



Miten voimme pienentää hiilijalanjälkemme
ilmastotavoitteiden mukaiseksi?

Michael Lettenmeier, Lewis Akenji, Viivi Toivio, Ryu Koide ja Aryanie Amellina

© Sitra 2019

Sitran selvityksiä 148

Tämä selvitys perustuu tekniseen raporttiin **1.5-degrees lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints** (ISBN 978-4-88788-222-5)

1,5 asteen elämäntavat

Miten voimme pienentää hiilijalanjälkeämme ilmastotavoitteiden mukaiseksi?

Tekijät:

Michael Lettenmeier (Aalto-yliopisto), Lewis Akenji (IGES), Viivi Toivio (D-mat oy), Ryu Koide (IGES), Aryanie Amellina (IGES)

Toimitussihteeri: Sanna Autere

ISBN 978-952-347-100-9 (nid.)

ISBN 978-952-347-101-6 (PDF) www.sitra.fi

ISSN 1796-7104 (nid.)

ISSN 1796-7112 (PDF) www.sitra.fi

Erweko, Helsinki 2019

SITRAN SELVITYKSIÄ -sarjassa julkaistaan Sitran tulevaisuustyön ja kokeilujen tuloksia.

Sitran selvityksiä 148

1,5 asteen elämäntavat

Miten voimme pienentää hiilijalanjälkemme ilmastotavoitteiden mukaiseksi?

Toukokuu 2019

Sisällys

Lyhenteet	2
Esipuhe	3
Tiivistelmä	4
Sammandrag	6
Executive summary	8
1. Johdanto	11
2. Elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteet pitkällä aikavälillä	16
2.1 Pariisin ilmastositoumuksen lämpötilatavoitteet	16
2.2 Päästövähennyspolkujen valinta	17
2.3 Elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteiden määrittäminen	19
3. Nykyisten elämäntapojen hiilijalanjäljet	23
3.1 Hiilijalanjälkien arviointi	23
3.2 Hiilijalanjälkien vertailu	28
3.3 Kulutuksen osa-alueiden vertailu	30
4. Elämäntapojen hiilijalanjäljen pienentäminen	44
4.1 Keskeiset keinot vähähiilisten elämäntapojen edistämiseksi	44
4.2 Vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutukset hiilijalanjälkeen	46
4.3 Interaktiivinen työkalu kotitalouksille	54
5. Päätelmät	58
5.1 Millainen olisi kestävä elämäntapojen hiilijalanjälki?	58
5.2 Elämäntapojen hiilijalanjälkien painopisteet	59
5.3 Vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja	60
5.4 Tutkimustulosten vieminen käytäntöön	64
5.5 Mitä seuraavaksi?	65
Lähteet	66
Liitteet	74
Kiitokset	86
Tekijät	87

Lyhenteet

AR5	IPCC:n viides arviointiraportti (IPCC Fifth Assessment Report)
BECCS	Bioenergian yhdistäminen hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin (Bioenergy with carbon capture and storage)
CCS	Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (Carbon capture and storage)
CH₄	Metaani (Methane)
CO₂	Hiilidioksidi (Carbon dioxide)
CO₂e	Hiilidioksidiekvivalentti
COICOP	Yksilöllisen kulutuksen käyttötarkoituksen mukainen luokitus (Classification of individual consumption by purpose)
COP	YK:n ilmastopimuksen osapuolikokous (Conference of the Parties)
GHG	Kasvihuonekaasu (Greenhouse gas)
GTAP	Kansainvälinen Global Trade Analysis Project -verkosto
GLIO	Global link input-output -malli
HFCs	Hydrofluorocarbons
HFC:t	Fluorihiiilivedyt (Hydrofluorocarbons)
IPCC	Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISO	Kansainvälinen standardisoimisjärjestö (International Organization for Standardization)
LULUCF	Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (Land use, land use change and forestry)
N₂O	Typpioksiduuli (Nitrous oxide)
PFC:t	Perfluorihiiilivedyt (Perfluorocarbons)
SF₆	Rikkiheksafluoridi (Sulphur hexafluoride)
UN Environment	YK:n ympäristöohjelma

Esipuhe

Kulutustottumusten ja elämäntapojen muutokset ovat ratkaisevan tärkeässä asemassa ilmastomuutoksen haasteita ratkaistaessa. Tieteellisessä kirjallisuudessa ja poliittisessa päätöksenteossa ei ole toistaiseksi juuri panostettu elämäntapamuutosten mahdolliseen osuuteen ilmaston lämpenemisen rajoittamisessa 1,5 asteeseen Pariisin ilmastopimuksen tavoitteen mukaisesti. Tämä selvitys pyrkii paikkaamaan tätä vajetta. Selvitys ehdottaa selkeitä tavoitteita ja vaihtoehtoja vähähiilisemmille elämäntavoille, joiden ilmastovaikutukset ovat mitattavissa. Tulokset ovat silmiä avaavia: Meidän on vähennettävä elämäntapojemme aiheuttamia ilmastopäästöjä jopa yli 90 prosenttia vuoteen 2050 mennessä, mikäli aiomme saavuttaa ilmastotavoitteet. Tämä raportti esittää ratkaisuja ja luo samalla toivoa osoittaen, millaisia ripeitä muutoksia yksilöiden ja kotitalouksien on syytä jatkaa ja käynnistää.

