

Ilmastopaneeli

Kuluttajan valinnat pyrittäessä kohti hiilineutraalisuutta – asuminen, liikkuminen, ruokailu ja kompensatit

JYRI SEPPÄLÄ, MIIMU AIRAKSINEN, HANNELE CANTELL, MARJA JÄRVELÄ,
MARKKU OLLIKAINEN, PIRJO PELTONEN-SAINIO, ILKKA SAVOLAINEN

JYRI SEPPÄLÄ¹, MIIMU AIRAKSINEN², HANNELE CANTELL³, MARJA JÄRVELÄ⁴, MARKKU
OLLIKAINEN⁵, PIRJO PELTONEN-SAINIO⁶, ILKKA SAVOLAINEN⁷

1 Suomen ympäristökeskus SYKE

2 Teknologian tutkimuskeskus VTT

3 Helsingin yliopisto, opettajakoulutuslaitos

4 Jyväskylän yliopisto, yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos

5 Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos

6 Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT

7 Emeritusprofessori

ALKUSANAT

Ilmastonmuutoksen hillintä vaatii voimakkaita toimia lähivuosikymmeninä. Viimeisen kymmenen vuoden aikana päästöt ovat lisääntyneet globaalisti keskimäärin 2,2 prosenttia vuodessa, ja maapallon vaarallisen lämpötilannousun estäminen on kokoajan haasteellisempaa. Jotta kahden asteen tavoite vielä saavutettaisiin, teollisuusmailta tullaan edellyttämään nopeampaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä kuin kehitysmailla ja kehittyviltä talouksilta ja nykyisten skenaarioiden valossa jopa päästötöntä, hiilineutraalia tilannetta ennen vuosisadan loppua. Muutoksen aikaansaamisessa kulutuksen muutoksella on tärkeä sijansa. Lainsäädännöllä voidaan ohjata kulutusta ilmastoystävälliseen suuntaan, mutta myös kuluttajat voivat omilla valinnoillaan jouduttaa kehitystä monella tavalla. Samalla luodaan uudenlaista kysyntää, joka edesauttaa tuotannon ja palvelutoiminnan muutosta kohti vähähiilisempään suuntaan.

Edellä mainituista syistä Suomen ilmastopaneeli päätti keväällä 2013 sisällyttää kuluttajien valintoihin liittyvän syvällisemmän selvityksen hiilineutraalisuuskäsitettä koskevaan tarkasteluun (Ilmastopaneelin raportteja 4/2014) yhteyteen. Samalla myös haluttiin syventää tietämystä kuluttajien valintojen merkityksestä rakennetussa ympäristössä, josta tehtiin myös oma selvitys (Ilmastopaneelin raportteja 6/2014). Lisäksi haluttiin monipuolistaa ilmastopaneelin julkaisutoimintaa siten, että kohderyhmänä olisi tavallinen kuluttaja. Ilmastopaneelin työ oli tätä ennen palvellut etenkin Suomen ilmastopolitiikan linjausten taustoitusta.

Ilmastopaneelin tarkempaan selvittelyyn valittiin ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta keskeisimmät kulutusalueet (asuminen, liikkuminen ja ruokailu) sekä päästöjen kompensointi, jolla myös yksilö voi edistää päästöjensä vähentämistä. Jokaisesta osa-alueesta tehtiin omat taustapaperit, jotka on julkaistu omana kokonaisuutena (Ilmastopaneelin raportti 8/2014). Näihin selvityksiin osallistui joukko suomalaisia asiantuntijoita, joille tekijät lausuvat suuret kiitokset. Lisäksi näihin erillisselvityksiin liittyen ilmastopaneelin järjesti 11.2.2014 asiantuntijatyöpajan, johon osallistui eri sidosryhmien asiantuntijoita. Kiitokset työpajaan osallistuneille tärkeistä näkemyksistä, jotka on myös dokumentoitu (Ilmastopaneelin raportteja 8/2014). Tämä selviytyks kokoaa erillisselvitysten pohjalta keskeisimmät kuluttajien valintoihin ja kompensoituihin liittyvät ilmastonäkökohdat.

Tekijät 26.5.2014

SISÄLLYSLUETTELO

Alkusanat	3
1. Johdanto	5
2. Oman päästötilanteen arviointi	6
3. Omien päästöjen vähentämismahdollisuudet	8
2.1 Asuminen	8
2.2 Liikkuminen	10
2.3. Ruokailu	11
4. Päästöjen kompensointi	12
5. Yhteenveto ja johtopäätökset	13
Kirjallisuus	14

1. Johdanto

Maailmantalouden voimakas kasvu viimeisen 50 vuoden aikana on johtanut yhä lisääntyvään tavaroiden ja palvelujen kulutukseen. Vuonna 2006 ihmiskunta käytti 30,5 biljoonaa (10^{12}) dollaria kulutukseen, kun se vuonna 1960 oli yli kuusikertaa pienempi määrä (4,9 biljoonaa dollaria). Samalla aikavälillä maailman väkiluvun kasvu oli 2,2-kertainen, mikä takia kulutus henkeä kohti kolminkertaistui (Wordwatch Institute 2010). Lisääntyneiden tulojen seurauksena yhä useammalla maapallon ihmisellä on varaa käyttää rahaa yhä enemmän ruoan ja asumisen kaltaisten perustarpeiden lisäksi muuhun kulutukseen: kodin koneistamiseen ja kulutuselektronikkaan sekä matkustamiseen. Toisaalta myös perustarpeiden osalta saatetaan siirtyä kulutustottumuksiin, jotka kasvattavat merkittävästi kasvihuonepäästöjä. Esimerkiksi ruokailutottumukset muuttuvat enemmän ympäristöä kuormittaviksi kun monet ihmiset vaurastuvissa maissa lisäävät lihan käyttöä ruokailussa. Myös perinteisissä teollisuusmaissa lihan kulutus on ollut kasvussa aivan viime aikoihin asti.

Lisääntyvä kulutus on samalla merkinnyt lisääntyvää tuotantoa, mikä on johtanut kasvihuonekaasupäästöjen ennakoitua nopeampaan globaaliin kasvuun (IPCC 2014). Kulutus ja tuotanto eivät ole pystyneet pienentämään ominaispäästöjään siinä tahdissa kun kulutus- ja tuotantovolyymit ovat lisääntyneet.

