/scp/publications/details.asp?id=WEB/0142/PA> [viitattu: 11.12.2013]

UNWTO, 2013, Tourism highlights. UNWTO. Saatavilla internetistä: http://dtxtg4w60xqpw.cloudfront.net/sites/all/files/pdf/unwto_highlights13_en_hr.pdf [viitattu: 11.12.2013]

Voltti V., 2010, Autojen yhteiskäytön potentiaali ja vaikutukset pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 45/2010.

VR 2013. http://www.vrgroupraportti.fi/fi/vuosiraportti2013/vastuullisuus/ymparisto/ilmastonmuutos_energiatehokkuus/

Liite. Polttoaineen valinnan merkitys Volkswagen Passatin kustannuksiin ja päästöihin

Henkilöauton ja polttoaineen valinnan päästöjä ja kustannuksia havainnollistetaan vertailemalla neliovisen Volkswagen Passat Sedanin kuutta eri mallia. Tarkasteltavat autot ovat:

- Sedan Comfortline 1,4 TSI 90 kW (122 hv) DSG-automaatti BlueMotion Technology
- Sedan Highline 2,0 TSI 155 kW (210 hv) DSG-automaatti
- Sedan Comfortline 1,4 TSI MultiFuel 118 kW (160 hv) DSG-automaatti
- Sedan Comfortline 1,4 TSI EcoFuel 110 kW (150 hv) DSG-automaatti
- Sedan Comfortline 1,6 TDI 77 kW (105 hv) BlueMotion Technology DSG-automaatti
- Sedan Comfortline 1,6 TDI 77 kW (105 hv) BlueMotion Technology DSG-automaatti
- Sedan Comfortline 2,0 TDI 125 kW (170 hv) BlueMotion Technology DSG-automaatti

Vertailujen ajoneuvojen tekniset tiedot ovat seuraavassa taulukossa:

	Volkswagen Passat Sedan 4-ov						
malli/moottori	1.4 TSI	2.0 TSI	1.4 TSI MF	1.4 TSI ecoF	1.6 TDI	1.6 TDI	2.0 TDI
polttoaine	BE	BE	E85	CNG	DI	DI	DI
teho [kW]	90	155	118	110	77	77	125
vaihteisto	A7	A6	A7	M6	M6	A7	A6
omamassa [kg]	1473	1544	1516	1598	1505	1530	1591
0-100 km/h [s]	10,3	7,6	8,5	9,8	12,2	12,2	8,4
Vmax [km/h]	205	236	220	214	198	193	223
hinta, veroton [€]	24 750	32 790	27 020	29 570	23 910	26 110	31 950
autovero [€]	7 108	14 200	8 249	6 880	4 938	6 144	8 994
hinta, verollinen [€]	31 858	46 990	35 269	36 450	28 848	32 254	40 944
kulutus, kaup. [L/100km]	7,3	10,8	11,3	5,7	5,2	5,5	6,3
kulutus, maant. [L/100km]	5,2	5,9	7,3	3,5	3,6	4,1	4,6
kulutus, yhd. [L/100km]	6	7,7	8,8	4,3	4,1	4,6	5,3
CO ₂ [g/km], ilm.	138	180	144	117	109	120	136
CO [mg/km], ilm.	352,6	332	185,9	89,3	167,9	181,6	106,4
HC [mg/km], ilm.	56,1	75,1	78,5	91,7	n/a	n/a	n/a
NOx [mg/km], ilm.	20,3	29,3	18,9	45,7	104,1	152,9	152,3
PM [mg/km], ilm.	2,49	2,74	0,23	0	0,03	0	0
Päästöluokka	EURO 5a	EURO 5a	EURO 5a	EURO 5a	EURO 5b	EURO 5b	EURO 5a

Vertailulaskelmat tehtiin seuraaville polttoaineille:

- BE10-waste: 95-oktaaninen bensiini, jossa jäteraaka-aineesta valmistettua bioetanolia 10 tilavuusprosenttia, Tietoalan tietokeskuksen (Kallberg 2012) mukaan suomen bensiinikäyttöisestä autokannasta yli 70 % voi käyttää 10 % etanolia sisältävää bensiiniä
- BE10-wheat: bensiini, jossa vehnästä valmistettua bioetanolia 10 tilavuusprosenttia
- BE10-straw: bensiini, jossa oljesta valmistettua bioetanolia 10 tilavuusprosenttia

- RE85: bensiinin ja korkeaseostaisen etanolin seos, jossa 80–85 % jäteraaka-aineista valmistettua bioetanolia, soveltuu flexifuel-malleihin
- E85-wheat: bensiini, jossa 80–85 % vehnästä valmistettua bioetanolia, soveltuu flexifuel-malleihin
- E85-straw: bensiini, jossa 80–85 % oljesta valmistettua bioetanolia, soveltuu flexifuel-malleihin
- CNG: paineistettu maakaasu, soveltuu kaasukäyttöisiin malleihin
- CGB (Gasum): paineistettu biokaasu, joka on tuotettu uusiutuvista raaka-aineista kuten jätevesilietteistä, energiakasveista ja maatalouden jättevirroista, soveltuu kaasukäyttöisiin malleihin
- CGB (org.waste): paineistettu jäteraaka-aineista tuotettu biokaasu ero edelliseen?
- DFO: fossiilinen dieselpolttoaine
- DFO (B7%): diesel, jossa 7 % uusiutuvista raaka-aineista tuotettua biodieseliä
- DFO (HVO 30%), diesel, jossa 30 % kasviöljyistä tuotettua biodieseliä
- DFO (palm oil), diesel jossa x % palmuöljystä valmistettua biodieseliä
- DFO (animal fat) , diesel jossa x % eläinrasvoista valmistettua biodieseliä

Laskelmissa käytetyistä bensiineistä markkinoilla ovat BE10-bensiini, RE85-bensiini (St1). Liikennekaasuista maa- ja biokaasu (Gasum) ovat markkinoilla. Dieselpolttoaineista käytössä on fossiilisista raaka-aineista valmistetun dieselin (DFO) lisäksi B7 %.

EU:n direktiiviin 2003/30/EC (8.5.2003) perustuen jäsenmailla on velvollisuus tuoda markkinoille määrätty vähimmäisosuudet uusiutuviin energianlähteisiin perustuvia liikenteen polttoaineita. Suomessa on säädetty laki, jonka mukaan liikenteen biopolttoaineiden vähimmäisosuus on tällä hetkellä 6 % (energiasäällöstä) ja nousee vaiheittain 20 %:n vuonna 2020.

Auton hankinnan lisäksi on mahdollista tehdä konversio olemassa olevaan ajoneuvoon. Nylyndin ja Laurikon (2012) mukaan Suomessa on toimijoita, jotka tekevät flexifuel konversioita. Konversioita on tehty vasta jonkin aikaa ja niihin liittyviä kysymyksiä selvitetään tutkimuksissa.

Ilmastovaikutukset

Ohessa on esitetty ajon ilmastovaikutukset ajettua kilometriä kohden. Polttoaineesta riippumatta jo auton valinnalla on merkitystä. Tehokkaammat autot kuluttavat enemmän polttoainetta. Teholtaan vastaavissa autoissa manuaalivaihteisen kulutus on automaattivaihteista pienempi. Vertailun hiilidioksidipäästöt on laskettu vain ajolle (auton valmistusta ei ole huomioitu) ja ne perustuvat valmistajan ilmoittamaan päästöihin (CO₂ g/km). Päästöihin on lisätty polttoaineen tuotantoketjun päästöt, jotka on arvioitu polttoainekohtaisesti. Biopolttoaineiden valmistuksen päästöt ovat pääosin korkeammat kuin fossiilisilla polttoaineilla. Ajon kokonaispäästöistä on vähennetty biopolttoaineista saatava kompensatio eli päästövähennys. Päästövähennys on yhtä kuin uusiutuvan raaka-aineen osuus polttoainesta.

Markkinoilla olevista polttoaineista biokaasun hiilidioksidipäästöt ovat pienimmät ja seuraavana tulee jättepohjainen RE85. Tämä johtuu uusiutuvien ja jäteraaka-aineiden korkeasta osuudesta polttoaineista (biokaasussa 100 ja RE85:ssä 80–85 %). Myös toisen sukupolven biodieseleiden kilometriä kohden lasketut päästöt ovat huomattavasti alhaisemmat fossiilisiin verrattuna.

Ilmastopaneeli

Volswagen Passat Sedan 4-ov														
malli/moottori	1.4 TSI		2.0 TSI		1.4 TSI MF		1.4 TSI ecoF		1.6 TDI		1.6 TDI		2.0 TDI	
polttoaine	BE		BE		E85		CNG		DI		DI		DI	
teho [kW]	90	-16 %	155	44 %	118	10 %	110	2 %	77	-28 %	77	-28 %	125	16 %
vaihteisto	A7		A6		A7		M6		M6		A7		A6	
KOKONAISPÄÄSTÖT (WTW, huomoiden bio-osuuden kompensatio)														
	BE10-waste		BE10-waste		RE85		CNG		DFO		DFO		DFO	
CO ₂ [g/km]	155,3		201,9		63,6		142,4		136,3		150,6		171,3	
	BE10-wheat		BE10-wheat		E85-wheat		CBG (Gasum)		DFO (B7%)		DFO (B7%)		DFO (B7%)	
CO ₂ [g/km]	160,3		208,4		126,4		40,1		131,7		145,6		165,7	
	BE10-straw		BE10-straw		E85-straw		CBG (org.waste)		DFO (HVO30%)		DFO (HVO30%)		DFO (HVO30%)	
CO ₂ [g/km]	155,3		201,9		63,6		53,0		108,3		119,9		136,5	
									HVO (palm oil)		HVO (palm oil)		HVO (palm oil)	
CO ₂ [g/km]									42,8		48,0		55,3	
									HVO (animal fat)		HVO (animal fat)		HVO (animal fat)	
CO ₂ [g/km]									30,3		33,9		39,1	

Oheisessa taulukossa on summattu koko vuoden ajosta (17 000 km) syntyvät CO₂ e päästöt. Taulukon alimpana on lisäksi vuoden 2011 henkilöautokannasta laskettu (LIPASTO) keskimääräinen ajon päästö vastaavilla kilometreillä. Keskimääräiseen autokantaan verrattuna 1.4. litran bensiini Passat aiheuttaa lähes neljänneksen vähemmän päästöjä ja 1.6 litran diesel lähes kolmanneksen vähemmän. Uusiutuvia polttoaineita käytettävällä RE 85 polttoaineella ajettaessa ilmastovaikutukset putoavat keskimääräiseen bensiiniautoon verrattuna lähes 70 % biokaasulla 80 %.

Volswagen Passat Sedan 4-ov														
malli/moottori	1.4 TSI		2.0 TSI		1.4 TSI MF		1.4 TSI ecoF		1.6 TDI		1.6 TDI		2.0 TDI	
polttoaine	BE		BE		E85		CNG		DI		DI		DI	
teho [kW]	90	-16 %	155	44 %	118	10 %	110	2 %	77	-28 %	77	-28 %	125	16 %
vaihteisto	A7		A6		A7		M6		M6		A7		A6	
ajosuorite [km/a], kokonaispäästö vuodessa CO₂ kg														
	BE10-waste		BE10-waste		RE85		CNG		DFO		DFO		DFO	
17 000	2 639		3 433		1 081		2 420		2 317		2 561		2 912	
	BE10-wheat		BE10-wheat		E85-wheat		CBG (Gasum)		DFO (B7%)		DFO (B7%)		DFO (B7%)	
	2 725		3 543		2 149		682		2 239		2 475		2 816	
	BE10-straw		BE10-straw		E85-straw		CBG (org.waste)		DFO (HVO30%)		DFO (HVO30%)		DFO (HVO30%)	
	2 639		3 433		1 081		901		1 840		2 037		2 321	
									HVO (palm oil)		HVO (palm oil)		HVO (palm oil)	
									728		816		941	
									HVO (animal fat)		HVO (animal fat)		HVO (animal fat)	
									514		577		665	
Keskimääräisen ajoneuvon päästöt, 17 000 km/v. (LIPASTO, 2011)														
	bensiini, 169 CO ₂ [g/km]						diesel, 162 CO ₂ [g/km]							
	3 459						3 444							

Taulukoissa esitettyjen päästölaskelmien päästökertoimet perustuvat pääosin EU komission lähteeseen (JRC 2011). Erityisesti palmuöljypohjaisten polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöihin liittyy kuitenkin kiistanalaisuutta, minkä takia edellä esitettyjä lukuarvoja palmuöljyn osalta ole syytä pitää oikeina. Jättepohjaisen etanolin (RE85) tiedot perustuvat St1:n tietoihin. Lisäksi maakaasun (Gasum) tiedot perustuvat Gasumilta suoraan saatuihin tietoihin.