Tämä kansainvälinen selvitys paikkaa aiempien tutkimusten jättämiä aukkoja määrittelemällä elämäntapojen aiheuttamalle hiilijalanjäljelle maailmanlaajuiset tavoitteet. Selvitys tarkastelee nykyisten kulutustottumustemme hiilijalanjälkiä ja esittää vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja, joiden avulla voimme pienentää hiilijalanjälkeämme. Raportti ehdottaa henkeä kohden laskettuja tavoitetasoja vuosille 2030, 2040 ja 2050 sekä vertaa Suomen ja Japanin lisäksi Brasilian, Intian ja Kiinan keskimääraisä elämäntapojen hiilijalanjälkiä. Arviot perustuvat kotitalouksien määrälliseen kulutukseen. Selvitys esittelee vaihtoehtoja, jotka tarjoavat suurimman potentiaalin elämäntapojen hiilijalanjälkien pienentämisessä, ja arvioi näiden vaihtoehtojen vaikutuksia etenkin Suomessa ja Japanissa. Raportin lopussa esitetään ehdotuksia ja päätelmiä siitä, miten voimme edetä kohti elämäntapoja, jotka ovat sopusoinnussa 1,5 asteen tavoitteen kanssa.

Toivomme, että selvitys tarjoaa päätöksentekijöille, yritysjohtajille, tieteenharjoittajille ja suurelle yleisölle tietopohjan, jota he voivat hyödyntää asettaessaan konkreettisia tavoitteita ja keskustellessaan siitä, miten jokapäiväisessä elämässämme tarvittavat muutokset voidaan parhaiten toteuttaa. Nyt on kaikkien aika ryhtyä toimiin.

MARKUS TERHO

Projektijohtaja,
Resurssiviisas kansalainen -avainalue,
Sitra

ANU MÄNTY

Johtava asiantuntija,
Resurssiviisas kansalainen -avainalue,
Sitra

Tiivistelmä

Tämä raportti ehdottaa hiilijalanjälkitavoitteita ja vaihtoehtoja sille, miten yhteiskunta voi elämäntapamuutosten kautta rajoittaa ilmaston lämpenemisen enintään 1,5 asteeseen Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden mukaisesti. Sekä aihetta käsittelevä kirjallisuus että poliittinen päätöksenteko ja liike-elämä ovat toistaiseksi keskittyneet lähinnä tiettyjen maiden, kaupunkien, organisaatioiden tai tuotteiden – muttei kuluttajien – hiilijalanjälkiin. Tämä on osaltaan heikentänyt ponnisteluja ilmastokriisin ratkaisemiseksi. Ilmastomuutoksen ratkaisusta käyty keskustelu on pitkälti liittynyt teknologioihin, vaikka käyttäytymistä ja infrastruktuuria koskevilla systeemisillä muutoksilla on myös suuri merkitys (Creutzig et al. 2016; Akenji & Chen 2016). Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli IPCC (2018) korosti erikoisraportissaan *Global Warming of 1.5 °C* nopeiden muutosten tarvetta, jotta kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää merkittävästi. Käyttäytymisen, elämäntapojen ja kulutustottumusten merkittävä vaikutus ilmastomuutokseen on tunnustettu (IPCC 2014a). Elämäntapojemme muuttamisella voisikin olla näkyvä ja nopea vaikutus hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä erityisesti niillä kulutuksen osa-alueilla, jotka eivät ole lukittuneet olemassa olevaan infrastruktuuriin (esim. Lettenmeier, Laakso & Toivio 2017). Yksilö voi esimerkiksi helpommin muuttaa ruokavaliotaan vähäpäästöisemmäksi milloin tahansa tekemällä uudenlaisia ostopäätöksiä, kun taas yksityisautoilun ehdoilla suunniteltu kaupunkirakenne ja tieinfrastruktuuri voi tehdä vähähiilistä liikkumisen vaihtoehtoista hitaita tai hankalia toteuttaa.

Tämä selvitys tarkastelee kasvihuonekaasupäästöjä ja niiden vähennyspotentiaalia kuluttamisen ja elämäntapojen näkökulmasta. Elämäntapojen hiilijalanjäljet on määritelty kotitalouksien kulutuksesta suoraan ja välillisesti aiheutuviksi kasvihuonekaasupäästöiksi, joihin ei ole laskettu mukaan julkisesta kulutuksesta ja pääoman muodostuksesta, kuten infrastruktuurista, aiheutuvia päästöjä. Kotitalouksien ja yksilöiden elämäntapojen – eli mitä ostanne ja mitä syömmme, missä ja miten asumme, miten ja mihin liikumme – hiilijalanjälki tarjoaa perustan päästövähennystoimenpiteille. Tarkastelemme Suomen ja Japanin lisäksi Brasilian, Intian ja Kiinan asukkaiden määrällisestä kulutuksesta laskettua keskimääräistä hiilijalanjälkeä ja vertailemme sitä globaaliin tavoitetasoon. Raportti esittää kirjallisuuteen pohjautuvia vaihtoehtoja hiilijalanjäljen pienentämiseksi ja arvioi vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen päästövähennyspotentiaalia etenkin Suomessa ja Japanissa.

Tämä Sitran selvitys pohjautuu tekniseen raporttiin *1.5-degree lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints* (IGES et al. 2019). Tutkimuksen menetelmät, tietolähteet ja arviointien tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti teknisessä raportissa ja sen liitteissä.