Kulutus ei tunne valtioiden rajoja. Länsimaissa ostettu tavara löytyy yhä useammin valmistusmaansa kehittyvistä talouksista tai kehitysmaista. Viime vuosikymmeninä länsimaissa tuotanto on siirtynyt yhä enenevässä määrin kehitysmaihin ja kehittyviin talousmaihin, joissa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen sijasta prioriteettina on ollut vaurastuminen (Peters ja Hertwich 2008, Hertwich ja Peters 2009, Edenhofer 2014).

Kulutus luo kysyntää, johon tuotanto pyrkii vastaamaan. Toisaalta uudet tuotteet luovat tarpeita, joita kuluttajat eivät ole osanneet edes tarvita. Kulutuksen trendit ovat kuitenkin viime kädessä kuluttajien valinnoista kiinni. Monet tutkijat (esim. Assadourian 2010) ovat nähneet ilmastonmuutoksen hillinnän onnistumisen edellytyksenä, että ilmastoystävällinen ja kohtuullinen kulutus lyö itsensä läpi globaalisti. Vaikka laajamittainen ilmastoystävällinen kulutustrendi odottaa vielä globaalisti itseään, länsimaissa on nähtävissä siihen liittyvää lisääntyvää kiinnostusta.

Yhteiskunnassa tehdään jatkuvasti erilaisia päätöksiä, jotka vaikuttavat ihmisten kulutuskäyttäytymiseen. Parhaimmillaan nämä ns. top down –lähestymistavat edistävät ilmastoystävällistä kulutuskäyttäytymistä. Tällaisia ovat muun muassa päästöperusteinen ajoneuvovero ja kaupunkien tukemat julkisen liikenteen kausiliput. Henkilö tekee kulutusvalintansa erilaisten reunaehtojen ja preferenssien perusteella. Raha näyttelee usein tärkeintä kriteeriä yksilön valinnoissa mikäli valittava tuote tai palvelu muutoin ylittää asetetun vaatimustason.

Ilmastonmuutoksen haasteen edessä monet haluavat tietoisesti vähentää kasvihuonekaasupäästöjään omassa elämässään. Pisimmälle vietyinä henkilö tavoittelee kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä hiilineutraalia tilaa. Suomen ilmastopaneelin hiilineutraalisuuden määritelmää (Seppälä ym. 2014a) mukailleen tämä tarkoittaa tilaa, jossa henkilön aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen nettopäästöt hiilidioksidiekvivalentteina ovat nolla vuositasolla. Tämä on käytännössä mahdollista arvioimalla ensin omasta toiminnasta aiheutetut kasvihuonekaasupäästöt, minkä jälkeen vähennetään omia päästöjä mahdollisimman paljon ja kompensoidaan loput jäljelle jääneet päästöt. Kompensoinnilla tarkoitetaan toimintaa, jossa henkilö ”neutraloi” eli hyvittää päästönsä hankkimalla päästövähennysyksiköitä markkinoilta.

Tämän selvityksen tarkoituksena on muodostaa kokonaiskuva hiilineutraalisuuden tavoittelusta kuluttajan näkökulmasta. Alussa tuodaan näkemys keskimääräisen suomalaisen kuluttajan kasvihuonekaasu-

päästötilanteen arvioinnista ja eri kulutuksen osa-alueiden päästöjen suuruusluokasta (luku 2). Sen jälkeen luodaan katsaus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuuksista niissä kulutuksen osa-alueissa – asumisessa, liikkumisessa ja ruokailussa, joissa yksilö pystyy vaikuttamaan merkittäväällä tavalla hiilijalanjälkeensä (luku 3). Lopuksi selvennetään kompensaation mahdollisuuksia päästöjen vähentämisessä (luku 4) ja esitetään johtopäätökset (luku 5).

2. Oman päästötilanteen arviointi

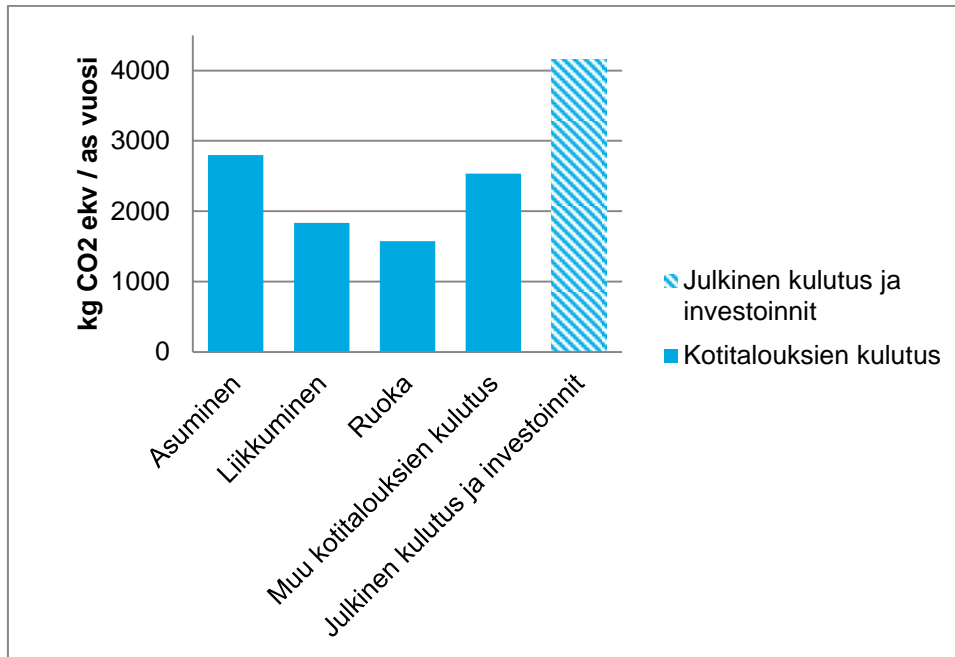
Oman kulutuksen aiheuttamat päästöt luovat perustan henkilökohtaiselle hiilineutraalisuuden tavoittelulle. Oman päästötilanteen lähtötilanteen arvioimiseksi on olemassa erilaisia julkishallinnon piiriin kuuluvien organisaatioiden tai vapaaehtoisjärjestöjen tekemiä hiilijalanjälkilaskureita, jotka tyypillisesti kohdistavat mielenkiinnon sellaisiin valintatilanteisiin joihin kuluttaja voi vaikuttaa. Hiilijalanjälkilaskureissa otetaan huomioon tyypillisesti kaikki merkittävät kasvihuonekaasupäästöt. Lähtötiedoiksi näihin laskureihin annetaan tiedot omasta kulutuksesta muun muassa asumisesta ja siihen liittyvästä energian käytöstä, jätteiden synnystä ja kierrätyksestä, liikkumistavoista sekä ruuan ja tavaroiden hankinnoista. Laskuriin ilmoitettujen tietojen perusteella saadaan laskettua oma hiilijalanjälki. Tämän perusteella voi arvioida, miten omat kulutustottumukset ja tekniset ratkaisut (esimerkiksi muutos asunnon lämmitystavassa) vaikuttavat omaan hiilijalanjälkeen