Henkilöautoilun kustannukset

Kustannuksissa on huomioitu auton arvon alenema, ajoneuvovero sekä polttoaine. Kustannukset on laskettu sekä 17 000 että 33 000 vuotuiselle ajokilometrille. Laskelmassa käytetty polttoaineen hinta on esitetty ohessa. Teho ja polttoaineenkulutus näkyvät myös kustannuksissa, vrt. bensiinikäyttöiset autot.

Ilmastopaneeli

Vertailun vuosikustannuksiltaan edullisin malli on manuaalivaiheinen 1.6 litrainen diesel. Toisen sukupolven dieselpolttoainetta käytettäessä päästöt olisivat suuruusluokaltaan samat biokaasua käyttävän mallin kanssa. Vuoden 2013 lopussa biokaasun hinta oli 7 prosenttia korkeampi kuin maakaasun.

		Volkswagen Passat Sedan 4-ov						
		1.4 TSI	2.0TSI	1.4TSI MF	1.4TSI ecoF	1.6TDI	1.6TDI	2.0TDI
malli/moottori		BE	BE	E85	CNG	DI	DI	DI
polttoaine		BE	BE	E85	CNG	DI	DI	DI
teho [kW]		90	155	118	110	77	77	125
vaihteisto		A7	A6	A7	M6	M6	A7	A6
polttoaineen hinta		1,7	1,7	1,1	1,405	1,45	1,45	1,45
ajosuorite [km/a]		17 000	17 000	17 000	17 000	17 000	17 000	17 000
polttoainekulut [€/a]		1 734	2 225	1 646	1 027	1 011	1 134	1 306
ajosuorite [km/a]		33 000	33 000	33 000	33 000	33 000	33 000	33 000
polttoainekulut [€/a]		3 366	4 320	3 194	1 994	1 962	2 201	2 536
Vuosikustannus (ajoneuvovero, arvon alenema, polttoaine)								
ajosuorite [km/a]	17 000	€ 4 863	€ 6 842	€ 4 661	€ 5 362	€ 3 786	€ 4 199	€ 5 292
		€/km	0,29	0,40	0,27	0,32	0,22	0,25
ajosuorite [km/a]	33 000	€ 6 495	€ 8 936	€ 6 210	€ 6 329	€ 4 738	€ 5 266	€ 6 521
		€/km	0,20	0,27	0,19	0,19	0,14	0,16

Viitteet

JRC 2011. Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. Luxembourg: Publications Office of the European Union Luxembourg, Publications Office of the European Union

Nylund N-O., Laurikko J., 2012, TransEco strategiahanke Suomi 2020 Tieliikenteen uusiutuva energia ja kasvihuonekaasujen vähentäminen vuoteen 2020 mentäessä, VTT-R-04433-12.

OSA 5: RUOKAVALIOMUUTOKSILLA SAAVUTETTAVAT ILMASTOHYÖDYT

Taneli Roininen ja Juha-Matti Katajajuuri

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT

1. Ruoan ilmastovaikutukset merkittävät

Suomessa keskimäärin neljännes kulutuksen ilmastovaikutuksista ja jopa 40 % kulutuksen muista ympäristövaikutuksista, kuten happamoittava ja rehevöittävä kuormitus, ekotoksisuus ja monimuotoisuuden heikkeneminen, aiheutuu ruoan tuotannosta ja kulutuksesta (Seppälä ym. 2009, 2011). Ruoankulutuksen osuus kokonaiskulutuksen ilmastovaikutuksista on 10-40 % vaihdellen esimerkiksi muiden kulutustottumusten asumisen ja liikkumisen, sekä ruokavalion mukaan (Saarinen ym. 2011).

Ruoankulutuksen ympäristövaikutuksia ei voida merkittävästi vähentää teknologisin ratkaisuin, kuten esimerkiksi liikenteessä ja asumisessa (Weidema et al., 2008). Alkutuotannon biologisista prosesseista aiheutuvat ilmastovaikutukset määräävät pitkälti elintarvikkeen ilmastovaikutusten suuruusluokan. Merkittäviä päästövähennyksiä on oletettu saavutettavan vain ruokavaliota muuttamalla (Carlsson-Kanyama ja Gonzalez 2009, Hertwich 2005), sillä elintarvikkeiden ilmastovaikutukset vaihtelevat paljon.

Ruoan elinkaarisista ilmastovaikutuksista tyypillisesti 50-80 % tulee alkutuotannosta, riippuen yksittäisen elintarvikkeen tai aterian raaka-aineiden kuormittavuudesta ja siitä otetaanko esimerkiksi kulutus-vaihe mukaan tarkasteluun. Teollisen jalostuksen, ruoan valmistuksen, mutta varsinkin pakkausten tuotannon ja jätehuollon sekä kuljetusten osuus ruoan ilmastovaikutuksesta jää usein hyvin pieneksi, lukuun ottamatta hyvin pienipäästöisiä ruoka-raaka-aineita (Saarinen ym. 2011)

Elintarvikkeen ilmastovaikutuksen suuruusluokkaa määrääviä tekijöitä ovat yleensä esimerkiksi:

- LANNOITUKSEN AIHEUTTAMAT VILJELYMAIDEN TYPPIOKSIDUULIPÄÄSTÖT
- PELTOJEN KALKITUKSEN AIHEUTTAMA MAAPERÄN HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT
- lannoitteiden valmistuksen päästöt
- HIILEN VAPAUTUMINEN MAAPERÄSTÄ
- VILJELYYN LIITTYVÄT MAANKÄYTÖN MUUTOKSISTA AIHEUTUVAT PÄÄSTÖT
- rehunkulutus eläintuotannossa
- LANNANKÄSITTELYN METAANI- JA TYPPIOKSIDUULIPÄÄSTÖT
- märehitijöiden ruoansulatuksen metaanipäästöt
- MAATALOUDEN JA ELINTARVIKKEIDEN JALOSTUKSEN ENERGIANKULUTUS
- elintarvikkeiden jalostuksen raaka-aineen käytön hyötysuhde
- KAUPAN KYLMÄKETJUT
- RAAKA-AINE- JA RUOKAHÄVIKKI RUOKAKETJUN KAIKISSA VAIHEISSA
- ruoan valmistus ja kylmäsäilytys (MTT 2013a).

Ilmastovaikutuksen lisäksi ruoalla on myös monia muita ympäristövaikutuksia (rehevöittävät vaikutukset, happamoituminen, ekotoksisuuden lisääntyminen, maaperän köyhtyminen, luonnon

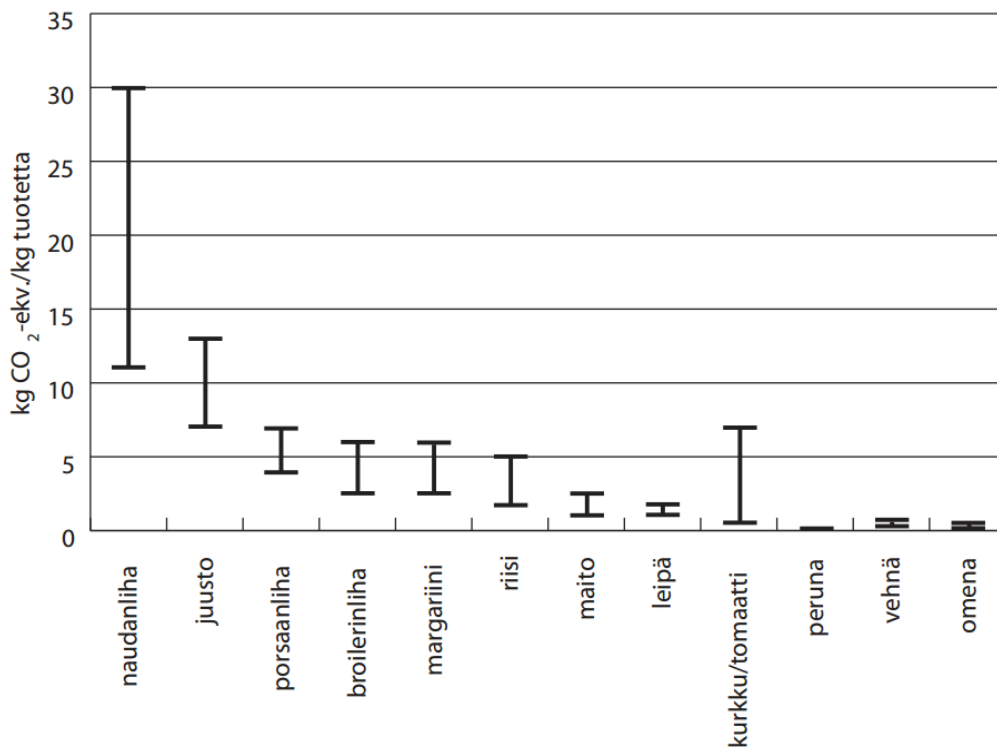
monimuotoisuuden väheneminen, vesivarantojen hupeneminen) ja sosiaalisia vaikutuksia, joita ei tule unohtaa arvioitaessa ruoan kokonaiskestävyyttä.

2. Elintarvikkeiden ilmastovaikutukset vaihtelevat paljon

Eri ruokatuotteiden massakohtaiset ilmastovaikutukset vaihtelevat merkittävästi, ero pienimmän ja suurimman ilmastovaikutuksen välillä voi olla jopa 40-kertainen (Saarinen ym. 2011). Ilmastovaikutuserot ovat erittäin merkittäviä esimerkiksi lihoissa sekä kasviksissa ja hedelmissä. Kuvassa 1 on esitetty 12 elintarvikkeen massakohtaisen ilmastovaikutuksen suuruusluokat vaihteluvälineen (Katajajuuri 2009). Tämän jälkeen lukuisista ruokatuotteista on julkaistu tuloksia kiihtyvään tahtiin, ja nykyisin erot tuoteryhmien sisällä ovat jopa vielä suurempia kuin vuoden 2009 katsauksessa.

Elintarvikkeista on julkaistu lukuisia tutkimuksia, joista voidaan kriittisesti tarkastelemalla päätellä useiden eri elintarvikkeiden ilmastovaikutusten suuruusluokat, mutta vertailukelpoista tietoa on vielä niukasti saatavilla. Lisäksi joistakin tuoteryhmistä, kuten pavuista, linsseistä, tofusta ja useista muista kasviproteiinilähteistä sekä pähkinöistä, eksoottisista hedelmistä ja merenelävistä on saatavilla hyvin vähän tietoa elinkaaren aikaisista ilmastovaikutuksista.

Vertailukelpoisten elinkaariarviointien puuttuminen voi tehdä mahdottomaksi yksittäisten ruoka-ainevaihdosten ilmastohyödyn arvioinnin ruokavaliotasolla - luotettavan ilmastovaikutusvertailun tekemiseksi tarvitaan tietoa vertailtavista tuotantojärjestelmistä. Suomessa julkaistiin laskentaa yhteismittallistavat laskentasäännöt Foodprint-hankkeessa marraskuussa 2012, mutta tämän menetelmän mukaista tietoa ei kovin paljon ole toistaiseksi saatavilla. Karkeiden vertailujen tekeminen



Kuva 1. 12 elintarvikkeen ilmastovaikutuksen suuruusluokka ja vaihteluväli. (Katajajuuri 2009).

ateria- ja ruokavaliotasolla on kuitenkin mahdollista, mikäli ruokaraaka-aineiden tuotantojärjestelmistä on saatavilla perustietoja, kuten esimerkiksi tuotantoalue, tuotantoaika ja tuotantotapa.

3. Ilmastovaikutusvaihtelut ateriatasolla suuria

MTT:n tutkimusten (Saarinen ym. 2011, MTT 2013b) mukaan eri ruokaraaka-aineiden ilmastokuormituserot peilautuvat ateriatasolle lähes viisinkertaisina kuormituseroina. Vuonna 2013 MTT:n tekemän arvioin (MTT 2013b) mukaan suomalaisia lounasaterioita tarkasteltaessa kuormittavimman pääruoan ilmastovaikutukset voivat olla jo 20-kertaiset vähiten kuormittavaan pääruokaan verrattuna. Vastaavasti suomalaisen lounasaterian salaatin ilmastovaikutukset vaihtelevat merkittävästi: kuormittavimman salaatin ilmastovaikutukset voivat olla nelinkertaiset vähiten kuormittavaan salaattiin verrattuna. Keskimäärin pääruoan osuus koko lounasaterian ilmastovaikutuksista on 45 prosenttia, salaattien vajaat 30 prosenttia, maidon 20 prosenttia ja leivän vajaat 10 prosenttia (MTT 2013b). Näihin kuitenkin jälleen vaikuttavat monet tekijät, kuten arviointiin valittu vuodenaika sekä useat tuotantojärjestelmäkohtaiset tekijät. Edellä kuvattuja lounaslautasia ei myöskään oltu ravitsemuksellisesti, esimerkiksi energian ja proteiinin saanniltaan vakioitu. Vuonna 2013 toteutetussa vertailussa, aikaisemmista tutkimuksista poiketen, on huomioitu systemaattisesti turvemaiden käytön vaikutus viljelyn ilmastovaikutukseen.