Hiilijalanjälkien ja tavoitteiden välinen kuilu

Tuloksissa korostuu valtava kuilu nykyisten henkeä kohden laskettujen keskivertohiilijalanjälkien ja ilmastotavoitteiden välillä. Tutkimuksen kohteena olleiden maiden keskimääräinen elämäntapojen vuotuinen hiilijalanjälki oli vuonna 2017 henkeä kohden laskettuna seuraavanlainen: Suomessa 10,4 hiilidioksidiekvivalenttitonnia ($t\ CO_2e$), Japanissa 7,6 tonnia, Kiinassa 4,2 tonnia, Brasiliassa 2,8 tonnia ja Intiassa 2,0 tonnia. Päästövähennyskennarioiden pohjalta tässä tutkimuksessa ehdotetaan, että henkeä kohden lasketun kulutukseen perustuvan hiilijalanjäljen tavoitetaso olisi 2,5 tonnia CO_2e vuoteen 2030 mennessä, 1,4 tonnia vuoteen 2040 mennessä ja 0,7 tonnia vuoteen 2050 mennessä. Nämä tavoitteet ovat Pariisin ilmastopimuksen 1,5 asteen tavoitteen mukaisia siten, että kasvihuonekaasupäästöjen maailmanlaajuinen huippu taitetaan mahdollisimman pian ja päästövähennysten aikaansaamiseksi turvaututaan

tulevaisuudessakin mahdollisimman vähän negatiivisiin päästöihin liittyviin eli hiilidioksidia jälkeensä takaisin maahan sitoviin teknologioihin.

Nykyisten elämäntapojen hiilijalanjälkeä on pienennettävä tässä selvityksessä tarkastelluissa vauraissa länsimaissa eli Japanissa ja Suomessa huimat 80–93 prosenttia vuoteen 2050 mennessä olettaen, että 58–76 prosentin vähennystoimet aloitetaan välittömästi vuoden 2030 tavoitteen saavuttamiseksi. Myös tarkasteltujen kehittyvien maiden eli Intian, Brasilian ja Kiinan on pienennettävä keskimääräistä elämäntapojen hiilijalanjälkeä 23–84 prosenttia vuoteen 2050 mennessä maasta ja skenaariosta riippuen.

Elämäntapojen hiilijalanjäljen painopisteet

Keskivertokulutuksen perusteella lasketusta elämäntapojen hiilijalanjäljestä noin 75 prosenttia muodostuu kolmesta osa-alueesta: elintarvikkeet, asuminen ja liikkuminen. Lähempi tarkastelu paljastaa useita runsaasti päästöjä aiheuttavia painopisteitä. Nämä ovat liha- ja maitotuotteiden kulutus, fossiilisiin polttoaineisiin perustuva kodin energiankulutus, yksityisautoilu sekä lentomatkustus. Osa painopisteistä, kuten autoilu ja lihatuotteiden kulutus, esiintyy kaikissa tutkituissa maissa, kun taas osa painopisteistä on maakohtaisia, kuten maitotuotteiden kulutus Suomessa ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkö Japanissa. Tämä osoittaa, että elämäntapojen hiilijalanjäljen pienentämisessä on otettava huomioon paikallinen tilanne ja etsittävä räätälöityjä ratkaisuja.

Elämäntapavaihtoehtojen potentiaali

Vaihtoehtoja, joilla tämän tutkimuksen mukaan on suuri potentiaali pienentää hiilijalanjälkeä, ovat yksityisautoilun korvaaminen joukkoliikenteellä tai sähköpyörällä työ- ja vapaa-ajan matkoilla, sähkö- ja hybridiautojen käyttöönotto, ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen, kimppekyytien lisääminen, asuminen lähempänä työ- tai opiskelupaikkaa, asunnon vaihtaminen pienempään, sähkön ja lämmitysenergian tuottaminen uusiutuvilla energialähteillä, maa- ja ilmalämpöpumppujen hyödyntäminen, kasvis- ja vegaaniruokavalion suosiminen, maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla ja punaisen lihan korvaaminen kanalla tai kalalla. Vaihtoehdot ovat osittain päällekkäisiä, ja niiden vaikutukset vaihtelevat sen mukaan, miten laajamittaisesti ne otetaan käyttöön. Täysimääräisesti toteutettujen yksittäisten vaihtoehtojen avulla voidaan henkeä kohti laskettua hiilijalanjälkeä parhaimmillaan pienentää sadoilla tai jopa yli tuhannella kilolla (CO₂e) vuodessa.

Elämäntapojemme laajamittaisilla muutoksilla voitaisiin edistää merkittävästi 1,5 asteen ilmastotavoitteen saavuttamista vuoteen 2030 mennessä. Tämä edellyttäisi kuitenkin erittäin kunnianhimoista vähähiilisten vaihtoehtojen käyttöönottoa esimerkiksi Suomessa ja Japanissa. Raportissa esitetyt noin 30 vaihtoehtoa tulisi ottaa käyttöön vähintään 75-prosenttisesti. Tämä tarkoittaa ratkaisujen 75-prosenttista käyttöönottoa koko yhteiskunnan tai jokaisen yksilön tasolla tai näiden yhdistelmänä.

Miten 1,5 asteen elämäntapoihin päästään ja kenen pitäisi toimia?

Tämä raportti on yksi ensimmäisistä selvityksistä, joka ehdottaa globaaleja henkeä kohti laskettuja tavoitetasoja 1,5 asteen ilmastotavoitteen mukaisille elämäntapojen hiilijalanjäljille. Raportti arvioi käytännön toimenpiteitä kulutuksen eri osa-alueilla. Poliitiikan, hallinnon ja yritysten pitäisi laajamittaisesti tukea siirtymistä vähähiilisempiin elämäntapoihin. Interaktiiviset työkalut kuten tämän selvityksen esittelemä 1,5 asteen elämäntapojen palapeli auttavat niin kotitalouksia kuin poliittisia päätöksentekijöitä, hallintoa ja yrityksiä tunnistamaan hiilijalanjälkien pienentämiseen liittyviä ongelmakohtia ja kehittämään niihin ratkaisuja. Vähähiilisten ratkaisujen toteutettavuuden ja hyväksyttävyyden mittaamiseksi niitä

tulee testata kotitalouksissa, asuinalueilla ja kunnissa julkisen ja yksityisen sektorin aktiivisella tuella. Raportin menetelmiä ja lähestymistapoja voidaan ottaa käyttöön myös muissa maissa.