Hiilijalanjäljen laskennassa saadaan enemmän tai vähemmän elinkaaripohjainen tulos, jossa kotimaan päästöjen lisäksi on pyritty ottamaan ulkomailla tapahtuvat kulutuksen aiheuttamat päästöt mukaan. Laskennoissa voi olla vihreän sähkön valintamahdollisuus, mutta tyypillisesti kompensaatioita ei ole mukana laskureissa. Eri päästölaskureiden kattavuus sekä laskenta- ja toimintaperiaatteet siis vaihtelevat, minkä takia omalle hiilijalanjäljelle saadaan helposti erilaisia tuloksia.

Lähtötilanteen laskenta on haastavaa kattavien päästöarvioiden arviointivaiketuksien takia, minkä takia täysin kiistattomia päästölaskureita ei ole vielä tarjolla. Ulkomaisia laskureita ei pidä myöskään sellaisenaan käyttää suomalaisten hiilijalanjälkilaskentaan, sillä eri maiden energiatuotannon päästöt eroavat toisistaan merkittävästi ja esimerkiksi kaukolämmön käyttö puuttuu usein ulkomaalaisista laskureista. Esimerkkinä kattavasta suomalaisesta päästöarviotyökalusta mainittakoon ilmastodieetti-laskuri (www.ilmastodieetti.fi). Se on pyritty rakentamaan siten, että suomalaisten yksilöiden kulutusperusteiset päästöt yhteenlaskettuna vastasivat Suomen kansatalouden kotitalouksien kulutusperusteisia päästöjä ja tietoperusta pohjautuu suomalaisen ympäristölaajennetun tuotos-panosmallin käyttöön (ks. kuva 1).

Kansantalouden kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt voidaan arvioida kansainvälisten pelisääntöjen perusteella ilmastopäästölaajennettujen panos-tuotosmallien (IO) avulla (Peter ja Hertwich 2008). Laskennassa lisätään ko. maakohtaisiin päästöihin tuonnin päästöt ja vähennetään vientiteollisuuden suorat ja välilliset päästöt. Näin saatu kulutusperäinen luku muodostuu kotitalouksien kulutuksen, julkisen kulutuksen ja investointien päästöistä. Investoinnit sisältävät myös vientiteollisuutta palvelevat investoinnit, koska tilastollisesti ei pystytä erottamaan julkisen kulutuksen tarvitsemia ja teollisuuden investointeja toisistaan. Julkinen kulutus kattaa palvelut ja niihin liittyvät tavaravirrat (esim. koulutus- ja sairaalapalvelut, armeija). Niistä syntyy päästöjä, jotka voidaan osittaa kaikille suomalaisille. Toisaalta kotitaloudet pystyvät vaikuttamaan näihin päästöihin omilla valinnoillaan vain hyvin rajoitetusti ja siksi yleensä kulutuksen ympäristövaikutuksista puhuttaessa tarkoitetaan vain kotitalouksien kulutuksen vaikutuksia. Tämän lisäksi on mahdollista laskea todellisen yksilöllisen kulutuksen ilmastovaikutukset, joihin on lisätty julkisten ja yksityisten voittoa tavoittelemattomien yhteisöjen kotitalouksia palvelevat kulutusmenojen kautta synnytyt ilmastopäästöt (Mäenpää 2007). Vuoden 2005 tilanteessa tämä luku oli noin 1 tn CO₂-ekv suurempi per asukas kuin kotitalouden kulutuksen arvo.

Ilmastopaneeli



Kuva 1. Kotimaan loppukäytön kasvihuonekaasupäästöjen (milj. tn CO₂ ekv) muodostuminen vuonna 2005. Kotitalouksien kulutus (siniset pylväät) oli 46 milj. tn CO₂ ekv (9 milj. tn CO₂ ekv/asukas) ja koko loppukäyttö (siniset ja rasteri pylväät yhteensä) 68 milj. tn CO₂ ekv (12,8 milj. tn CO₂ ekv/asukas) (Seppälä ym. 2009).

Kulutusperusteisiin IO-päästöarvioihin sisältyy suurta epävarmuutta etenkin tuontituotteiden päästöarvioihin liittyen (Peters ja Solli 2011). Kuva 1 esittää Suomen kulutusperusteisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautumista vuoden 2005 tilanteessa. Arvio on tehty suomalaisen ympäristölaajennetun panos-tuotosmallin, ENVIMATin avulla (Seppälä ym. 2009).

ENVIMAT-mallin mukaan kotitalouksien kulutuksen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä noin 35 % tapahtui ulkomailla vuonna 2005. Todellisen yksilöllisen kulutuksen osalta tuonnin osuus päästöistä oli sama (kuva 3). Kotitalouksien kulutus aiheutti vuonna 2005 noin 45 % koko Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Todellisen yksilöllisen kulutuksen osuus oli noin puolet Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.

Suomessa ihmiset laittavat eniten rahaa asumiseen ja se on myös eniten kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttava kulutushyödykeryhmä (Seppälä ym. 2009). Toisaalta terveys on esimerkkinä kulutushyödykeryhmästä, johon laitetaan melko paljon rahaa mutta sen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat kuitenkin suhteellisen pieniä. Yleiskuva tärkeimmistä ilmastovaikutusten aiheuttajista on samanlainen sekä Suomessa että EU-maissa yhteensä keskimäärin: ruoka, asuminen ja liikkuminen muodostavat yhdessä yli 70 % ilmastovaikutuksista (Huppel ym. 2006, Tukker ja Jansen 2006, Seppälä ym. 2009). Suomessa asumiseen liittyvät kulutusmenot ja ilmastovaikutukset näyttävät suurempaa roolia kuin EU-maissa keskimäärin. Toisaalta elintarvikkeiden (ja myös ravintolapalveluiden) merkitys on suurempi EU-maissa yhteensä kuin Suomessa. Sekä EU-maissa keskimäärin että Suomessa kolmas merkittävä ilmastovaikutusten lähde on liikkuminen, eli kuljetukset, autoilu ja joukkoliikenne. Vaatetuksen ja jalkineiden osuus ilmastovaikutuksista on vain 3 % sekä Suomessa että EU-maissa keskimäärin.