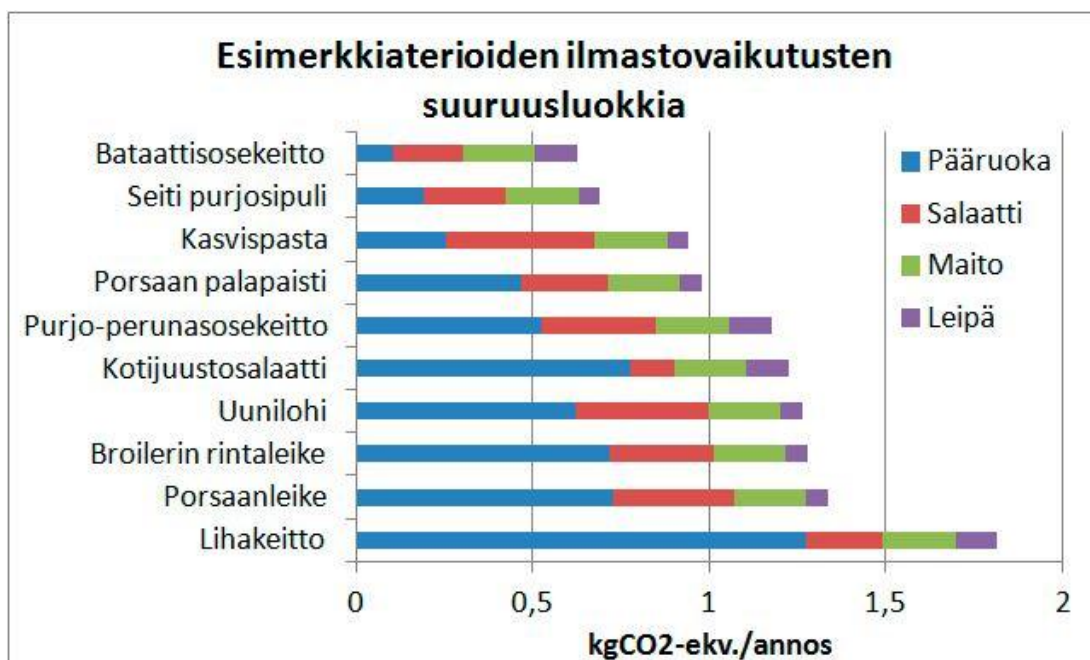
Kasvisaterioilla on tunnistettu olevan yleensä selvästi keskimääräistä pienemmät ilmastovaikutukset, mutta mikäli kasvisateriassa on käytetty esimerkiksi reilusti juustoa, kermaa tai esimerkiksi uusiutumattomalla energialla talviaikaan kasvatettuja kasvihuonekasviksia, voivat kasvisaterian ilmastovaikutukset nousta merkittävästi. Kala-aterioiden on tunnistettu pärjäävän lounasannosten ilmastovaikutusvertailussa hyvin, lohi- ja kirjolohiannoksia lukuun ottamatta. Kala-aterioiden ilmastovaikutuksen on tunnistettu olevan yleisesti keskimääräisiä pienempiä tai lähellä lounasaterioiden keskiarvoa, riippuen pääruoan kalan määrästä ja -lajista, sekä pääruoassa ja salaatissa käytettyjen kasvien kuormittavuudesta. Liha-aterioiden ilmastovaikutuksien on tunnistettu olevan usein keskimääräistä lounasaterian kuormitusta suurempi, mutta liha-aterian ilmastovaikutukset vaihtelevat merkittävästi käytetyn lihan määrän ja -laadun mukaan. (MTT 2013b) Kuvassa 2 on esitetty 10 suomalaisen lounasaterian ilmastovaikutusten suuruusluokat.

Vaikka näyttääkin siltä, että kasvis-, kala- ja liha-ateriat voidaan laittaa ilmastovaikutusten näkökulmasta karkeaan suuruusjärjestykseen, voi pääruoan ja salaatin koostumuksia muuttamalla saada liha-ateriasta keskimääräistä ilmastoystävällisemmän tai kasvisateriasta selkeästi keskimääräistä kuormittavamman (MTT 2013b).

4. Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt

Suurimmat vähennykset ruokavalion ilmastovaikutuksissa saavutetaan, kun ruokavaliossa minimoidaan kuormittavat ja ravitsemukseltaan vähäiset raaka-aineet ja korvataan ne monipuolisesti, verrattain vähän kuormittavilla ja ravitsevilla raaka-aineilla (Saarinen 2012). Ruokavalion ilmastokuormitusta laskevat, ravitsemuksellisilta ominaisuuksilta samantyyppiset raaka-aineet voidaan tunnistaa vertailemalla samanaikaisesti *raaka-aineen massakohtaista ilmastovaikutusta (i)* ja *ravitsevuutta (r)*.

Mikäli *i* on vertailtavaa tuotetta pienempi ja *r* on vertailtavaa raaka-ainetta suurempi, niin ruokavaliotason ilmastovaikutuksen voi olettaa pienenevän muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomana. Monien raaka-aineiden kohdalla kuitenkin vain joko *i* tai *r* on vertailuraaka-ainetta edullisempi, jolloin *i/r*-suhde



Kuva 2. 10 suomalaisen lounasaterian ilmastovaikutuksen suuruusluokat. (Ilmastolounas –tiedote 2013).

määrää saavutetaanko raaka-ainevaihdoksella ilmastohyötyä vai ei (Saarinen 2012). Esimerkiksi jos raaka-aineen 1 i on 50 prosenttia pienempi kuin raaka-aineen 2 i , mutta samalla raaka-aineen 1 r on 50 prosenttia pienempi kuin raaka-aineen 2, niin raaka-ainevaihdoksella ei saavuteta ilmastohyötyä ja raaka-ainetta 1 tulee syödä kaksi kertaa enemmän kuin raaka-ainetta 2 saman ravitsemuksellisen arvon saamiseksi. Jos taas esimerkiksi raaka-aineen 1 i on 50 prosenttia pienempi kuin raaka-aineen 2, mutta raaka-aineen 1 r vain 25 prosenttia pienempi, kuin raaka-aineen 2, niin raaka-aineen 2 korvaaminen raaka-aineella 1 laskee ruokavalion ilmastovaikutusta ja raaka-ainetta 1 tulee syödä kolmanneksen raaka-ainetta 2 enemmän saman ravitsemuksellisen arvon saamiseksi. Ruokavalion ilmastovaikutukset ja ravitsemus on yhdistetty kattavasti vain muutamissa aikaisemmissä tutkimuksissa ja tutkimuksissa käytetyt menetelmät ja tutkimusten tulokset vaihtelevat paljon.

Joidenkin aikaisempien tutkimusten (Saxe 2011, Tukker ym. 2009, Wallen ym. 2004) mukaan ympäristövastuulliseksi kehitetyillä ruokavaliolla saavutetaan 5-10 prosentin ilmastohyödyt nykyisiin ruokavalioiden verrattuna, energian ja proteiinin määrän pysyessä muuttumattomana. Toisissa tutkimuksissa (Åström ym. 2013, Berners-Leea ym. 2012, Saxe ym. 2012, Silvennoinen ja Kurppa 2011)) on taas arvioitu, että hyvin harkituilla ruokavaliomuutoksilla voidaan saavuttaa parhaimmillaan 25-50 prosentin vähennys ruokavalion ilmastovaikutuksessa, ruokavalion energian ja proteiinin määrän pysyessä muuttumattomana. Baroni ym. (2006) on arvioinut, että ruokavaliotasolla eläinperäisten raaka-aineiden määrä on suurin yksittäinen ruokavalion ilmastovaikutukseen vaikuttava tekijä ja tutkimuksen mukaan vain kasviksiin pohjautuvalla ruokavaliolla voidaan vähentää ruokavalion ilmastovaikutuksia jopa yli 50 prosenttia. Myös monissa muissa tutkimuksissa (esim. Saxe ym. 2012, Sonesson ym. 2010) on tunnistettu erityisesti lihan- ja erityisesti naudanlihan määrän vaikuttavan merkittävästi koko ruokavalion ilmastovaikutukseen. Energia- ja proteiininrikkaan lihan osuuden vähentäminen ruokavaliossa vaatii kuitenkin harkittuja muutoksia koko ruokavaliotasolla, jotta muutokset johtavat ilmaston kannalta parempaan lopputulokseen, ravitsemuksen pysyessä muuttumattomana.

Saxe ym. (2012) vertaili keskimääräisen tanskalaisen ruokavalion ja tanskassa kehitetyn Uuden pohjoismaisen ruokavalion (*The New Nordic Diet*) ilmastovaikutuksia ja arvioi Uuden pohjoismaisen ruokavalion ilmastovaikutuksen noin neljänneksen pienemmäksi muun muassa seuraavilla ruokavaliomuutoksilla:

1. Lihan kokonaiskulutusta vähennetään 22 prosenttia ja 80 prosenttia naudanlihasta korvataan kanalla ja muilla lihoilla.
2. Papujen kulutusta lisätään 322 prosenttia ja kalan kulutusta lisätään 114 prosenttia
3. Maitotuotteiden kulutusta lisätään noin 50 prosenttia ja munien kulutusta lisätään 347 prosenttia
4. Pähkinöiden kulutusta lisätään 135 prosenttia ja marjojen kulutusta 1492 prosenttia
5. Juureksien kulutusta lisätään 201 prosenttia ja täysjyväviljan kulutusta 73 prosenttia
6. Voi ja huonolaatuiset kasvisrasvat korvataan lähes kokonaan hyvälaatuisilla kasvisrasvoilla
7. Ruokavaliosta poistetaan osittain tai kokonaan riisi, valkoinen vehnä ja -pasta, makeiset, sokeripitoiset virvoitusjuomat

Uutta pohjoismaista ruokavaliota ei ole pyritty optimoimaan ilmastönäkökulmasta, vaan ruokavalion kehityksessä on huomioitu terveydellisiä, gastronomisia, kulttuurillisia ja taloudellisia näkökulmia, ympäristönäkökulman lisäksi. Uusi pohjoismainen ruokavalio on keskimääräistä tanskalaista ruokavaliota merkittävästi terveellisempi, linjassa pohjoismaisen identiteetin kanssa ja gastronomiselta potentiaaliltaan korkea, mutta silti ruokavalion kustannukset eivät ole korkeammat (Mithril ym. 2012). Silvennoinen ja Kurppa (2011) ovat tunnustaneet, että kasvisvoittoinen ja ravitseva ruokavalio voi olla jopa nykyisiä ruokavaliota edullisempi, sillä useat ilmastovaikutuksiltaan korkeat raaka-aineet ovat myös verrattain kalliita. Kulutetun ruoan massa on Uudessa pohjoismaisessa ruokavaliossa noin neljänneksen keskimääräistä tanskalaista korkeampi – joka on seurausta ravintoenergiaintensiivisten raaka-aineiden kulutuksen vähentämisestä.

Ruokavalion ilmastovaikutusta on todennäköisesti mahdollista pienentää vielä merkittävästi, ravitsemussisällön muuttumatta, optimoimalla raaka-ainevalintoja ilmastovaikutuksen perusteella. Raaka-ainevalintojen optimoinnissa tulee kuitenkin ottaa huomioon myös muut vastuullisuuden ulottuvuudet, ravitsemuksen ja ilmastovaikutuksen lisäksi.

Vastoin yleistä käsitystä, luomuruoalla ei saavuteta merkittäviä päästövähennyksiä – joskus jopa päinvastoin (Williams ym. 2006a, 2006b). Luomutuotannon hehtaarikohtainen ilmastovaikutus on usein tavanomaista viljelyä pienempi, mutta hehtaarikohtainen tuotto voi olla merkittävästi pienempi. Lähiruoalla ei myöskään saavuteta merkittäviä päästövähennyksiä, sillä kuljetuksen osuus raaka-aineen ilmastovaikutuksista on usein hyvin pieni (Katajajuuri 2012). Myös Saxen ym. (2012) johtopäätös luomu- ja lähiruoan suhteen oli samankaltainen.