Tämän raportin suositusten toteuttaminen kotitalouksissa on valtava haaste. Suositusten täytäntöönpano edellyttää yksittäisten ratkaisujen lisäksi koko tuotanto- ja kulutusjärjestelmän laajuisia muutoksia. Elämäntapojen hiilijalanjälkeä on pienennettävä jopa yli 90 prosenttia nykyiseen tasoon verrattuna. Siksi pitää muuttaa niitä ajattelutapoja, joihin taloutemme, infrastruktuurimme ja kulutusperusteinen elämäntapamme perustuvat. Tämä edellyttää radikaalia uudelleenajattelua niin politiikassa ja hallinnossa kuin myös liiketoimintamalleissa ja yksilöiden elämässä.

Kaikkien toimijoiden muutosvalmiutta tulisi kehittää sekä teollistuneissa että kehittyvissä maissa. Samalla pitää varmistaa muutosten sosiaalinen hyväksyttävyys. Erityisesti kehitysmaissa pitää varmistaa, että väestön perustarpeet tyydytetään samalla kun hiilijalanjäljet pienenevät. Tämä haaste tarjoaa kuitenkin myös mahdollisuuksia parempaan elämään ja kannattavaan liiketoimintaan. Sanomattakin on selvää, että toimenpiteillä on kiire, jos haluamme edetä kohti kestävää tulevaisuutta ja rajoittaa maapallon lämpötilan nousun 1,5 asteeseen.

Sammandrag

Denna rapport innehåller mål och alternativ för hur samhället genom levnadsvanorna kan begränsa uppvärmningen av klimatet till högst 1,5 grader, enligt målet i Parisavtalet. Både litteraturen i ämnet och det politiska beslutsfattandet har än så länge främst fokuserat på vissa produkter, organisationer, städer eller länder, men inte på konsumenternas koldioxidavtryck. Det har försvagat ansträngningarna för att lösa klimatproblemet. Diskussionen om lösningarna på klimatförändringen har i stor utsträckning handlat om teknologi, även om systematiska förändringar av beteende och infrastruktur har stor betydelse (Creutzig et al., 2016; Akenji & Chen 2016). Klimatpanelen IPCC bekräftade i sin specialrapport *Global Warming of 1.5 °C* - (IPCC 2018) att snabba förändringar behövs för att kunna minska växthusgasutsläppen betydligt. Det är känt att förändringar i beteende, levnadsvanor och kultur samt konsumtionsvanor och kost har betydande inverkan på klimatförändringen (IPCC 2014a). Genom att förändra våra levnadsvanor kan vi få en synlig och snabb inverkan på minskningen av koldioxidutsläppen, i synnerhet inom de delområden av konsumtionen som inte är fastlåsta i befintlig infrastruktur (t.ex. Lettenmeier, Laakso & Toivio 2017). Människan kan när som helst lättare t. ex. ändra sin kost koldioxidsnålare genom nya inköpsbeslut. Där emot är stadsplaneringen och väginfrastrukturen planerad på privatbilismens villkor och det kan göra den alternativa koldioxidlåga trafiken långsam och svår att genomföra.

Den här utredningen tar itu med utmaningen och granskar växthusgasutsläppen och potentialen att minska dem med hjälp av förändrad konsumtion och levnadsvanor som koldioxidavtryck för levnadsvanor. De har definierats som växthusgasutsläpp som direkt och indirekt orsakas av hushållens konsumtion, och utsläpp som orsakas av offentlig förbrukning och bruttoinvestering, såsom infrastruktur, har inte räknats med. Koldioxidavtrycket från hushållens och individernas levnadsvanor – det vill säga de varor och livsmedel vi köper, våra bostäder, våra transportmedel och de tjänster vi utnyttjar – utgör grunden för åtgärderna för att minska på utsläppen. Vi tittar på det genomsnittliga koldioxidavtrycket för invånarnas kvantitativa förbrukning i Finland och Japan och dessutom i Brasilien, Indien och Kina och jämför det med den globala målsättningen. Rapporten lägger fram alternativ för att minska koldioxidavtrycket som bygger på vetenskaplig litteratur och bedömer potentialen hos koldioxidsnåla levnadsvanor, i synnerhet i Finland och Japan.

Den här utredningen grundar sig på den tekniska rapporten *1.5-degree lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints* (IGES et al. (2019). Undersökningens metoder, källor och resultat har presenterats i detalj i den tekniska rapporten och bilagorna till den.