Elintarvikkeiden ja juomien suhteellisen pieni osuus Suomen kulutusperäisissä päästöissä johtunee osittain tilastoinnissa tapahtuneeseen muutoksesta. EU:n vertailuluvut ovat vanhaa perua, vuodelta 1999, jolloin maataloussektorin maankäyttöön liittyvät luvut olivat maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöissä mukana. Ne kuitenkin poistettiin virallisesta kasvihuonekaasupäästöjen vähennyssuurannasta ja sijoitettiin ns. maankäytön päästöinventointiin (LULUCF). Suomen tapauksessa tällä on suuri merkitys nimenomaan suopeltojen päästöjen takia. Niiden takia viljelysmaiden LULUCF – sektoriin sisällytettävät päästöt ovat olleet 5,8 milj. tn CO₂ –ekv vuonna 2005 ja peräti 6,8 milj. tn CO₂ – ekv vuonna 2011 (Tilastokeskus 2013). Näitä päästöjä ei ole siis sisällytetty kuvassa 1 oleviin ruoan khk-päästöihin. Siinä ovat mukana virallisen maataloussektorin päästöseurannan päästöt (vuonna 2011 kotieläinten ruoansulatus aiheutti 1,59 milj. tn CO₂-ekv, lannankäsittely 0,73 milj. tn CO₂-ekv ja maaperän lannoitus 3,55 milj. tn CO₂-ekv päästöt, yht. 5,87 milj. tn CO₂-ekv) sekä ruokatuotannon suorat ja välilliset päästöt. Maataloussektorin suorat kotimaiset päästöt kuitenkin dominoivat kuvan 1 ruoan tuloksia, sillä sen absoluuttinen kokonaispäästö määrä on 8,3 tn CO₂-ekv tuontivaikutukset mukaanlukien. Jos siis viljelysmaan LULUCF-päästöt sisällytettäisiin ruoan kulutus päästöihin, ruoka nousisi asumisen kanssa samalle tasolle kuvassa 1.

3. Omien päästöjen vähentämismahdollisuudet

3.1. Asuminen

Asumiseen liittyy joukko valintoja, jotka helpottavat tai vaikeuttavat merkittäväällä tavalla yksilön mahdollisuuksia pienentään hiilijalanjälkeään. Asuinpaikka vaikuttaa välillisesti ihmisen liikkumistarpeeseen sekä mahdollisuuteen käyttää julkisia kulkuneuvoja ja keskitettyjä lämmitysratkaisuja. Asuinpaikan etäisyydet työpaikasta, palveluista ja vapaa-ajan harrastuksista määrittelevät pitkälti ihmisen arjen liikkumistarpeet.

Asuinpinta-ala vaikuttaa asumisen energiakäyttöön ja rakennusmateriaalien tarpeeseen. Lisäksi olennaista on, kuinka monta henkilöä on käyttämässä asuinpinta-alaa. Esimerkiksi 200 neliön passiivitalossa (20-30 kWh/m²a) yksin asuva aiheuttaa vuositasolla noin 4000-6000 kWh energiatuotantarpeen. Vastaavasti 50 neliön A-energialuokan kaksiossa (150 kWh/m²a) asuvan pariskunnan vuotuinen asumisen energiakulutus on 3750 kWh /asukas.

Ihmisen mahdollisuudet vaikuttaa asumisrakennuksen energiatehokkuuteen ja rakennusmateriaaleihin ovat parhaimmat pientalojen uudisrakentamiskohteissa. Energiatehokkuusluokan valinta vallitsevaa normistoa selkeästi paremmaksi johtaa parempaan lopputulokseen ilmastovaikutuksissa kuin se, että kiinnitetään huomio pelkästään rakennusmateriaaleihin (ks. esim. Koskela ym. 2011). Se mikä materiaali on milloinkin paras ilmastovaikutuksiltaan, liittyy materiaalin käyttökohteeseen. Tämän takia materiaalien ilmastovaikutus ei ole mitenkään yksiselitteinen asia.

Asuintalon energiatehokkuuden parantaminen ajoitetaan yleensä talon muiden huoltotarpeiden yhteyteen. Jos talo on energiatehokkuudeltaan selkeästi heikko, energiatehokkuustoimenpiteiden ennakoinnissa käyttöönnotto on kuitenkin taloudellisesti perusteltua. Korjausrakentamisessa keskeisimpiä keinoja parantaa energiatehokkuutta ovat ylä- ja alapohjan lisäeristys, lämmön talteenoton tehostaminen, ikkunoiden ja ovien vaihto paremman U-arvon omaaviin, ulkoseinien lisäeristys ja ilmastoystävällisen rakennusmateriaalien käyttö (esim. puun käyttö siellä missä se voi korvata teräksen tai betonin).

Asunnon lämmitysratkaisut näyttelevät merkittävää osaa asumisen kasvihuonekaasupäästöissä. Ilmastoystävällisen lämmitysratkaisun muutos vanhassa talossa onnistuu useimmiten helpommin kuin saman päästöhyödyn tuottama korjausrakentaminen. Öljy- ja sähkölämmityksessä olevat vesikiertoiset järjestelmät ovat kiitollisimpia muutoskohteita, koska niihin löytyy erilaisia ilmastoystävällisiä vaihtoehtoja

joiden käyttöönoton kiirehtimiseen löytyy myös taloudelliset perusteet (Salo ym. 2014). Kaukolämpöalueella, erityisesti yhdistetyn lämmön ja sähköntuotannon alueella, kaukolämmön pitäisi olla ensisijainen lämmitysmuoto. Maalämpöön siirtymisessä pitäisi ottaa huomioon pumpun riittävän reilu mitoitus. Tämä vähentää maalämpöpumpun ulkoisen sähkön tarvetta talviaikana, jolloin lisäsähköä varten joudutaan käyttämään fossiililla polttoaineilla toimivia laudevoimaloita. Puulämmitys johtaa jopa 90 % päästövähennykseen öljyyn nähden jos se toteutetaan pelleteillä. Pelleteillä minimoidaan mustan hiilen päästöt ja myös terveyshaitat (Laaksonen ym. 2014). Edellä mainitut näkökohdat liittyvät myös uudisrakentamiskohteeseen.