5. Ruokahävikin ja ylensyönnin välttäminen ilmastovaikutusten vähentäjänä

Suomalaisten kotitalouksien ruokahävikki on yhteensä 120-160 miljoonaa kg vuodessa, joka vastaa noin 5 prosenttia ostetusta ruoasta ja noin 5 prosenttia ruokavalion ilmastovaikutuksista. Poisheitetyn ruoan ongelma ei ole niinkään syntyvä biojäte tai ruoan päätyminen sekajätteen joukkoon, vaan ruoantuotannossa aiheutuneet turhat ilmastovaikutukset. Vähentämällä ruokavalion roskeen määrää, voidaan tehokkaasti vähentää ruokavalion ilmastovaikutuksia (Silvennoinen ym. 2012).

Vuonna 2012 Suomessa joka toinen aikuinen oli ylipainoinen ja joka viides aikuinen luokiteltiin lihavaksi. Suomalaisten keskimääräinen energiansaannin on arvioitu olevan 3220 kcal päivässä vuosina 2006-

2008 (FAO 2009) – normaalipainoisen aikuisen miehen päivittäisen energiantarpeen olleessa suuruusluokkaa 2700-3200 kcal ja aikuisen normaalipainoisen naisen 2200-2500 kcal (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2005). Kun otetaan huomioon, että arvioidussa suomalaisten keskimääräisessä energiansaannissa 3220 kcal/vrk on mukana lapset ja nuoret, niin voidaan arvioida, että suomalaiset voivat syödä jopa 25-50 prosenttia yli oma päivittäisen energiantarpeensa. Näyttää siis siltä, että ruoankulutuksen ilmastovaikutuksista voidaan vähentää jopa kolmanneksella syömällä vain todellisen energiantarpeen mukaisesti.

6. Yhteenveto

Ruoan osuus koko kulutuksen ilmastovaikutuksista ja muista ympäristövaikutuksista on merkittävä. Suurin osa ruoan ilmastovaikutuksista syntyy ruokaraaka-aineen alkutuotannon biologisissa prosesseissa, joissa ei voida tehdä merkittäviä parannuksia ilmastonäkökulmasta. Suurimman päästövähennyspotentiaalin on oletettu tulevan ruoankulutusvalinnoista, sillä eri raaka-aineiden ilmastovaikutusten vaihtelut ovat suuria. Ruokaraaka-aineiden ilmastovaikutuksia ei usein voida vertailla toisiinsa tuntematta vertailtavien raaka-aineiden tuotantojärjestelmiä. Tuotantojärjestelmäkohtaisen tiedon puute tekee vertailut haastavaksi tai jopa mahdottomaksi.

Ruoan ilmastovaikutusten ja ravitsemuksen yhdistäminen on suhteellisen uusi tutkimusalue, tutkimusmenetelmät vakiintumattomat ja tulokset ruokavalinnoilla saavutettavista ilmastohyödyistä vaihtelevat paljon. Joiden tutkimusten mukaan ruokavaliomuutoksilla voidaan saavuttaa vain 5-10 prosentin vähennykset ruokavalion ilmastovaikutuksissa, kun joissakin tutkimuksissa saavutettavat hyödyt ovat olleet paljon suuremmat, 25-50 prosentin luokkaa. Suurimmat vähennykset ruokavalion ilmastovaikutuksissa saavutetaan, kun ruokavaliossa minimoidaan kuormittavat ja ravitsemukseltaan vähäiset raaka-aineet ja korvataan ne monipuolisesti, verrattain vähän kuormittavilla ja ravitsevilla raaka-aineilla. Ilmastoystävällinen ruokavalio ei näytä lisäävän ruoankulutuksen kustannuksia. Raaka-ainevalintojen lisäksi ruoankulutuksen ilmastovaikutukseen voidaan merkittävästi vaikuttaa minimoimalla ruokahävikki ja syömällä vain todellisen energiantarpeen mukaisesti.

Täsmällisempää tutkimusta tarvitaan jatkossa paljon, erityisesti ruokatuotteiden vertailukelpoisen hiilijalanjälkitiedon systemaattiseksi ja luotettavaksi tuottamiseksi ja todentamiseksi ja tätä tukevien tietojärjestelmien ja työkalujen ja viestinnän kehittämiseksi yhteiskunnan ja yritysten erilaisiin tarpeisiin ja kuluttajainformaation pohjaksi. Lisäksi tutkimuksessa tulisi jatkossa arvioida kuluttajien käyttäytymisen malleja, kuten minkätyyppinen tieto tai ymmärrys saisi ihmiset tekemään arjessa ilmastomyönteisempiä ruokavalintoja, ja millaisilla ohjauskeinoilla ja insentiiveillä sitä voisi edistää. Lisäksi jatkotutkimuksessa tulisi ottaa huomioon se, miten ruokavaliomuutokset heijastuisivat tuotantosektoriin ja tuotteiden hintoihin. Ilmastovaikutuksen lisäksi ruoalla on myös monia muita ympäristövaikutuksia ja sosiaalisia vaikutuksia, joita ei tule unohtaa arvioitaessa ruoan kokonaiskestävyyttä.

Kirjallisuus

Berners-Lee, M., Hoolohan, C., Cammack, H., Hewitt C.N. (2012) The Relative greenhouse gas impacts of realistic dietary choices. *Journal of Energy Policy*, Issue 43, pages 184-190.

Carlsson-Kanyama, A., Gonzalez, A.D. (2009) Potential contributions of food consumption patterns to climate change, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 89, No 5.

FAO (2009). Food Consumption Statistics by Country 2006-2008
Saatavilla: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/FoodConsumptionNutrients_en.xls

Hertwich, E. G. (2005) Life-cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review. *Environmental Science and Technology*, 2005. Vol. 39 Issue. 13 p. 4673-4684.

Katajajuuri, J.-M. (2009). Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta. Saatavilla: http://vnk.fi/julkaisukansio/2009/j28-ilmasto-selonteko-j29-klimat-framtidsredogorelse-j30-climate_/pdf/fi.pdf

Katajajuuri, J.-M. (2012) Ruoan tuotannon ja kulutuksen ympäristövaikutukset, Seminaariesitys. Saatavilla: www.hyria.fi/files/91115/Kuuma_tomaatti_katajajuuri.pdf

Mithril, C., Dragsted, L. O., Meyer, C., Blauert, E., Holt, M. K., Astrup, A. (2012) Guidelines for the New Nordic Diet. *Public Health Nutrition*. Volume 15, Issue 10, Saatavilla: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8693101>

MTT (2013a) Mikä hiilijalanjälki on? Saatavilla: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/climate-communication-I-II/hiilijalanjalki>

MTT (2013b) Tiedote Ilmastolounas –hankkeen laskennan tuloksista: ”Lounasaterioiden ilmastovaikutuksissa suuria eroja”. Saatavilla: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/ajankohtaista/Uutisarkisto/2013/Lounasaterioiden%20ilmastovaikutuksissa%20suuria%20eroja>

Saarinen M., Kurppa S., Nissinen A. & Mäkelä J. (2011) Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä. ConsEnv-hankkeen loppuraportti. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37037/SY14_2011_Aterioiden_ja_asumisen_valinnat_kulutuksen_ymparistovaikutusten_ytimessa.pdf?sequence=1

Saarinen, M. (2012) Nutrition in LCA: Are nutrition indexes worth using? LCA Food 2012, Conference Proceedings. Saatavilla: <https://colloque4.inra.fr/var/lcafood2012/storage/fckeditor/file/Proceedings/Proceedings%20-%20LCA%20Food%202012%20-%20ISBN.pdf>

Saxe H. (2011) Diet as a healthy and cost-effective instrument in environmental protection. *Encyclopedia of environmental health*. Elsevier Science, pp. 70-82. Saatavilla: www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726007182

Seppälä J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M., Saarinen, M. and Virtanen, Y. (2009) Suomen kansantalouden materiaaliavirtojen

ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT -mallilla. Suomen Ympäristö 20. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=108589&lan=fi>

Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M., Virtanen, Y. (2011) An assessment of greenhouse gas emissions and material flows caused by the Finnish economy using the ENVIMAT model. *Journal of Cleaner Production* 19 (16): 1833-1841 November 2011.

Silvennoinen, K., Koivupuro, H-K., Katajajuuri, J-M., Jalkanen, L., Reinikainen, A. (2012) Ruokahävikki suomalaisessa ruokaketjussa. Foodspill 2010-2012 –hankkeen loppuraportti. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti41.pdf>

Silvennoinen, K., Kurppa, S. (2011) Footprints of Food Plates and Diet – Can You Make an Ecochange? Abstract book, NORLCA symposium, September 15-16, pages 58-61.

Sonesson, U., Davis, J., Ziegler, F. (2010) Food Production and Emissions of Greenhouse Gases. Saatavilla: <http://www.sik.se/archive/pdf-filer-katalog/SR802.pdf>

Weidema, B.P., Wesnæs, M., Hermansen, J., Kristensen, T., Halberg, N., Eder, P., Delgado, L. (2008). Environmental Improvement Potentials of Meat and Dairy Products. European Commission Joint Research Centre (JRC) e Institute for Prospective Technological Studies (IPTS). EUR 23491 EN 2008.

Williams, A.G., Audsley, E., Sandars, D.L. (2006a) Determining the Environmental Burdens and Resource use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Cranfield University and Defra, Bedford. Saatavilla: http://www.smmi.nu/IS0205_3959_FRP.pdf

Williams, A G; Audsley, E and Sandars, D L (2006b) Energy and environmental burdens of organic and non-organic agriculture and horticulture. In: Atkinson, C; Ball, B; Davies, D H K; Rees, R; Russell, G; Stockdale, E A; Watson, C A; Walker, R and Younie, D (Eds.) *Aspects of Applied Biology 79, What will organic farming deliver? COR 2006*, Association of Applied Biologists, pp. 19-23. Saatavilla: http://orgprints.org/10160/1/Energy_and_environmental_burdens_of_organic_and_non-organic_agriculture_and_horticulture.pdf

Åström, S., Roth, S., Wranne, J., Jelse, K., Lindblad, M. (2013) Food Consumption Choices and climate change. A Report of Entwined project. The Swedish Environmental Research Institute.

OSA 5: VAPAAEHTOISET PÄÄSTÖJEN KOMPENSOINTIMARKKINAT – HAHMOTELMIA SUOMALAIKSI LISÄTOIMIKSI

Aino Kuitunen ja Markku Ollikainen

Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos

1. Johdanto

Vapaaehtoisilla markkinoilla vaihdetaan sellaisista hankkeista syntyneitä päästövähennysyksiköitä, jotka eivät liity lain velvoittamiin markkinoihin, kuten esimerkiksi Euroopan unionin päästökauppaan (EU ETS). Perusajatuksena on, että yritys, henkilö, järjestö tai vaikkapa kunta voi halutessaan hyvittää omia päästöjään ostamalla päästövähennysyksiköitä jostain muualta. Päästövähennysyksiköt ovat syntyneet erilaisissa hankkeissa ympäri maailmaa, pääasiassa kehittyvissä maissa. Hankkeet voivat perustua joko *teknologiaan*, kuten uusiutuvan energian lisäämiseen, tai *maankäytön muutoksiin*, kuten metsitykseen. Hankkeet voivat olla skaalaltaan suuria (patohankkeet) tai mikrotason toimintaa (kehitysmaiden kotitalouksien puhtaasti palavat liedet). Päästöjen vähenemisen todentaa useimmiten jokin kolmas taho, jolla on käytössään jonkin standardin mukaiset mittaustavat. Tällaisia standardeja on maailmanlaajuisesti lukuisia, mutta markkinoita hallitsevat VCS (Verified Carbon Standard) ja Gold Standard, jotka on kumpikin perustettu tavoitteena saada alalle yhdenmukaiset kriteerit. Alla olevassa laatikossa on kuvattu yleisesti päästövähennysyksikön elinkaari.

Laatikko 1: Päästövähennysyksikön elinkaari

Hankkeen suunnittelija hakee etukäteen vahvistuksen sille, että hanke täyttää tietyt standardista riippuvat kriteerit. Kun hanke alkaa tuottaa vähennyksiä, ulkopuolinen taho todentaa ne. Tämän jälkeen yksiköt jaetaan hankkeen omistajalle ja ne lasketaan liikkeelle markkinoille uniikein sarjanumeroin. Yksiköt siirtyvät suoraan tai jälleenmyyjien ja meklareiden välityksellä loppukäyttäjille, jotka haluavat vapaaehtoisesti kompensoida päästöjään. Kun vähennysyksikkö käytetään kompensoimaan päästöjä, se samalla poistetaan rekisteristä.