Klyfta mellan koldioxidavtrycken och målen

Resultaten visar att det finns en enorm klyfta mellan de beräknade koldioxidavtrycken och klimatmålen. Det årliga genomsnittliga koldioxidavtrycket för levnadsvanorna i de länder som var föremål för undersökningen var 2017 följande per person: Finland: 10,4 koldioxidekvivalentton (t CO₂e); Japan: 7,6 t CO₂e; Kina: 4,2 t CO₂e; Brasilien: 2,8 t CO₂e; och Indien: 2,0 t CO₂e. Utifrån utsläppsminskningsscenarierna föreslås det i den här undersökningen att koldioxidavtrycket som bygger på den beräknade konsumtionen per person borde vara 2,5 ton CO₂e2e år 2030, 1,4 ton år 2040 och 0,7 ton år 2050. Dessa mål motsvarar Parisavtalets mål på 1,5 grader så att den globala toppen av växthusutsläpp vänder neråt så snart som möjligt utan att man i stor omfattning tar till teknologi som ger negativa utsläpp. Koldioxidavtrycket från de nuvarande levnadsvanorna måste minska med 80–93 procent i de undersökta industriländerna fram till 2050 med antagandet att 58–76 procent av åtgärderna skulle inledas omedelbart för att uppnå målet för 2030. Även de undersökta utvecklingsländerna måste minska sitt avtryck med 23–84 procent fram till 2050 beroende på land och scenario.

Centrala punkter i koldioxidavtrycket för levnadsvanor

En närmare granskning av koldioxidavtrycken för levnadsvanor beräknat utifrån den kvantitativa förbrukningen avslöjade att det finns flera centrala saker som orsakar stora utsläpp. Dessa är konsumtionen av kött- och mjölkprodukter, hushållens energiförbrukning som bygger på fossila bränslen, bilkörning och flygresor. Dessa tre delområden – livsmedel, boende och transport – utgör cirka 75 procent av det totala koldioxidavtrycket för våra levnadsvanor. En del centrala punkter, såsom bilkörning och konsumtionen av köttprodukter, är vanliga i alla de undersökta länderna, medan en del är specifika för ett land, såsom konsumtionen av mjölkprodukter i Finland och elproduktion som bygger på fossila bränslen i Japan. Det här visar att man måste beakta den lokala situationen och hitta skräddarsydda lösningar för att minska koldioxidavtrycket från levnadsvanorna.

Levnadsvanornas potentiella alternativ

De alternativ som enligt denna undersökning har stor potential att minska utsläppen är att ersätta bilen med kollektivtrafik eller elcykel för fritids- och arbetsresor, el- och hybridbilar, förbättrad bränsleeffektivitet i fordon, samåkning, boende som ligger närmare arbetet och mindre bostäder, el och uppvärmning som produceras av förnybara energikällor, värmepumpar, vegetarisk och vegansk kost, att ersätta mjölkprodukter med växtbaserade alternativ och ersätta rött kött med broiler eller fisk. Om dessa alternativ utnyttjas fullt ut kan man med hjälp av dem minska koldioxidavtrycket för varje delområde av konsumtionen med några hundra eller rentav över tusen kilogram (CO₂e) per år. Alternativen går delvis på varandra och de förväntade effekterna varierar beroende på i hur stor omfattning alternativen införs. De förväntade effekterna varierar beroende på i hur stor omfattning alternativen införs. Med hjälp av levnadsvanorna kunde man på ett betydande sätt hjälpa till att uppnå målet på 1,5 grader fram till 2030. Det skulle dock förutsätta att väldigt ambitiösa koldioxidsnåla alternativ infördes i Finland och Japan. De omkring 30 alternativ som presenteras i rapporten borde införas till 75 procent. Det innebär att lösningarna skulle införas till 75 procent antingen i hela samhället eller på individnivå eller som en kombination av dem båda.

Hur uppnår man levnadsvanor som motsvarar 1,5 grader och vem borde agera?

Den här rapporten är bland de första som kommer med förslag till mål för beräknade globala koldioxidavtryck och utvärderar praktiska åtgärder inom olika delområden av konsumtionen. Rapportens metoder och approach kunde utvidgas till andra delområden och andra länder också. Koldioxidsnåla levnadsvanor kunde utvärderas i ännu större utsträckning. Politiken, förvaltningen och företagen borde ge omfattande stöd till en övergång till koldioxidsnåla levnadsvanor. Interaktiva verktyg, såsom det pussel som presenteras i rapporten, skulle hjälpa både hushåll och politiskt beslutsfattande, förvaltning och företag att definiera problemområden och hitta lösningar. För att mäta hur genomförbara och hur godtagbara de koldioxidsnåla lösningarna är måste de testas i hushåll, bostadsområden och kommuner inom den offentliga och privata sektorn med hjälp av aktivt stöd.

Det är en enorm uppgift att få hushållen att följa rekommendationerna i den här rapporten. Genomförandet av rekommendationerna förutsätter därför både enskilda lösningar och förändringar av hela systemet. Koldioxidavtrycket från levnadsvanorna måste minska med över 90 procent jämför med nu. Därför måste man förändra de tänkesätt som vår infrastruktur, ekonomi och konsumtion grundar sig på. Det kräver radikalt nytänkande såväl inom politiken och förvaltningen som inom affärsmodellerna.

Alla aktörers beredskap inför förändring måste utvecklas både i industriländerna och utvecklingsländerna. Samtidigt måste man se till att förändringen är socialt godtagbar. I synnerhet i utvecklingsländer måste man se till att befolkningens basbehov uppfylls samtidigt som koldioxidavtrycken blir mindre. Den här utmaningen medför ändå enorma möjligheter för ett bättre liv och ny affärsverksamhet. Det säger sig självt att åtgärderna är brådskande om vi göra framsteg mot hållbar utveckling.