Uusien ja vanhojen rakennuksien käytön kasvihuonekaasupäästöjä voidaan pienentää myös lisäämällä olemassa olevan lämmitysratkaisun ja ulkoisen ostosähkön rinnalle kiinteistökohtaiset tukienergiatuotantoratkaisut. Sähkölämmitteisessä pientalossa voidaan yleensä käyttää tulisijaa pienentämään sähkön tarvetta. Ilmalämpöpumpuilla saavutetaan hyvä kustannushyötysuhde sähkön käytön vähentämisessä. Aurinkopaneeleilla pystytään vähentämään kiinteistösähkön tarvetta nykyisin jo 15 vuoden takaisinmaksuajalla jos kaikki tuotettu sähkö voidaan käyttää itse. Aurinkokeräimillä voidaan vähentää lämpimän veden valmistukseen käytettävää ostoenergiaa.

Edellä esitettyjen toimenpiteiden lisäksi asukas voi omilla toimintatavoillaan ja tekniikkaa apuna käyttäen vaikuttaa asumisen kasvihuonekaasupäästöjen lopputulokseen muun muassa seuraavasti:

- Rakennuksen lämmittäminen
 - o huonelämpötilan pysyvä lasku lämmityskaudella
 - o huonelämpötilan tilapäinen selvä lasku pitempien poissaolojen aikana lämmityskaudella
 - o ilmapaihtokoneen tehon laskeminen huoneiston ollessa tyhjiällä
- Lämpimän veden käyttö
 - o suihkuaikojen lyhentäminen
 - o vettä säästävien hanojen ja suihkupäiden käyttö
- Kotitaloussähkö
 - o kodin elektroniikka: lepovirrankulutuksen ja käyttöaikojen lyhentäminen
 - o pyykkihuolto: täysien koneellisten peseminen ja pyykin kuivaaminen ulkona
 - o sauna: lämmityskertojen harventaminen ja kiukaan päälläoloajan selkeä vähentäminen
 - o kylmälaitteet: vaihto markkinoiden energiatehokkaimpiin laitteisiin
 - o valaistus: lamppujen vaihto led-lamppuihin
 - o ruoan laitto: suurempien ruoka-annosten valmistus kerralla
 - o astiapesukone: täysien koneellisten peseminen
- Kiinteistösähkö
 - o auton moottorin esilämmitys: ylipitkän lämmityksen lyhentäminen esim. kellokytkimen avulla
 - o ulkovalaistus: lamppujen vaihto led-lamppuihin

Ihmisten mahdollisuudet vaikuttaa asumisen kasvihuonekaasupäästöihin vaihtelevat elämäntilanteen ja olosuhteiden mukaan suuresti. Ilmastoasioista huolestuneen opiskelijan, joka asuu opiskelija-asunnossa, mahdollisuudet vähentää asumisen hiilijalanjälkeään ovat hyvin erilaiset kuin keski-ikäisellä henkilöllä, joka on aikeissa rakentaa omakotitalon.

Ilmastopaneelin asumista koskeva taustaselvitys (Salo ym. 2014) osoittaa, että erilaisten teknisten ratkaisujen potentiaali asumisen päästöjen vähentämisessä on selkeästi suurempi kuin kuluttajien

toimintatapamuutosten mahdollisuudet. On kuitenkin selvää, että helppojen toimintatapamuutosten tekeminen (esim. sisälämpötilan lasku 25 celsiusasteesta 21 asteeseen ja valojen sulkeminen tyhjästä tiloista) on ensiarvoisen tärkeää toteuttaa.

Ilmastopaneelin järjestämä asiantuntijatyöpajan (Ilmastopaneelin raportteja 8/2104) keskeinen viesti oli, että kentällä on tarvetta saada puolueetonta tietoa erilaisten asumista koskevien päästövähennysratkaisujen toimivuudesta. Keskeistä on myös löytää keinoja, joilla ilmastokestävät vaihtoehdot saadaan paremmin ihmisten hankinta- ja toimintamuutospäätöksiin mukaan.

3.2. Liikkuminen

Keskimääräisen kuluttajan liikkumisen hiilijalanjälkeä dominoivat henkilöautolla synnytyt kasvihuonekaasupäästöt (Seppälä ym. 2009). Keskeinen keino liikkumisen hiilijalanjäljen vähentämisessä on siten henkilöautosuoritteiden ja henkilöautolla kuljettujen ajokilometrien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen.

Ilmastopaneelin taustaselvityksessä (Seppälä ym. 2014b) tehdyssä ns. viisaan liikkumisen ratkaisuihin perustuvassa esimerkissä, jossa oman auton käyttöä oli korvattu julkisilla kulkuneuvoilla ja hyötyliikunnan käytön (kävely, pyöräily) lisäämisellä, matkasuunnittelulla (yhdistetään erilaisten tarpeiden hoitamisia samalla keralla) sekä käyttämällä taloudellista ajotapaa, saavutettiin helposti 40 % päästövähennys keskimääräisen henkilöautoajosuoritteeseen nähden.

Henkilöautojen kuljetussuoritetta päästönäkökulmasta voidaan myös parantaa yhteiskyydein. Henkilökohtaiset autoilun kilometripäästöt voi puolittaa, jos auton täyttöaste kaksinkertaistuu ajomäärän pysyessä samana.

Uuden auton valintatilanne on tärkeä, koska sen vaikutukset näkyvät pitkään tieliikenteessä. Suomessa hankitun auton keski-ikä on Euroopan pisimpiä, 18 vuotta. Vaikka itse ajaisi uudella autolla vain 4 vuotta, niin jotkut muut ajavat ko. auton loppuun. Tämän takia uuden auton pitäisi olla mahdollisimman vähäpäästöinen. Valintatilanteen lähtökohtana tulisi olla mahdollisimman energiätehokas auto kokoluokassaan ja toisaalta valittavan auton kokoluokan tulisi olla mahdollisimman pieni. Nykyisin on tarjolla erilaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia autoja, joissa voidaan käyttää vaihtoehtoisia vähäpäästöisiä polttoaineita (maakaasu, biokaasu, jättepohjainen etanoli (RE85), biodiesel ja sähkö), joiden kautta voidaan saavuttaa 10 – 80 % päästövähennys keskivertoautoilijan nykyisin hankkimaan autoon nähden (ks. Seppälä ym. 2014b). Jos polttoaineen tai sen raaka-aineiden tuottaminen otetaan huomioon, päästöjen vähennys jää jonkin verran pienemmäksi. Erityisesti biopolttoaineketjujen elinkaariin ilmastovaikutuksiin liittyy kiistanalaisuutta, koska yleisesti käytetyissä elinkaarilaskelmissa ei ole mukana maankäytön epäsuoria vaikutuksia (EU 2013).