Vapaaehtoisten markkinoiden koko on kasvussa, mutta niiden osuus kaikesta hiilikaupasta silti alle prosentin luokkaa. Globaalisti suurin loppukysyntä päästövähennysyksiköille tulee suuryrityksiltä, kun julkisten toimijoiden, järjestöjen ja yksittäisten ihmisten osuus kaupasta on alle kymmenen prosenttia. Alaa luonnehtivat merkittävästi hankkeiden tarjonnan heterogeenisyys sekä kysynnän ja hintojen suuri epävarmuus. Ala on hyvin kysyntälähtöistä, eli hankkeiden on melkein löydettävä ostajansa etukäteen. On siis tärkeä miettiä, kenellä on kannustimia tai motiivia pyrkiä hiilineutraaliuteen ja millä keinoilla. Eurooppaan vapaaehtoisten markkinoiden kautta ostettuja yksiköitä tuodaan lähinnä kehittyvistä maista. Päästöjä tulisi mielellään vähentää myös kotimaassa, ja ilman tukea moni teko voi jäädä toteuttamatta. Päästöyksiköiden hyvitys voisi kannustaa lisäämään toimia vertailukelpoisella tavalla. (Paavilainen 2012b). Kansallisten vapaaehtoisten päästövähennysmarkkinoiden edistämiseksi tulee pohtia seuraavia kahta kysymystä:

- Markkinarakenne: Olisivatko yritykset tai yksityiset ihmiset ylipäätään valmiita maksamaan kotimaan vähennysyksiköistä vai pitäisikö valtion ostaa yksiköt eräänlaisina tukiaisina?
- Todennus: Kuinka tehokkaasti erilaiset yksiköt saadaan todennettua niin, etteivät transaktiokustannukset nouse liian korkeiksi?

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, mikä on vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden nykytila ja mihin suuntaan niitä olisi mahdollista kehittää. Pohdinnassa ovat erityisesti kotimaiset vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden kehittäminen ja suomalaisiin oloihin soveltuvat tavat tuottaa päästövähennyksiä, sillä globaalilla tasolla hankkeita on tarjolla runsaasti.

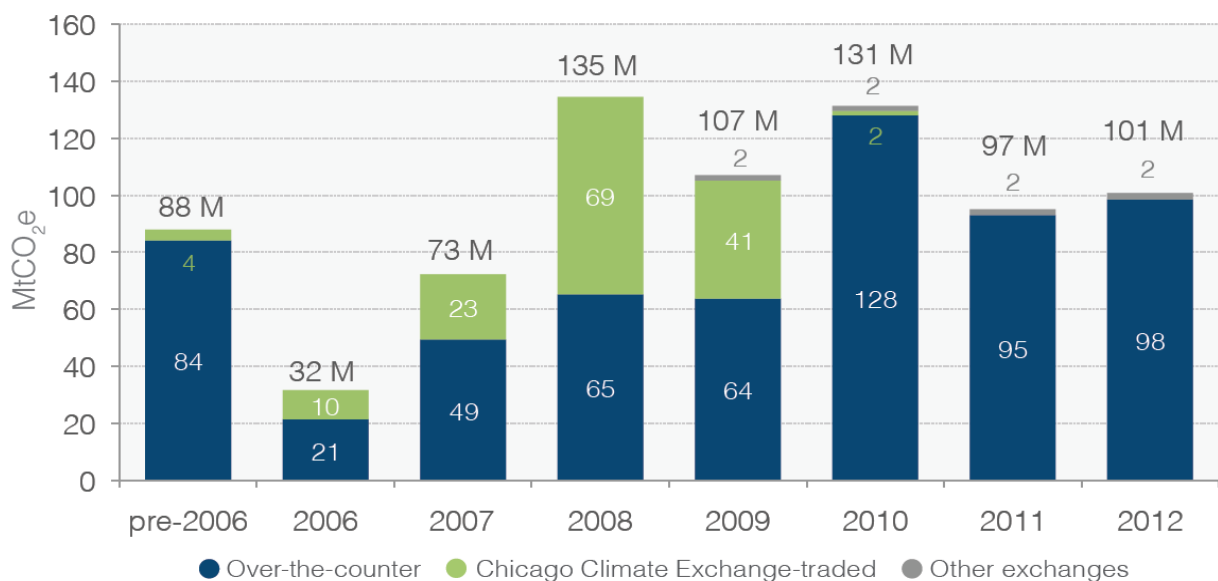
Työn rakenne on seuraava: Luvussa 2 esitellään markkinoiden nykytila globaalissa mittakaavassa, ja esitellään erilaisia päästöjen hyvitys- ja kompensointimekanismien pilottihankkeita. Lisäksi hintatietoja verrataan kasvihuonekaasujen rajahintaan. Luvuissa 3 ja 4 pohditaan keinoja käyttää kompensatiomenetelmiä puun pienpolton ja turvepeltojen metsityksessä.

2. Markkinoiden nykytilan kuvaus

Vapaaehtoiset hiilimarkkinat syntyivät asteittain ilmasopimusten myötä. Markkinoiden kehitystä on seurattu systemaatisemmin vuodesta 2006 lähtien. Kuva 1 havainnollistaa vapaaehtoisilla markkinoilla liikkuvien päästövähennyksiköiden vuotuisia määriä. Vaihdettu määrä on kasvanut melko tasaisesti vuodesta 2006.

Forest Trends' Ecosystems Marketplace:n (Peters-Stanley ja Lin 2013) kartoituksen perusteella markkinoilla liikkui vuonna 2012 noin 100 miljoonan tonnia päästövähennyksiköitä (offset), joiden markkina-arvo oli 523 miljoonaa dollaria eli noin 400 miljoonaa euroa. Huolimatta vähennyksiköiden volyymin kasvusta, markkinoilla liikkuva raha väheni yksiköiden hintojen laskun seurauksena. Muutoksia hinnoissa ovat aiheuttaneet muun muassa Fukushiman ydinonnettomuuden lisäämä hiilen käyttö sekä Euroopan päästökaupassa laskenut päästöoikeuksien hinta. (Peters-Stanley ja Lin 2013)

Vuonna 2012 yhden päästötonnin hinta oli keskimäärin 5,9 dollaria (4,2€) per tonni mutta vaihtelua oli runsaasti hankkeesta riippuen (vaihdellen välillä 0,1-100 dollaria per yksikkö). Hintaan vaikutti muun muassa hanketyyppi. Julkiset toimijat maksoivat päästövähennyksiköistä huomattavasti korkeampaa hintaa kuin voittoa tavoittelevat yritykset. Toisaalta julkisten toimijoiden ja yksityisten osuus näillä markkinoilla on yhteensä vain noin kolme prosenttia. Valtaosa vähennyksistä ostetaan Eurooppaan. (Peters-Stanley ja Lin 2013)



Kuva 1. Vapaaehtoisilla markkinoilla liikkuvien päästövähennyksiköiden volyymit (Peters-Stanley ja Lin 2013).

Koska tuotettavat päästövähennysyksiköt täytyy luotettavasti todentaa, markkinoilla on useita todentamisjärjestelmiä, standardeja, jotka kilpailevat keskenään toimijoiden suosiosta. Suosituimmat standardit vuonna 2011 olivat VCS sekä Gold Standard, jotka todentavat päästövähennysyksiköitä hyvin samankaltaisin kriteerein kuin Kioton pöytäkirjan mukaisissa hankemekanismeissa. Itse asiassa monet todennuksia tekevät yritykset toimivat yhtä aikaa sekä velvoite- että vapaaehtoismarkkinoilla. (Peters-Stanley ja Lin 2013). Euroopan Unionin linkkidirektiivi mahdollistaa Kioton mekanismeissa syntyneiden yksiköiden käytön päästökaupassa. (Finlex 2006). Taulukossa 1 esitetään, kuinka erilaisilla standardit ja ilmastopolitiikan mekanismit tuottavat erilaiset markkinoilla vaihdettavat päästövähennysyksikkötyypit.

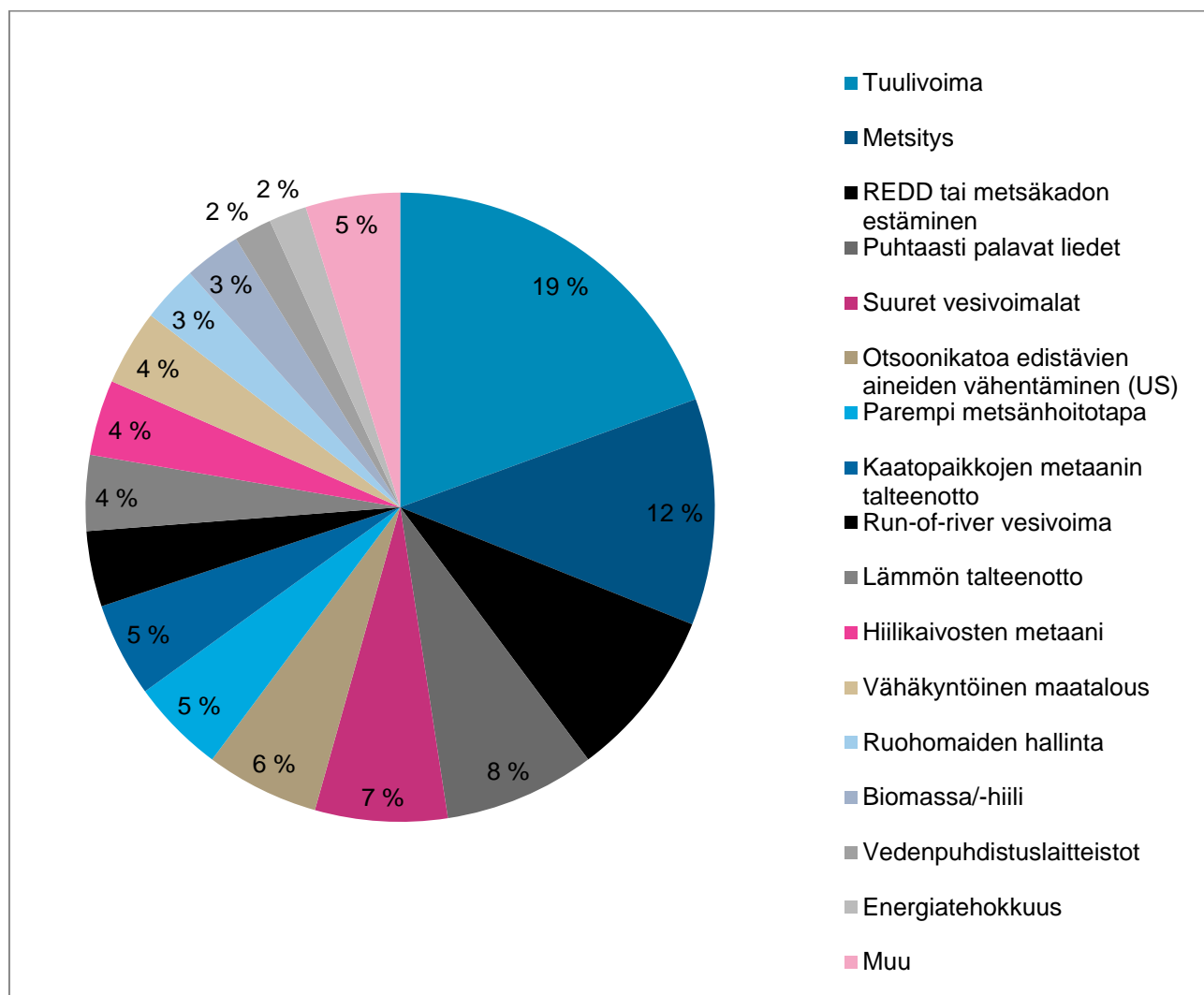
Taulukon 1 mukaisilla standardien todentamiskriteerit ovat periaatteessa melko tiukat. Esimerkiksi VCS:n hankkeiden on oltava (Mähönen 2011):

- Todellisia: *Kaikkien päästövähennysten tapahtuminen on todistettava vapaaehtoisten hiilidioksidisyksikköjen saamiseksi.*
- Mitattavia: *Kaikissa vapaaehtoisiksi hiilidioksidisyksiköiksi esitetyissä todennettavissa päästövähennyksissä on käytettävä tunnustettuja menetelmiä.*
- Pysyviä: *Muualle laskettujen päästöjen hyvittämisestä on tärkeää, että vapaaehtoiset hiilidioksidisyksiköt edustavat pysyviä päästövähennyksiä eikä kehityssuunta todennäköisesti muutu.*
- Lisäisiä: *Projektipohjaisten päästövähennysten validiteetin tärkein tekijä on, että vähennykset ovat ylimääräisiä eli vähennysten tuloksena syntyy vähemmän päästöjä kuin ilman vähennysprosessia.*
- Puolueettomasti todennettavia: *Puolueettoman kolmannen osapuolen todennuslaitoksen on todennettava kaikki vapaaehtoisiksi hiilidioksidisyksiköiksi sertifioitavat päästövähennykset.*

Useimmiten vapaaehtoisille markkinoille tulevat hankkeet sijaitsevat Kiinassa, Pohjois-Amerikassa tai muissa kehittyvissä maissa. Esimerkiksi Euroopassa ei ole juurikaan hankkeita vapaaehtoisten markkinoiden piirissä, sillä Euroopan Unionin päästökauppa estää esimerkiksi uusiutuvan energian hankkeet vähennysten kaksoislaskennan takia. Suosituimpia hankkeita muualla ovat jo jonkin aikaa olleet uusiutuvan energian lisääminen, ja seuraavaksi eniten erilaisia metsitys- ja maankäyttöhankkeet.