Executive summary

This report proposes targets and options for how society can better limit global warming to within the 1.5-degree limit, the aspirational target of the Paris Agreement, from the perspective of lifestyles. To date, efforts to address this problem have been lacking, both in scientific literature and government policies the world over. The related literature tends to focus on footprints of specific products, organisations, cities or countries. The current discourse on solutions to climate change is largely based on technology, despite the importance of behavioural change and systemic infrastructural changes (Creutzig et al. 2016; Akenji and Chen 2016). The need for change, to urgently and drastically reduce GHG emissions, has been reinforced by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *Special Report on Global Warming of 1.5 °C* (IPCC 2018). The considerable influence of behaviour, lifestyles and culture, including consumption patterns and dietary changes on climate change has been recognised (IPCC 2014a). Changing our lifestyles, especially in those areas of consumption not locked into the existing infrastructure (e.g., Lettenmeier, Laakso, and Toivio 2017) would make a visible impact, and quickly, in lowering carbon emissions.

This report has thus undertaken the challenge of examining GHG emissions and reduction potential from the consumption and lifestyle perspectives through the study of lifestyle carbon footprints, defined as GHG emissions directly emitted and indirectly induced from household consumption, excluding those induced by government consumption and capital formation such as infrastructure. To illustrate the full impact of household actions on climate change, we therefore assess the carbon footprint of the lifestyles of individuals – the goods and food we buy, our housing, how we get around and the services we use – to provide a more realistic perspective and a more useful platform on which to base efforts for reducing emissions. We estimate the carbon footprints of Finland and Japan, as well as Brazil, India and China, focusing on comparing levels of physical consumption with respect to both global targets and household-level solutions.

This report offers options for reducing these footprints, drawn from the available literature, and assesses the impact of such options in the Finnish and Japanese contexts. This report is a summary version of the technical report *1.5-degree lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints* (IGES et al. 2019). The methodology, data sources and results of the estimates are detailed in the technical report and its annexes.

What we found – targets and gaps

The results highlighted the huge gaps between current per capita footprints and targets. Estimates of current annual average lifestyle carbon footprints of the populations of the countries we studied per person as of 2017 were: Finland: 10.4 (tCO₂e); Japan: 7.6; China: 4.2; Brazil: 2.8; and India: 2.0. In comparison, based on our review of the emission scenarios, this study proposes that we need to aim for per-person consumption-based targets of 2.5 (tCO₂e) in 2030, 1.4 by 2040 and 0.7 by 2050. These targets are in line with the 1.5 °C aspirational target of the Paris Agreement and for global peaking of GHG emissions as soon as possible without relying on the extensive use of negative-emission technologies. In terms of the gaps between actual lifestyle footprints and the targets, footprints in developed countries need to be reduced by 80–93% by 2050, assuming actions for a 58–76% reduction start immediately to achieve the 2030 target; even developing countries need to reduce footprints by 23–84%, depending on the country and the scenario, by 2050.

Hotspots

A closer examination of lifestyle carbon footprints based on physical consumption units revealed several hotspots, which are: meat and dairy consumption, fossil fuel-based energy, car use and air travel. The three domains these footprints occur in – nutrition, housing and mobility – tend to have the largest impact, approximately 75% of our total lifestyle carbon footprint. Some of the hotspots such as car use and meat consumption are common among case countries, while others are country-specific, such as dairy consumption in Finland and fossil fuel-based electricity in Japan, suggesting we need to consider local contexts and tailor-made solutions.

Options with potential

The options with large emission reduction potential as revealed in this study include: car-free private travel and commuting; electric and hybrid cars; vehicle fuel-efficiency improvement; ride sharing; living nearer workplaces and in smaller living spaces; renewable grid electricity and off-grid energy; heat pumps for temperature control; and vegetarian/vegan diets and substituting dairy products and red meat. If these options are fully implemented, they could reduce the footprint of each domain by a few hundred kilograms to over a tonne annually. The impacts we can expect vary according to what extent we adopt the options. Lifestyles could greatly contribute to achieving the 2030 1.5-degree target. This would require very ambitious levels of introduction in Finland and Japan, such as over 75% for around 30 options.

How to achieve 1.5-degrees lifestyles and how to act

This report represents one of the first of its kind in terms of proposing per capita footprint targets and assessing the gaps and solutions based on the physical amount of consumption across consumption domains. Its methods and approaches for highlighting the real impacts of current patterns of consumption and potential impacts of low-carbon lifestyles could be expanded for adoption in other dimensions and countries – such as evaluating broader types of low-carbon lifestyle options, facilitating action by stakeholders or creating interactive facilitative tools to assist stakeholders in identifying problem areas and solutions. The identified options can be tested in real households, neighbourhoods and communities, with government and private-sector support to gauge the feasibility and acceptability of all solutions.

At the individual household level, following the recommendations herein represents a colossal task, thus a combination of system-wide changes and a groundswell of actions is implicit in its undertaking. The required levels of reductions, exceeding 90% based on current lifestyle carbon footprints, imply a radical rethink of sustainability governance and the need for new business models to shift the paradigms on which we base infrastructure, economies and consumer lifestyles.

The capacities of all stakeholders will need developing, both in industrialised and industrialising countries, which places an additional burden on the latter to ensure their populations have their basic needs satisfied. Along with this challenge, however, comes opportunities, which this report identifies. Needless to say, the call for action could never be more urgent or overstated if we are to realise sustainability as a civilisation.