Liikkumisen päästöjen vähentämiskeinona on myös oman liikkumistarpeen vähentäminen kulkuneuvoilla, jotka vaativat ulkoista energiaa. Ulkomaanmatkat lentokoneella näyttelevät helposti merkittävää roolia henkilön hiilijalanjälkilaskennassa. Yksi Aasian suuntautunut lomalento vastaa helposti koko vuoden autoilun kasvihuonekaasupäästövaikutusta (ks. Seppälä ym. 2014b).

Ilmastopaneelin järjestämän työpajan (Ilmastopaneelin raportteja 8/2014) keskeinen viesti liikkumisen alueella oli se, että melko helppojen toimenpiteiden kautta on saavutettavissa isoja päästövähennyksiä. Toisaalta ihmisten liikkumistarpeessa ei ole näkyvissä vähenemisen merkkejä.

3.3. Ruokailu

Ruoka on periaatteessa alue, jossa ihmiset voivat toimia ilmastoystävällisyyden eteen hyvin tasa-arvoisesti Suomen kaltaisessa hyvinvointivaltiossa. Tanskalaisen tutkimuksen mukaan seuraamalla pohjoismaisia ravintosuosituksia voitaisiin saavuttaa noin 25 % pienempi ruokailun ilmastokuorma kuin mitä tanskalaiset keskimäärin nyt aiheuttavat syömisellään (Saxe 2011) Todennäköisesti tämä muutos ei ole myöskään kukkarolle huonompi asia (Roininen ja Katajajuuri 2014).

Ruokatottumuksissa eniten ilmastohyötyjä aiheuttavat seuraavat muutokset (vrt. Roininen ja Katajajuuri 2014):

- siirtyminen punaisesta lihasta vaaleampaan lihaan
- kalaruoan lisääminen liharuokaa vähentämällä
- kasvisruoan lisääminen liharuokaa vähentämällä
- maitotuotteiden käytön vähentäminen (maitojuomat, juustot, jogurtit, maitotuotteiden käyttö salaateissa)
- riisin käytön vähentäminen
- kausivihannesten ja hedelmien suosiminen
- juureksien ja kaalin käytön lisääminen salaateissa
- kaupan pakasteruoan käytön vähentäminen
- siirtyminen kasvisyöjäksi

Elintarvikkeiden ilmastovaikutukset vaihtelevat paljon. Lopullisen aterian ilmastovaikutuksen määrää se missä suhteessa mitään elintarviketta löytyy lautasessa. Muun muassa MTT:n lounasaterioita koskeva tutkimus osoitti, että bataattikeittoannoksen (salaatti, leipä ja maito mukaan lukien) ilmastokuorma on kolme kertaa pienempi kuin lihakeiton ilmastokuorma (= noin 1,8 kg CO₂ ekv per annos). Ero ei kuitenkaan käytännössä kasva näin suureksi, sillä tavallinen sekaruoan syöjä käyttää monipuolista ruokavaliota. Tämän takia joidenkin 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 (Roininen ja Katajajuuri 2014).

Näyttää siis siltä, että ruoankulutuksen ilmastovaikutuksista voidaan vähentää nopeimmin välttämällä ylensyöntiä. Ruoan päästöjä voisi vähentää kolmanneksella syömällä vain todellisen energiantarpeen mukaisesti (Roininen ja Katajajuuri 2014).

Ruoan valmistuksessa päästöjä voi vähentää muun muassa valmistamalla kerralla isomman annosmäärän ja ohjaamalla veden keittoa ja lämmitystä hellalta vedenkeittimein ja mikroaaltouuniin. Ruoan valmistuksen kasviuonevaikutukset ovat kuitenkin ruokavalintoihin verrattuna selvästi pienempiä.

Suomalaisten kotitalouksien ruokahävikki on yhteensä 120-160 miljoonaa kg vuodessa, joka vastaa noin 5 prosenttia ostetusta ruoasta ja noin 5 prosenttia ruokavalion ilmastovaikutuksista. Kotitalouksien vuotuisen keskimääräisen syömäkelpoisen ruokahävikin on arvioitu vastaavan noin 100 000 auton vuotuisia hiilidioksidipäästöjä, ja koko suomalaisessa ruokaketjussa ruokaa heitetään pois yhteensä noin 1000 milj. CO₂-ekvivalenttikilogramman edestä (Katajajuuri ym. 2014).

Ilmastopaneelin järjestämässä työpajassa (Ilmastopaneelin raportteja 8/2014) keskeisempänä ajatuksena ilmastoystävällisen ruokailun edistämiseksi nousi informaatio-ohjaus, jossa ilmastolliset ja ravitsemukselliset hyödyt yhdistyvät samanaikaisesti.

4. Päästöjen kompensointi

Päästöjen kompensoinnissa on kyse omien päästöjen hyvittämisestä muualla tehtyjen päästövähennysten avulla eli omien päästöjen ”neutralisoinista” (offsettauksesta). Suuri yleisö on tiedostanut käsitteen lähinnä lentomatkojen päästöjen yhteydessä, mutta muutoin käsite ja siihen liittyvät mahdollisuudet omien päästöjen hyvityksessä on jäänyt suurelta yleisöltä vieraaksi.

Kasvihuonekekaasujen ”kompensaatiomarkkinat” ovat luonteeltaan vapaaehtoiset ja riippumattomat lain vaatimista markkinoista, kuten Euroopan unionin päästökaupasta ja sen mekanismeista. Kompensoinnin piiriin kuuluvat päästövähennysyksiköt ovat löydettävissä vapaaehtoisilta markkinoilta. Niissä vaihdetaan sellaisista hankkeista syntyneitä päästöyksiköitä, joiden avulla on pystytty todistettavasti synnyttämään päästövähennyksiä, jotka muutoin olisivat jääneet toteutumatta. Päästövähennysyksiköt ovat syntyneet erilaisissa hankkeissa ympäri maailmaa, pääasiassa kehittyvissä maissa. Hankkeet voivat perustua joko teknologiaan, kuten uusiutuvan energian lisäämiseen, tai maankäytön muutoksiin, kuten metsitykseen. Jotta toiminta olisi uskottavalla pohjalla, järjestelmään liittyy ulkopuolinen verifiointi, jossa varmistetaan päästövähennyksiin liittyvien kriteerien täyttyminen. Vapaaehtoisten markkinoiden päästövähennysyksiköiden hinnat ovat olleet samaa suuruusluokkaa EU:n päästökauppajärjestelmän päästöoikeuksien hintojen kanssa (Kuitunen ja Ollikainen 2014).