Taulukko 1. Erilaisilla markkinoilla liikkuvia päästövähennysyksiköitä.

Standardi / mekanismi	Yksikkö	Kuvaus
VCS (Verified Carbon Standard)	VCU (Verified Carbon Unit)	The Climate Group – järjestön perustama Lähinnä uusiutuvan energian hankkeita. Vaihdetuin standardi vuonna 2012.: maailmanmarkkinaosuus 37 % ja VCU+ yhdistelmästandardeilla 18 %
Gold Standard	VER (Verified Emission Reduction)	WWF:n aloitteesta luotu standardi, joka keskittyy energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä lisääviin hankkeisiin. Alan tiukimmat kriteerit ja laajin hankepaletti. Markkinaosuus 13 % vuonna 2012.
CDM (Clean Development mehamism) Kioton puhtaan kehityksen hankemekanismi	CER (Certified Emission Reduction)	Mahdollistaa osapuolille vähennysyksiköiden ostamisen kehittyvistä maista. Samankaltaiset kriteerit kuin VER-yksiköillä ilman yhtä tiukkoja sosiaalisia vaatimuksia.
JI (Joint Implementation) Kioton yhteystoteutus-hankemekanismi	ERU (Emission Reduction Unit)	Mahdollistaa ennen muuta siirtymätalouksien maissa toteutettavat päästöjen vähennyshankkeet.
Tanskan kansallinen päästövähennysmekanismi (pilotti)		Samankaltainen kuin JI mutta suunnattu yksityisille toimijoille Tanskassa. Tarjouskilpailu, jossa valtio sitoutuu 65 000 yksikköä 16 euron hintaan. (Vastaavanlaisia hankkeita muissakin Pohjoismaissa)



Kuva 2. Vapaaehtoisten markkinoiden hanketyypit markkinaosuuksittain (Peters-Stanley ja Lin 2013).

Valtaosa vähennyksistä kulkee erilaisten meklarien kautta, mutta suora kaupankäynti hankkeen ja kompensaation loppukäyttäjän lisääntyy jatkuvasti. Samalla hankkeilta haetaan omaleimaista "tarinaa" yhdistämällä hiilistandardeihin myös muita ekologisia tai sosiaalisia mittareita. Esimerkiksi Kioton sopimuksen mukaisten CDM-hankemekanismin CER-yksiköiden tarjontaan nähden alhainen kysyntä ja siitä johtunut hinnan lasku ei ole vielä siirtänyt hankkeita laajamittaisesti vapaaehtoisten markkinoiden puolelle, ja osasyynä voidaan pitää juuri tätä hankkeiden "omaleimaisuuden" puutetta. Pelkkä hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ei ole välttämättä yrityksille etusijalla, sillä monimuotoisempia yksiköitä ostetaan vaikka halpoja yksiköitä olisikin tarjolla. Tämä voidaan nähdä sekä positiivisena että negatiivisena asiana: on vaikea kritisoida sitä, että vähähiilisyys Hankkeiden ohessa tehdään kehitysapua, mutta toisaalta tällöin päästövähennyksiä ei välttämättä tehdä kaikkein tehokkaimmalla tavalla. Yritykset voisivat päästöistä syntyvään hiilihaittaan nähden tehdä paljon enemmän toimenpiteitä, kuten Laatikosta 2 nähdään.

Laatikko 2: Hiilidioksidipäästöjen ilmastohaitta ja suhde päästökompensaatioiden hintoihin

Vapaaehtoisilla markkinoilla liikkuvien päästöyksiköiden keskihinta oli vuonna 2011 noin 4,2 euroa per yksikkö. Hajontaa oli runsaasti hanketyypistä riippuen. (Peters-Stanley & Lin 2013). Syksyllä 2013 Kioton hankemekanismin CER- ja ERU-yksiköiden hinnat olivat alle euron, ja Euroopan unioninvelvoitemarkkinoilla päästöoikeuden hinta hieman yli neljä euroa. (EEX 2013)

Päästökompensaatioiden hintoja ja kustannuksia on mielenkiintoista suhteuttaa päästöistä aiheutuvien haittojen kustannuksiin. Tol (2011) arvioi kirjallisuuskatsauksen perusteella, että keskimääräisen hiilitonnin rajakustannus on 177 dollaria. Kun tämä muunnetaan tämän euro- ja hiilidioksidimääräiseksi, **keskimääräiseksi rajahaitaksi saadaan 35 euroa per hiilidioksiditonni**. Tolin käyttämän aineiston hajonta on vinoutunut oikealle, joten sen perusteella hinta on todennäköisemmin alhaisempi. Joidenkin arvioiden mukaan haitta on luultavasti suurempi, sillä arvioissa ei ole käytetty painotuksia. Selvää kuitenkin on, että rajahaitta on huomattavasti suurempi kuin mikä on päästötonnin arvo markkinoilla.

Vapaaehtoiset markkinat eivät tällä hetkellä näytä houkuttelevan investoimaan Euroopan sisäisiin hankkeisiin. Vapaasti markkinajohtaisen järjestelmän vaihtoehtona voisi olla julkisen vallan alulle panema järjestelmä, jossa kunta tai valtio hyvittää syntyneet päästövähennykset. Pohjoismaissa kunnat ovat erityisen merkittävässä roolissa, ja niiden kautta päästään hyvin käsiksi paikallistasolle. Suomessa Kuntaliitto painottaa erityisesti kunnallisia järjestelmiä, joiden avulla saataisiin tuettua paikallisesti kannattavia hankkeita kustannustehokkaasti. Pohjoismaissa onkin käynnissä muutamia valtioiden pilottiprojekteja, joissa päästöyksiköitä pyritään hyvittämään päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla. Yksi esimerkki on Tanskan malli, jossa valtio sitoutuu tarjouskilpailun kautta ostamaan maksimissaan 65 000 päästövähennyksikköä 16 euron hintaan vuosina 2010 – 2015. Haasteiksi on todettu puute paikallistason resursseissa ja ilmastomuutoksen hillinnän kannalta olennaisten asioiden ymmärryksessä. (Paavilainen 2012a.)

Seuraavaksi mietitään kahden esimerkin kautta, miten päästöjä voitaisiin Suomessa vähentää käyttäen hyväksi vapaaehtoista hiilikauppaa. Erityisenä näkökulmana on sen pohtiminen, kuinka vapaaehtoiset markkinat voisivat syntyä niin, että ne koskisivat potentiaalisesti laajoja kansalaispiirejä.

3. Case 1: Mustahiilipäästöt puun pienpoltosta

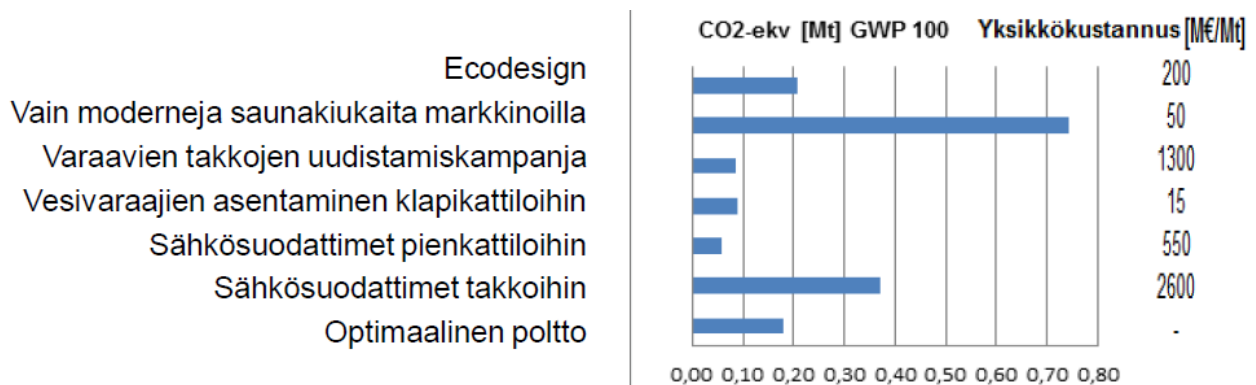
Musta noki on tehottoman palamisen yhteydessä syntyvä pienhiukkanen, jonka vähentämiseksi on alettu hahmottaa toimenpiteitä. Mustahiilellä on lyhyellä aikavälillä huomattava ilmastoa lämmittävä vaikutus, minkä lisäksi se aiheuttaa merkittäviä terveyshaittoja. Ilmastovaikutus perustuu pääosin kahteen fysikaaliseen tekijään: tumma partikkeli kerää lämpöä (absorboi), ja toisaalta se pienentää maan pinnan heijastavaa vaikutusta (albedoa) erityisesti talviaikaan lumen päälle sataessaan. (Savolahti ym. 2013)

Tiukentuneiden säädösten takia liikenteen päästöt vähenevät, ja kotitalouksien puun pienpoltton osuus kasvaa merkittäväksi mustahiilen lähteeksi. Puun poltossa syntyy samalla muitakin pienhiukkasia, joista orgaanisella hiilellä on puolestaan ilmastoa viilentävä vaikutus. Terveyshaittoihin kuuluu laaja kirjo oireita lyhytkestoisista kroonisiin ja jopa ennenaikaisiin kuolemiin. Huomattava tekijä pienhiukkaspäästöjen vähennyksessä ovatkin oheishyödyt. Tähän mennessä päästöjä vähentäviä hankkeita on perusteltu lähinnä terveyshaitoilla, jolloin ilmastoa lämmittävän vaikutuksen poistuminen olisi lisähyöty.

Päästövähennyskeinoja ovat

- *tekniset keinot*
 - o modernit kiukaat tai takat
 - o piipunpääteknikat (suodattimet)
- *toiminnalliset keinot*
 - o valistus (tehokkaampi polttotapa)

Etenkin teknisten laitteiden uusiutuminen on hidasta, sillä niiden elinkaaret ovat niin pitkät, eivätkä EU:n EcoDesign-standardit ulotu koskemaan takkoja tai puukiukaita. Tekniset ratkaisut voivat usein olla kalliimpia kuin toiminnalliset keinot: esimerkiksi teknisten suodattimien hinnaksi saattaa tulla jopa 2300 euroa per vähennetty tonni. Edullisempia teknisiä toimia olisivat vesivaraajan asentaminen kiukaaseen (15 euroa per tonni). Valistuskampanjat, joissa ihmisiä opetetaan polttamaan puuta kestävämmällä tavalla, voivat tarjota kaikkein kustannusvaikuttavimman ratkaisun mustahiilen vähentämiseen. Tosin valitettavasti ympäristöllisistä valistuskampanjoista on tehty harvoin tehty vaikuttavuustutkimuksia ja kustannus-hyötyanalyysia, joten vahvoja johtopäätöksiä valistuksen edullisuudesta ei voida tässä tehdä. Kuva 3 esittää arvioita erilaisten ratkaisujen yksikkökustannuksista.



Kuva 3. Yksittäisten keinojen vaikutus vuonna 2030 (Savolahti, Karvosenoja, Kupiainen 2013).

Kuinka yllä esitellyjä toimia mustahiilen vähentämiseksi voitaisiin saada toteutettua joko kansalaisten suorien omien toimien tai vapaaehtoisten päästövähennysmarkkinoiden kautta? Voimme erottaa kolme mahdollista toimintalinjaa riippuen kansalaisten ja julkisen vallan tahtotilasta.