1. Johdanto

Kulutustottumuksille on perinteisesti annettu niukasti huomiota ilmastomuutoksen hillinnässä. Valtaosa poliittisista toimista ilmastomuutoksen ratkaisemiseksi on toistaiseksi keskittynyt teknologiaan liittyviin sovelluksiin (Creutzig et al. 2016). Yhä useammassa asiantuntijaraportissa, kuten esimerkiksi hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n *Global Warming of 1.5 °C* -erityisraportissa, alkaa kuitenkin korostua myös elämäntapamuutosten merkitys. Nykyisillä elämäntavoillamme maapallon keskilämpötila uhkaa nousta 1,5 astetta esiteollisesta ajasta jo vuosina 2030–2052 ja kolme astetta vuoteen 2100 mennessä, jos pohjaksi otetaan kaikkien maiden tähän asti päättämät päästövähennysuunnitelmat. Tämä ennuste maalaa synkän kuvan siitä, että päästövähennystoimenpiteiden viivyttäminen voi johtaa kasvaviin menetyksiin ja kustannuksiin sekä ajaa meitä turvautumaan teknologisiin ratkaisuihin, joihin liittyy huomattavia riskejä (IPCC 2018). Tämän vuoksi elämäntapojen muuttaminen kestävämmiksi on entistäkin tärkeämpää. Käyttäytymisen ja elämäntapojen muutokset sekä kulttuuriset ja kulutustottumuksiin liittyvät muutokset voivat täydentää ilmaston lämpenemistä hillitseviä rakenteellisia ja teknologisia muutoksia (IPCC 2014a, IPCC 2018). Elämäntapojemme muuttaminen voi tuottaa tuloksia suhteellisen nopeasti erityisesti sellaisilla kulutuksen osa-alueilla, jotka eivät ole lukittuneet nykyiseen infrastruktuuriin (Lettenmeier, Laakso & Toivio 2017; Salo & Nissinen 2017; Moore 2013). Ihminen voi esimerkiksi joka lomallansa päättää, mihin ja millä kulkuvälineellä hän lomalle lähtee, kun taas esimerkiksi työmatkan liikennevaihtoehdot voivat olla lukittuneina oman asuinalueen sijaintiin ja infrastruktuuriin.

Suurin osa nykyisistä 1,5 asteen tavoitteeseen liittyvistä päästövähennys-skenaarioista olettaa yhä, että tuotantoon liittyvät toimenpiteet ja negatiivisten päästöjen teknologiat ovat ensisijaisia ilmaston lämpenemistä hillitseviä toimenpiteitä (Rogelj et al. 2015; Rockström et al. 2017). Viime aikoina esiin on noussut kysyntäpuolen päästövähennystoimenpiteitä sisältäviä kehityspolkuja, mutta niiden määrä on yhä rajallinen (Van Vuuren et al. 2018). Jossain määrin kulutukseen keskittyvässä kirjallisuudessa on esitetty arvioita vähäpäästöisten elämäntapavaihtojen potentiaalisista vaikutuksista ilmastomuutoksen hillitsemiseen, mutta vähennystavoitteita ei ole yhdistetty suoraan Pariisin ilmastopimuksen lämpötilatavoitteiden saavuttamiseen (Vandenbergh et al. 2008; Dietz et al. 2009; Jones & Kammen 2011). Kaiken kaikkiaan kirjallisuudessa ei siis ole tähän asti riittävästi korostettu Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavia kulutusmuutoksia ja niiden mittaluokkaa.

Kulutusperusteinen laskenta ja maapallon kantokyky

Tässä tutkimuksessa kasvihuonekaasupäästöjä ja päästövähennyspotentiaalia tarkasteltiin käyttämällä kulutusperusteista laskentatapaa tuotantoperusteisen laskentatavan (jota kutsutaan myös alueperusteiseksi laskentatavaksi) sijasta. Tuotantoperusteinen laskentatapa kattaa ainoastaan suorat päästöt, jotka aiheutuvat paikallisesta tuotannosta määritellyllä maantieteellisellä alueella, eikä siinä huomioida kansainvälisen kaupan aiheuttamia päästöjä (Boitier 2012; Moore 2013). Tämän laskentatavan rajoituksena on kansainvälisen kaupan aiheuttaman hiilivuodon mahdollisuus. Hiilivuodolla tarkoitetaan tuotannon siirtymistä maihin, joissa päästöjen aiheuttamisesta koituvat

kustannukset ovat alemmat (Barker et al. 2007). Tämä voi johtaa päästö-
vähennystoimia harhaan (Boitier 2012;
Moore 2013). Sitä vastoin kulutusperusteinen
hiilijalanjäljen laskenta kattaa sekä suorat että
tavaroiden ja palvelujen tuonnista aiheutuvat

*Elämäntapojemme
muuttaminen tuottaa tuloksia
erityisesti kulutuksen
osa-alueilla, jotka eivät ole
lukittuneet nykyiseen
infrastruktuuriin.*

päästöt, mikä kuvastaa paremmin yksilöiden
kulutuksen ja elämäntapojen
maailmanlaajuisia vaikutuksia. Tämä
lähestymistapa ottaa hiilivuodon huomioon
ja suosittaa siten laajempia päästö-
vähennystoimia, eikä rasita kehitysmaita
kohtuuttomilla päästövähennysvaatimuksilla
(Peters & Hertwich 2008). Tässä selvityksessä
käsitteellä hiilijalanjälki viitataan
hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muihin
kasvihuonekaasupäästöihin.