Yksityinen henkilö voi ostaa päästöjen kompensointiin oikeuttavia päästövähennysyksiköitä periaatteessa EU:n päästökauppajärjestelmästä, vaikka EU:n ETS-järjestelmä on tarkoitettu ns. päästökauppalaitoksille. Tällöin kyse on siitä, että yksityinen henkilö ostaa markkinoilta pois päästöoikeuksia, jotka osaltaan vaikuttavat myös markkinoiden päästöoikeuden hintaan. Nyt päästöoikeuksien hinta on hyvin alhainen, noin 5,5 euroa hiilidioksidiekvivalenttonnia kohti. Tavallisen suomalaisen, jonka hiilijalanjälki on noin 10 tonnia (vrt. kuva 1), vuosipäästöjen täydellinen kompensointi onnistuu siis nykytilanteessa 55 eurolla. Hinta voi kuitenkin muuttua olennaisesti korkeammaksi tulevaisuudessa, jos päästökauppa saadaan toimimaan alun perin suunnitellulla tavalla. Tällöin vapaaehtoiset hiilimarkkinat voivat tarjota ETS-päästökauppaa houkuttelevampia kohteita. Hinnan lisäksi kohteen mielenkiintoa lisää itse toimenpide, jolla päästövähennykset saadaan aikaiseksi (Kuitunen ja Ollikainen 2014).

Kuitunen ja Ollikainen (2014) ovat hahmotelleet taustaselvityksessään kotimaisten hiilimarkkinoiden mahdollisuutta EU:n ETS-järjestelmän ulkopuolelta. Asia herätti selvää mielenkiintoa ilmastopaneelin työpajassa (Ilmastopaneelin raportteja 8/2014). Tapausesimerkit koskivat mustaa hiilen ja turvepeltojen päästöjä, jotka kiihdyttävät ilmastonmuutosta. Kummankin päästölähteen ilmastovaikutuksille on laskettavista niiden ilmakehän lämmitysvaikutusta kuvaavat hiilidioksidiekvivalenttiluvut fossiilisten päästöjen tapaan. Taustaselvityksessä sovellukset on esitetty siten, että kunta olisi päästövähennysyksiköiden ostaja. Selvityksen ajatuksia mukaillen mustan hiilen päästöjen käyttöä yksityisen henkilön kompensoinnissa voisi olla mahdollista järjestää siten, että yksityinen taho voisi ostaa päästövähennysyksiköitä niiden myyntiin erikoistuneelta yritykseltä. Yritys keräisi kotimaasta kohteita, joissa käytettäisiin yksityisten henkilöiden rahoittamana teknologiaa mustan hiilen päästöjen rajoittamiseen. Päästövähennykset muutettaisiin päästövähennysyksiköiksi, joilla olisi hinta. Vastaava käytäntö koskisi turvepeltoja. Viljelyksestä luopuva tai ympäristötuen ulkopuolella oleva viljelijä metsittää suopellon ja myy siitä saatavia päästövähennyksiä ulkopuolisille tahoille. Taustaselvitys antaa osviittaa siihen, että mustan hiilen ja suopeltojen päästövähennykset pystyttäisiin järjestämään vapaaehtoisten markkinoiden kautta kustannustehokkaasti.

Tällä hetkellä mustan hiilen ilmastovaikutukset eivät kuulu kansainvälisten päästövähennyssopimusten piiriin. Turvepeltoihin liittyvät maankäyttösektorin (ns. LULUCF –sektori) päästövähennykset eivät ole

myöskään mukana EU:n päästövähennystavoitteissa, vaikka niissä tapahtuva myönteinen päästökehitys vaikuttaa ilmastoon positiivisella tavalla. Jotta vapaaehtoisten päästövähennysyksiköiden markkinoiden toimenpiteet palvelisivat nykyisiä kansallisia päästövähennystavoitteita, kotimaan kohteista haettavaa kompensatiomenettelyä voitaisiin myös soveltaa päästökaupan ulkopuolisille sektoreille (ks. Seppälä ym. 2012).

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämä selvitys muodostaa kokonaiskuvan hiilineutraalisuuden tavoittelusta kuluttajan näkökulmasta: ensin arvioidaan oman kulutuksen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt, sen jälkeen vähennetään omia päästöjä niin paljon kuin mahdollista ja lopuksi kompensoidaan jäljelle jääneet päästöt. Työssä keskityttiin päästövähennysmahdollisuuksiin asumisen, liikkumisen ja ruoan alueilla, jotka aiheuttavat valtaosan kotitalouksien kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä.

Tänä päivänä tavallinen suomalainen voi helposti löytää tapoja vähentää oman kulutuksensa kasvihuonekaasupäästöjä joko muuttamalla kulutustottumuksiaan tai ottamalla käyttöön tekniikkaa, joka mahdollistaa pienemmät päästöt etenkin asumisen ja liikkumisen alueella. Asuminen aiheuttaa kulutuksen pääluokista tyypillisesti suurimmat päästöt, mutta tilanne vaihtelee suuresti eri kuluttajien kesken. Asumisessa omien toimintatapamuutosten vaikutukset asumisen päästöjen lopputulokseen vaihtelevat niin ikään suuresti asumismuodosta riippuen. Yleisesti ottaen tekniikan mahdollisuudet näyttäisivät tarjoavan suuremman päästövähennyspotentiaalin asumisessa kuin käyttäytymistapamuutokset. Monet päästöjä vähentävistä aiheuttavista tekniikoista olisi taloudellisesti kannattavaa ottaa käyttöön välittömästi. Niiden käyttöönottoa viivästyttää tietämättömyys ja haluttomuus panostaa toimintaan, joka vaatii alkuinvestointeja (vaikka takaisinmaksuaika olisikin kohtuullinen).

Tavallisen kuluttajan liikkumisen hiilijalanjäljestä valtaosa syntyy henkilöautokilometrisuoritteista. Kuluttajien päästöjen vähentämisessä on siksi keskeistä vähentää ajettuja henkilöautokilometrejä ja ajokilometrejä kohti aiheutettuja päästöjä. Nykyisin kuluttaja voi halutessaan puolittaa autoilun kilometripäästöt valittaessa uutta autoa Liikkumisen alueella on mahdollisuus tehdä paljon helppoja ja vaikuttavia päästövähennystoimenpiteitä, mutta niiden toteutuksen vastavoimina ovat ihmisten kasvava halu liikkua ja liikkumiseen liittyvä vaivattomuuden vaatimus.