1. Kotitalous itse haluaa vähentää päästöjään, ja investoi siksi kalliimpaan mutta vähemmän päästävään teknologiaan.
2. Jokin ulkopuolinen taho, esimerkiksi kunta tai yritys sitoutuu Tanskan esimerkin tapaan hankkimaan tietyn määrään päästövähennysyksiköistä ja ostaa ne kotitalouksilta. Päästövähennysyksiköiden korvauksen muoto on kotitaloudelle maksettava investointituki päästöjä vähentävien tekniikoiden käyttöönottoon.
3. Julkisen vallan (kunnan, valtion) muu edistävää toiminta, esimerkiksi valistuskampanja, jonka tavoitteena on kotitalouksien vapaaehtoinen päästöjen vähentäminen, mutta josta ei synny varsinaisesti päästövähennysyksiköitä.

Esitetyt kolme vaihtoehtoa suhteutuvat eri tavoin markkinoiden luomiseen vapaaehtoisille päästövähennysyksiköille. Ensimmäisessä vaihtoehdossa ajurina toimii puuta polttavan kotitalouden oma tahto vähentää päästöjä, jolloin päästöyksiköiden todennus markkinoita varten ei ole tarkoituksenmukaista. Kolmannessa vaihtoehdossa päästövähennysten todennus on mahdollista ainoastaan jälkikäteen, joten toimivaa vähennysyksiköihin perustuvaa markkinamekanismia on vaikea hahmottaa.

Käytännössä siis ainoastaan vaihtoehto 2 mahdollistaa markkinoilla vaihdettavien päästövähennysyksiköiden luomisen. Syntyvien yksiköiden määrä tulisi sijoittaa tekniikkaan, esimerkiksi tietynlaisiin takkoihin tai suodatintekniikoihin, jolloin laskennallisten vähenemien avulla voitaisiin laskea syntyvät vähennysyksiköt. Yksiköt voitaisiin jakaa joko paremman tekniikan käyttöönottavalle

kotitaloudelle (esimerkiksi verohelpotuksena) tai laitteita myyvälle yritykselle, jolloin yksiköstä saatava tulo näkyisi tuotteen hinnassa. Vähennysyksiköiden ostaja olisi taho, jolla on tavoitteena pyrkiä hiilineutraaliuteen hyvittämällä omia päästöjään – esimerkiksi kunta.

4. Case 2: Kotimaisten turvepeltojen metsittäminen hiilidioksidipäästöjen kompensointina

Maankäytön toimet eivät tällä hetkellä kuulu EU:n päästökaupan piiriin, vaikka niillä onkin huomattava merkitys maaperästä tuleviin päästöihin. Vapaaehtoisilla kompensatioilla maankäyttöä kotimaassa voitaisiin periaatteessa ohjata kestävämpään suuntaan, mutta tällöin on otettava huomioon lukuisia tekijöitä maatalouden tukipolitiikasta maaperätyyppien päästöihin. Esimerkkitapauksena tarkastellaan turvepeltojen metsitystä ja mietitään, millä ehdoilla hiilikauppa voisi toimia maankäytön päästöjä vähentävänä tekijänä.

Turvepelto on suosta ojitamalla ja maanparannustoimien avulla tehty viljelymaa. Turvepelloilta tulevat kasvihuonekaasupäästöt ovat huomattavat, ja suurin osa päästöistä liittyy nimenomaan maankäyttöön (ks. Taulukko 2). Turvepeltojen metsittämisellä voidaan laskea niiden hehtaarikohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä huomattavasti. (Ervola ym. 2012).

Taulukko 2. Hehtaarikohtaiset päästöt turvepelloilta ja metsitetyltä turvepelloilta (Ervola ym. 2012).

Turvepelloilta (ohra)	t CO ₂ ekv / ha / a	13
Metsitetyltä turvepelloilta	t CO ₂ ekv / ha / a	3,3
erotus	t CO₂ ekv / ha / a	9,5

Viljelijälle vähähiilisempi viljelytapa voi toimia ekoprofilointina, mutta tällaisen toiminnan haluttavuus on epävarmaa ja vaikutus viljelijän tuloihin voi olla merkittävä. Viljelijälle pelto on tietenkin myös tulonlähde, ja viljelijä tuskin luopuu tuloistaan pelkän hiilineutraaliuden nimissä. Alla olevasta taulukosta nähdään, että viljelijä saa ohrapeltoilta huomattavasti suuremman tuoton kuin metsityksestä. Valtaosa voitosta tulee maataloustuesta, jonka suuruus tässä esimerkissä on 575 euroa – tosiasiasa tuen suuruus vaihtelee huomattavasti alueittain ja viljeltävän kasvin perusteella. (Ervola ym. 2012).

Taulukko 3. Viljelijän voitot eri maankäyttötavoilla ilman tukea ja tuen kanssa (Ervola ym. 2012).

	Metsitys	Ohrapelto	Erotus
Viljelijän nettovoitto (€/ha/a)	48	87	39
tuen kanssa (€/ha/a)	48	662	614

Jakamalla maankäyttötapojen voittojen erotus päästöjen erotuksella saadaan hiilitonnille se hinta, joka tulisi maksaa, jotta maankäyttötavat olisivat yhdenvertaiset viljelijän näkökulmasta. Tässä esimerkissä tukipolitiikan kanssa päästön hinnan tulisi olla vähintään noin *65 euroa per tonni*, jotta metsitys tulisi kannattavammaksi kuin turvepeltojen viljely. Tämä on lähes kaksinkertainen kuin hiilitonnin arvioitu rajahaitta (35 euroa) ja 15 kertaa suurempi, kuin keskimääräinen vapailla markkinoilla vaihdettu hiilitonnin hinta (metsityshankkeista noin 4,4 euroa per tonni). On hyvin epätodennäköistä, että kukaan maksaisi näin suurta summaa päästötonnista, kun huomattavasti halvempiakin keinoja on olemassa.

Ilman tukipolitiikkaa vastaava minimihinta olisi noin *4 euroa per tonni*. Vapaaehtoisilla markkinoilla liikkuvat päästöhyvytykset riittäisivät siis mainiosti kompensoimaan viljelijän menettämän tulon, ja silti hinta olisi huomattavasti alhaisempi kuin hiilitonnin arvioitu rajahaitta. On siis selvää, että maataloustukipolitiikka tekee ympäristöpolitiikasta huomattavasti vaikeampaa.

Jos haluttaisiin luoda metsityksestä syntyville päästöoikeuksille vapaaehtoiset markkinat, tulee miettiä, kuka olisi lopullisten syntyvien päästökompensaatioiden maksaja ja millä mekanismeilla päästövähennystonnin hinta siirtyisi viljelijälle, jotta se kannustaisi toimimaan. Päästöoikeuksia syntyisi maaperästä riippuen hehtaarikohtaisesti. Ylhäältä nähdään, että nykyisen tukipolitiikan piirissä olevien turvemaiden kohdalla riittävät kannustimet luovan päästöyksikön hinta nousisi hyvin korkeaksi. Toisaalta osa turvemaista on tukipolitiikan ulkopuolella, joten kohdentamalla hiilikauppaa voitaisiin synnyttää juuri näille alueille. Ostaja voisi olla taas Tanskan mallin mukaan valtio tai kunta. Pakollisten ja vapaaehtoisten markkinoiden suhdetta voitaisiin myös miettiä: olisiko syntyviä päästövähennysyksiköitä mahdollista siirtää velvoitemarkkinoille, jolloin päästökauppaa käyvät yritykset voisivat ostaa kotimaassa tuotettuja päästövähennysyksiköitä? Maatalouspolitiikka ja päästökauppadirektiivit vaikuttavat kuitenkin lopulta siihen, mitkä keinot ovat sallittuja. On huomioitava, että metsän lopullinen käyttö sekä metsätalousmaasta tuotetun puun käyttö määrittävät myös lopulliset päästöt; sitomalla puu rakenteisiin sen sitoma hiili pysyy poissa kierrosta huomattavasti pidempään. Esimerkiksi sertifioidulla turvemaalla kasvava puu tiettyyn kestävään käyttötapaan voitaisiin hiilen sidontaa parantaa entisestään, ja generoida jopa enemmän hyvityksiä kuin pelkän maankäytön kautta.

5. Pohdintaa

Markkinoiden tilasta paljon, ettei suomen kielessä ole yksiselitteistä termiä offsetille, vaan voidaan puhua joko hyvityksistä tai kompensatioista. Vielä muutama vuosi sitten erilaisia julkisia pilottihankkeita laitettiin aluille monissa Euroopan maissa ja päästöjen kompensointi oli paljon esillä mediassa. Sittemmin monia hankkeita on lakkautettu, eikä asiasta enää oikein uutisoidakaan. Voi olla, että kyseessä on sulatusvaihe. Selvää on, että markkinoita täytyy vielä tutkia, katsoa pilottihankkeiden tuloksia ja kehittää markkinoita toimivammiksi.

Käsitteitä

EU ETS Euroopan unionin päästökauppa, jonka piiriin kuuluvat energiantuotanto, useita prosessiteollisuuden aloja ja lentoliikenne.

hiilineutraalius Toimijan (yrityksen, yhteisön, kotitalouden) päästöjen laskennallinen nollatila, johon päästään 1. mittaamalla päästöt 2. vähentämällä päästöjä mahdollisuuksien mukaan 3. kompensoimalla jäljelle jääneet päästöt.

kasvihuonekaasujen hyvitys tai kompensointi (offset, credit) Hyvitys, jonka yksityishenkilö, yhteisö tai yritys voi vapaaehtoisesti maksaa korvauksena tuottamistaan kasvihuonekaasuista. Hyvityksistä saatavilla varoilla rahoitetaan kasvihuonekaasuja vähentäviä projekteja, kuten tuulipuistojen rakentamista ja metsittämishankkeita.

lisäisyys (additionality) (markkinoiden) baseline-tilanteeseen nähden tapahtuva aito muutos, esimerkiksi päästöjen lasku, jota ei olisi tapahtunut ilman päästöjen laskusta maksettavaa korvausta.

mustahiili (BC) epäorgaaninen hiili eli epätäydellisessä palamisessa syntyvä pienhiukkanen, jolla on lyhyellä aikavälillä vahva ilmastoa lämmittävä vaikutus.

päästövähennysyksikkö Yksi vähennetty CO₂-ekvivalentti päästötonni, jonka nimi riippuu siitä, minkä standardin piirissä se on todennettu. Esimerkiksi vapaaehtoisilla markkinoilla Gold Standardin VER (Verified Emission Reduction) tai velvoitemarkkinoilla Kioton mekanismin CER (Certified Emission Reduction)

standardi Määrätty kriteerijärjestelmä, jonka avulla projektin ympäristö- tai muut vaikutukset voidaan sertifioida ja todentaa. Standardi antaa kriteerit projektin suunnittelulle, valvonnalle ja raportoinnille. Vapaaehtoisilla markkinoilla on lukuisia erilaisia ja kilpailevia standardeja, esimerkiksi Gold Standard tai VCS (Verified Carbon Standard). Standardi voi olla myös julkisen vallan määräämä.

turvepelto Suosta ojittamalla ja maanparannustoimien avulla tehty pelto

vapaaehtoiset kompensatiomarkkinat Vapaaehtoisilla markkinoilla päästövähennysten ostajia ovat pääasiassa EU:n päästökauppaan kuulumattomat yritykset ja ihmiset. Päästövähennysten yksikköhinta muodostuu vapailla kaupallisilla markkinoilla kysynnän, tarjonnan ja hankkeen laatusertifikaatin mukaan. Päästövähennyksen hinta sisältää myös välittäjien sekä projektikehittäjien kulut ja katteet.

velvoitemarkkinat Lain velvoittamat päästöjä vähennysmarkkinat. Esimerkiksi EU ETS.

Kirjallisuus

EEX 2013. Emission Rights. Market data. 15.10.2013
<http://www.eex.com/en/Market%20Data/Trading%20Data/Emission%20Rights>

Energiamarkkinavirasto 2013. Keskeinen päästökauppaa koskeva sanasto. 29.11.2013
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?languageid=752&gid=249>

Ervola, A.; Lankoski, J.; Ollikainen, M.; Mikkola, H. J. 2012. Agriculture and climate change: The socially optimal production, land use, and GHG emissions. *Food Economics* April-June 2012; 9: 10-24

Finlex 2006. HE 161/2006. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi päästökauppalaain muuttamisesta – 2.2.3. Linkkidirektiivi. <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2006/20060161>

MACEB 2013. MACEB-hankkeen kotisivut <http://www.maceb.fi/>

Mähönen, E. 2011. Kasvihuonekaasujen kompensointi. Muistio, Ympäristöministeriö 20.10.2011.