Ruokavaliomuutoksilla jokainen voi vaikuttaa omaan hiilijalanjälkeensä seuraamalla uusimpia ravintosuosituksia. Tanskalaisen arvion mukaan tämä voisi johtaa jopa neljänneksen pienempään ilmastokuormaan. Myös ruokajätteen minimointi ja ylensyönnin välttäminen ovat helppoja tapoja pienentää henkilökohtaista ilmastokuormaa. Yhteistä näille toimenpiteille on se, etteivät ne rasita kuluttajan kukkaroa, päinvastoin.

Päästöjen kompensointi tulee kysymykseen kun yksilö ei voi enää vähentää päästöjään ja toisaalta hän haluaa "neutraloida" loput päästönsä. Kompensatioon oikeutettavat päästövähennysyksiköt ovat nykyisin haettava maamme rajojen ulkopuolisilta hiilimarkkinoilta. Kompensaation mahdollisuudet tunnetaan Suomessa huonosti. Jatkossa niiden suosiota voitaisiin kenties lisätä jos päästövähennyskohteet löytyisivät Suomesta. Näin päästöjä vähennettäisiin uudella tavalla kotimaassa ja samalla edistettäisiin vähähiilisen liiketoiminnan ja kysynnän kasvattamista. Kuluttajan näkökulmasta tämä tosin edellyttää selkeää järjestelmää, jossa kuluttaja tietää mitä on ostamassa kompensatiomarkkinoilla ja tuntee kaupapaikan, jossa tällaisia kauppvoja voi tehdä.

Varovaisen arvion mukaan keskimääräinen kuluttaja voisi halutessaan puolittaa asumisen, liikkumisen ja ruokailun kasvihuonekaasupäästönsä ilman suurempia elämäntapamuutoksia. Kuluttajien valintoihin

sisältyy siksi suuri kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaali maassamme, etenkin ei-päästökauppasektorilla.

Kirjallisuus

Assadourian, E. 2010. The rise and fall of consumer cultures. In Worldwatch Institute: State of the world 2010. Transforming culture – from consumerism to sustainability, pp.3-20. Washington DC, Worldwatch Institute.

Envimat 2005. Suomen ympäristölaajennetun tuotos-panosmallin vuoden 2005 tilanteen laskentataulukot. Suomen ympäristökeskus (julkaisematonmateriaali).

Edenhofer, H. 2014. Climate change 2014 – Mitigation of climate change. Presentation 13.4.2014. International panel of climate change.

EU 2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi: bensiinin ja dieselpolttoaineiden laadusta annetun direktiivin 98/70/EY ja uusiutuvistolähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä annetun direktiivin 2009/28/EY muuttamisesta. Bryssel.

Huppel G, de Koning A, Suh S, Heijungs R, van Oers L, Nielsen P & Guinee J B 2006. Environmental impacts of consumption in the European Union. Journal of Industrial Ecology 10 (3) 129-146.

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

Ilmastopaneelin raportteja 2014. Liite: Ilmastopaneelin hiilineutraalisuutta, kuluttajien valintja ja kompensointia koskevan työpajan (11.2.2014) työryhmien tulokset. Raportissa: Seppälä, J. (toim.). Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Ilmastopaneelin raportteja 8/2014.

IPCC 2014. Climate change 2014 – Mitigation of climate change. IPCC Working Group III Contribution to AR5. International panel of climate change.

Katajajuuri, J.-M., Silvennoinen, K., Hartikainen, H., Heikkilä, L., Reinikainen, A. 2014. Food waste in the Finnish food chain. Journal of Cleaner Production, Available online 17 January 2014.

Koskela, S., Korhonen, M.-R., Seppälä, J., Häkkinen, T., Vares, S. 2011. Materiaalinäkökulma rakennusten ympäristöarvioinnissa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 16.

Kuitunen, A., Ollikainen, M. 2014. Vapaaehtoiset päästöjen kompensatiomarkkinat - Hahmotelmia suomalaisiksi lisätoimiksi. Raportissa: Seppälä, J. (toim.), Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Suomen ilmastopaneelin raportteja 8/2014.

Laaksonen, A., Kupiainen, K., Kerminen, V.-M., Karvosenoja, N., Pietikäinen, J.-P., Savolahti, M., Paunu, V.-V., Savolainen, I., Airaksinen, M., Järvelä, M., Kokko, K., Kulmala, M., Seppälä, J. ja Taalas, P. 2014. Musta hiili ilmastopakoteena: päästöjen ja mahdollisten päästövähennysten globaalit ja alueelliset vaikutukset. Ilmastopaneelin raportteja 5/2014.

MTT 2013. 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>.

Mäenpää, I. 2005. Kansantalouden ainevirtatilinpito, Laskentamenetelmät ja käsitteet. Suomen ainetaseet 1999. Tilastokeskus. Helsinki.

Salo, M., Airaksinen, M., Nissinen, A., Seppälä, J. 2014. Asumisen kasvihuonekaasujen vähentämispotentiaali. Ilmastopaneelin raportteja. Raportissa: Seppälä, J. (toim.), Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Suomen ilmastopaneelin raportteja 8/2014.

Saxe, H. 2011 Diet as a healthy and cost-effective instrument in environmental protection. Encyclopedia of environmental health. Elsevier Science, pp. 70-82.

Seppälä, J., Estlander, A., Pietiläinen, O.-P., Laine, R., Airola, N., Malinen, P. 2012. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen investointi- ja päästökompensaatiomalli (KOMP). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2012.

Seppälä, J., Alestalo, M., Ekholm, T., Kulmala, M., Soimakallio, S. 2014a. Hiilineutraalisuus – mitä se on missäkin yhteydessä. Ilmastopaneelin raportteja 4/2014.

Seppälä, J., Salo, M., Laurikko, J., Nissinen, A. 2014b. Kuluttajan valinnat liikkumisen ilmastovaikutusten vähentämisessä. Raportissa: Seppälä, J. (toim.), Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Suomen ilmastopaneelin raportteja 8/2014.

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

Peters, G.P., Hertwich, E.G., 2008. CO2 Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy. Environmental Science & Technology 42(5), 1401-1407.

Petres, G., Solli, C. 2011. Global footprints. TemaNord 210:592.

Roininen, T., Katajajuuri, J. 2014. Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt. Raportissa: Seppälä, J. (toim.), Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Suomen ilmastopaneelin raportteja 8/2014.

Tilastokeskus 2013. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2011. Ympäristö ja luonnonvarat. Katsauksia 2013/1.

Tukker, A., Jansen, B. 2006. Environmental impacts of products. A detailed review of studies. Journal of Industrial Ecology 10 (3) 159-182.

Worldwatch Institute 2010. State of the world 2010. Transforming culture – from consumerism to sustainability. Washington DC, Worldwatch Institute.