Paavilainen, E. 2012a. Esiselvitys kuntien ja valtion kumppanuusmenettelystä ilmastopäästöjen vähentämiseksi. Loppuraportti

Paavilainen, E. 2012b. Selvitys pohjoismaisista hyvitysjärjestelmistä. Suomen Kuntaliitto 2012.

Peters-Stanley, M.; Lin, D. 2013. Maneuvering the mosaic – State of the voluntary carbon markets 2013. *Forest Trends' Ecosystems Marketplace 2013*.

Savolahti, M.; Karvosenoja, N. Paunu, V-V., Kupiainen, K. 2013. Reduction measures and mitigation scenarios for particulate emissions in Finnish residential wood combustion (FRES-DOMP). Suomen ympäristökeskus. *DRAFT*.

Savolahti, M.; Karvosenoja, N.; Kupiainen, K. 2013. Puun mustahiilipäästöt, ilmastovaikutukset ja päästövähennyskeinot. Syke. Esityskalvot.

Tol, R.S.J., 2011. The Social Cost for Carbon. *Annual Review of Resource Economics*. Vol. 3: 419-44

LIITE. ILMASTOPANEELIN HIILINEUTRAALISUUTTA, KULUTTAJIEN VALINTOJA JA KOMPENSOINTIA KOSKEVAN TYÖPAJAN (11.2.2014) TULOKSET

HIILINEUTRAALISUUS – MÄÄRITELMÄ JA LASKENNAN PELISÄÄNNÖT

Koonnut: *Jyri Seppälä*

Ilmastopaneelin tekemä hiilineutraalisuuden määritelmä ja eri toimijoille – valtioille, organisaatioille ja yksittäisille henkilöille – laaditut hiilineutraalisuuden laskennan ja tavoittelun pelisäännöt nähtiin ymmärrettävinä ja hyväksyttävänä (ks. Ilmastopaneelin raporteja 4/2014).

Kompensaation uskottavuuden varmistaminen nähtiin tärkeänä. Kompensaation tuomia hyötyjä voi ottaa mukaan vain, jos kohteet löytyvät hiilineutraalisuutta tavoittelevan tahon toiminta-alueen ulkopuolta. Esimerkiksi kunta ei voi laskea kompensaatiohyötyjä kohteista, jotka löytyvät sen kuntarajojen sisäpuolelta. Nämä päästövähennyshyödyt ovat mukana jo muutoinkin kunnan päästölaskennassa Kompensaatioissa pitää ottaa myös huomioon ns. kaksoislaskennan välttäminen.

ASUMINEN

Koonnut: *Miimu Airaksinen ja Jyri Seppälä*

Yleisiä huomioita – mitä uutta

- Pienet teot voi tehdä
- taloyhtiön neuvonta
- huollon vaikutus
- eri asumismuodoille eri tavat
- mittarointi
- esimerkin vaikutus
- käyttötekniinen, jatkuva innostaminen + palautteen saaminen
- haluamme tehdä mutta kukaan ei tee; toisaalta kuluttaja haluaa tehdä
- konkreettiset keinot
- kotitalousvähennys suunnittelusta

Tietämys – motovointi

- Jos ei tee mitään, mitä se vaikuttaa
- kuluttaja ESCO
- tieto milloin pitää korjata
- taloyhtiön hallinta + isännöitsijä
- käyttäytymisen muutos
- energia halpaa, mutta pienituloisille merkitystä
- ideologia
- turvallinen, puolueeton tieto, suuri tarve
- eri kohderyhmille eri tietoja
- (mikä on mahdollista tälle kohderyhmälle esim. taloudellisesti)

Pullonkaulat – miten päästäisiin eteenpäin

- puolueeton tieto
- käyttäytymisen muutos
- raha
- kokonaisvaltainen tarkastelu
- elinkaari-investointi
- hiilen hinta, hiilivero
- personal trainer
- naisten mukaan ottaminen
- uuden sukupolven mukaan ottaminen
- peruskorjauksen suunnittelu
- kannustaminen
- pitkäjänteisyys
- kuinka saataisiin liiketoimintaa
- mittarointi
- automaattisuus, elämän helppous

LIKKUMINEN

Koonnut: *Ari Nissinen*

Yleisiä huomioita – mitä uutta

Liikkumisetäisyydet ja keskimääräiset liikkumismatkat kasvavat koko ajan. Tästä pitäisi puhua ja asiaa vastaan tehdä jotain. Pitääkö esim. lapsia viedä autolla harrastuksiin?

Liikkumisen muutokseen liittyy infran muutos, ja paljon rakentamista. Nämä ovat pitkän aikavälin muutoksia ja merkittäviä ympäristövaikutusten kannalta. Ne pitäisi ottaa huomioon liikkumismuutosten vaikutuksia tarkasteltaessa.

Tietämys -motivointi

Melko helpoilla valinnoilla (viisaan liikkumisen keinot, autovalinnat) voi saada aikaan isoja päästövähennyksiä.

Seuraavat sanonnat pitäisi jo jättää pois:

- Suomi on pitkien matkojen maa. - Arkiliikenteessä ei ole, monet taajamat ja pikkukaupungit ovat kätevästi kävelävissä ja pyöräiltävissä.
- Kun auto on, niin sillä on ajettava. - Silti voi käyttää joukkoliikennettä, pyöräillä ja kävellä. Voi säästää hermoja, lukea bussissa, ja kuntoilla hyötyliikkuen.

Pullonkaulat – miten päästään eteenpäin

Tehdään joukkoliikenne helpoksi - monessa paikassa se on jo helppoa.

Pois autoilua edistäviä tukia: työmatkavähennys ja ilmainen pysäköinti.

Porkkanaksi työsuhdematkalippu ja joukkoliikenteen tuki: työpaikat ja kunta kannustavat ja tukevat.

Sähkön ja kaasun jakelupisteverkko riittäväksi

Uusien autojen valinnassa vähäpäästöinen auto löytyy helposti ja sen valintaan kannustetaan. Käytetyn auton valinnassa vähäpäästöistä vaihtoehtoa olisi myös syytä tuoda esiin ja tukea!

RUOKA

Koonnut: *Taneli Roininen*

Yleisiä huomioita – mitä uutta

Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt -esityksestä jäi ryhmäläisille parhaiten mieleen, osittain uutena asiana, ilmastovaikutusten ja ravitsemuksen yhdistäminen. Osallistujat olivat tietoisia siitä, että kasvisvoittoisuudella ja lihan kulutuksen vähentämisellä voidaan vaikuttaa merkittävästi ruoankulutuksen ilmastokuormaan, osittain uutta tuntui olevan elintarvikkeiden ilmastovaikutusten suuret tuotantojärjestelmäkohtaiset vaihtelut ja luotettavan tiedon saannin haastavuus verrattuna asumisen ja liikkumisen kulutusalueisiin. Ruokaesityksessä esitetty myyttiä oli useimmille tuttua tietoa, mutta se ettei luomu- tai lähiruoalla ole välttämättä suoraa linkkiä ilmastoystävällisyyteen, oli joillekin uutta tietoa. Karkea arvio suomalaisten ylensyönnin suuruudesta yllätti monet, vaikka suomalaisten lihavuudesta onkin ollut julkista keskustelua pitkään. Ylensyöntiä ei oltu aikaisemmin ajateltu ilmasto-, vaan terveysongelmaksi.

Tietämys – motivointi

Keskustelijat tunnistivat useita alueita, joilla ihmisten tietämystä pitäisi parantaa. Todettiin, että kuluttajien tietotaidot ruoan ja ilmastovaikutusten yhdistämiseksi ovat erittäin puutteelliset, eivätkä ruoankulutuksen päästövähennysmahdollisuudet ole yleisesti tiedossa. Tietoisuuden kasvattamiseksi tulisi lisätä julkista keskustelua ja ”perusvalistusta” aiheesta, hyödyntäen useita eri viestintäkanavia samanaikaisesti. Ruokasektorin sidosryhmien yhteistyön todettiin olevan asiassa tärkeää. Viestiä ehdotettiin vietäväksi kuluttajille esimerkiksi tilanteissa, joissa ruokavalintoja tehdään. Esimerkkinä mainittiin työpaikkaruokalat, kouluruokalat ja muut ravintolat, sekä huoltoasemat ja kaupat. Media ja koulutusjärjestelmät tunnistettiin myös potentiaalisiksi viestinviejiksi. Valistuksen tehtävänä olisi herätellä kuluttajia pohtimaan ruoan ja ympäristön välistä yhteyttä, mutta syyllistämättä. Ryhmäläisten mielestä viestiä tulisi viedä positiivisuuden kautta, asia ei saa tuntua raskaalta tai negatiiviselta jotta saadaan pidettyä yllä ihmisten mielenkiintoa. Kuluttajavalistusta helpottavana löydöksenä pidettiin sitä, että ympäristövaikutusten ja terveellisuuden välillä näyttää olevan yhteys: terveellisemmät ruokavalinnat kuormittavat myös vähemmän ympäristöä.

Pullonkaulat - miten päästään eteenpäin

Suurimpien esteiden ruoankulutusmuutoksille todettiin olevan ruokakulttuurissa, mutta poliittisten ohjauskeinojen mahdollisuuksia arveltiin myös hyväksi. Ruokakulttuuriin voi olla haastavaa tuoda mitään irrallista ja kulttuurille tuntematonta kulttuurin ulkopuolelta lyhyellä aikavälillä, vaikka esimerkiksi ulkomaalaiset ruoat muodostavatkin nykyään merkittävän osan omasta ruokakulttuuristamme. Ruokakulttuurin tuntemus on tärkeää, mikäli siihen halutaan vaikuttaa pitkällä aikavälillä. Hinnan, laatukokemuksen, tottumusten ja helppouden vaikutus kuluttajien ruokavalintoihin tunnistettiin merkittäväksi. Toimenpide-ehdotuksissa korostettiin tietoisuuden kasvattamisen ja valistuksen lisäksi myös esimerkiksi haittaveron asettamista ilmasto- kuormittaville raaka-aineille, joiden ravitsemukselliset arvot ovat heikot. Keskustelussa tuli kuitenkin esille, että haittaverolle pitäisi olla luotettava tietopohja, jota varten tarvitaan vielä merkittävästi lisätietoa eri tuoteryhmien ilmastovaikutuksista ja kansainvälisesti vertailukelpoista tietoa. Yksinkertaisena ratkaisuna ylensyöntiin ehdotettiin kodin ulkopuolella nautittavien aterioiden hinnoittelun muuttamista massapohjaiseksi.

KOMPENSOINTI

Koonnut: *Markku Ollikainen*

Yleisiä huomioita – mitä uutta

Ovatko kompensatiot relevattiasia - kysyi eräs keskeinen YM:n virkamies. Tätä pohdittiin monelta kannalta, ja tultiin minimissään tulokseen, että kompensatiot vievät kyllä asiaa eteenpäin ja saattavat luoda jotain uuttakin Suomeen. Virkamiesten varauksellisuus ei kuitenkaan kadonnut: velvoitemarkkinoiden toiminta on ensisijaista.

Tietämys - motivointi

Monet osallistujista sanoivat että oma asenne kompensatioihin on ristiriitainen: toisaalta kompensatiot ovat erittäin hyvä asia, koska saadaan positiivinen ruiske ilmastoasioihin, mutta todentamisen epäselvyydet pelottavat.

Ihmisten motivaatiosta, eli halukkuudesta osallistua kompensatiomarkkinoihin vallitsi erilaisia käsityksiä. Keskustelun myötä päädyttiin ajatukseen, että ihmisillä on motivaatiota tehdä itse positiivisia ilmastotekoja, mutta epävarmaksi jäätiin sen suhteen löytyisikö juuri vapaaehtoisin kompensatioihin halukkuutta.

Pullonkaulat – miten eteenpäin

Vapaaehtoisten kompensatiomarkkinoiden "suomalaisuus" innosti. Se että meillä tehtäisiin toimia, joissa yhdistyisi kompensatiot ja omaehtoinen tekeminen koettiin lupaavaksi. Tästä näkökulmasta oltiin yhtä mieltä, että hiukkaspäästöjen alentaminen tulisijoissa, jonka kunta ostaa kompensationsa, yhdistäisi omaehtoisen toiminnan ja kompensatiot.