Hiilijalanjälkiä koskevissa tutkimuksissa
on keskitytty tähän mennessä enimmäkseen
tiettyjen tuotteiden, toimintojen tai maiden
loppukysynnän vaikutuksiin (ks. myös
tietolaatikko ”Hiilijalanjäljet ja päästöt”).
Kotitalouksien kulutusta koskevat
tutkimukset ovat viime vuosikymmeninä
(Hertwich 2005; Tukker et al. 2010)
perustuneet yleisesti ottaen kulutuksen
rahallisiin arvioihin, ja vain harvoissa
tutkimuksissa on käsitelty elämäntapoja
laajemmasta näkökulmasta (Schanes, Giljum
& Hertwich 2016; Salo & Nissinen 2017) tai
tarkasteltu kulutustottumuksia fyysisten
määrien kuten ravinnonsaannin, liikutun
matkan ja energiankulutuksen perusteella
(Barrett et al. 2002; Nissinen et al. 2007;
Girod & De Haan 2010; Moore, Kissinger &

Rees 2013). Tässä tutkimuksessa arvioidaan
hiilijalanjälkiä pääasiassa määrällistä
kulutusta koskevien tietojen pohjalta. Tämä
auttaa havainnollistamaan, missä
päästövähennykset ovat mahdollisia
esimerkiksi korvaamalla nykyisiä
kulutustottumuksia toisenlaisilla,
vähähiilisemmillä kulutusmuodoilla tai
vähentämällä kulutuksen määrää.

Tässä tutkimuksessa hiilijalanjälki on
liitetty maapallon kantokyvyn käsitteeseen
(Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015).
Kantokyky viittaa ihmisen toiminnan
luonnolle aiheuttaman rasituksen rajoihin,
joiden ylittäminen aiheuttaa peruut-
tamattomia, myös ihmiskunnan selviytymistä
ja hyvinvointia uhkaavia ympäristötuhoja.
Ihmisen toiminnan ekologisten rajojen
määrittelemiseksi ehdotettiin useita
lähestymistapoja jo 1990-luvulla. Niitä olivat
esimerkiksi ympäristön tilan käsite
(Opschoor & Reijnders 1991; Weterings &
Opschoor 1992; Buitenkamp, Venner &
Wams 1992) Factor 10 -tavoite (Schmidt-
Bleek 1993a, b) ja ekologisen jalanjäljen
käsite (Wackernagel & Rees 1998). Yleensä
ympäristöjalanjälkien käsitteessä (Hoekstra
& Wiedmann 2014) katsotaan ympäristön
kestävyyden edellyttävän, että jalanjäljet
pidetään niiden kestävän enimmäistason
alapuolella maailmanlaajuisesti. Ekologinen
jalanjälki (Moore 2013; Moore 2015) ja
materiaalijalanjälki (Lettenmeier, Liedtke &
Rohn 2014) voidaan ymmärtää maapallon
kantokyvyn käsitteen soveltamisena
yksilöiden tasolla. Joissakin tutkimuksissa on
ehdotettu henkeä kohden laskettuja
hiilidioksidipäästö- tai jalanjälkitavoitteita,
jotka perustuvat maapallon kantokykyyn
(Nykqvist et al. 2013; Dao et al. 2015), mutta
näin on toistaiseksi tehty vain yksittäisten
maiden tasolla. Näissä tutkimuksissa ei
kuitenkaan ole eritelty elämäntapojen roolia
tai elämäntapoihin liittyviä päästö-
vähennyspolkuja. Tämä selvitys esittelee
henkeä kohden lasketut kulutukseen
perustuvat globaalit ja yhtäläiset hiilijalan-
jälkitavoitteet, jotka ovat sopusoinnussa
Pariisin ilmastositoumuksen

lämpötilatavoitteiden kanssa. Henkeä kohden laskettu pitkän aikavälin hiilijalanjälkitavoite on ”vähennä ja lähennä” -lähestymistavan mukainen. Se tarkoittaa sitä, että jokaisen maan henkeä kohden laskettuja päästöjä olisi vähennettävä siten, että ne olisivat lopulta saman suuruisia (Meyer 2000).

Henkeä kohden laskettujen pitkän aikavälin hiilijalanjälkitavoitteiden laatimisen haasteena on kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen tasapainottaminen. Ekologista jalanjälkeä voidaan periaatteessa verrata suoraan biokapasiteettiin eli maapallon kykyyn tuottaa uusiutuvia luonnonvaroja ja sitoa päästöjä milloin tahansa tulevaisuudessa. Hiilijalanjälkitavoitteen laatiminen puolestaan edellyttää olettamuksia päästövähennystarpeiden muutoksista tulevaisuudessa. Hiilibudjettien ehdottaminen asettaa rajoituksia maailmanlaajuisten päästöjen määrälle, jotta kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä voidaan vakauttaa. Hiilibudjetti tarkoittaa sitä maailmanlaajuisten hiilidioksidipäästöjen kokonaismäärää, jonka voimme vielä päästää ilmakehään ja samalla rajoittaa ilmaston lämpenemisen jonkun tietyn rajan, kuten 1,5 asteen, alle. Hiilibudjettiin sisältyy ajatus rajallisuudesta. Jo aiheutuneet, nykyiset ja tulevaisuudessa syntyvät päästöt syövät yhtä ja samaa hiilibudjettia. Mitä hitaammin päästöjä vähennetään nyt, sitä enemmän ja nopeammin niitä on vähennettävä tulevaisuudessa, jotta hiilibudjetti ei ylitä (IPCC 2018). Kehityspolkuja kokonaispäästöjen vähentämiseksi maailmanlaajuisella tasolla ehdotetaan useassa päästöskenaariossa, kuten esimerkiksi YK:n ympäristöohjelman

Emissions Gap Report -päästökuiluraportissa (UNEP 2016). Tässä tutkimuksessa ehdotetut henkeä kohden lasketut hiilijalanjälkitavoitteet pienenevät, mitä pidemmälle tulevaisuuteen ne ulottuvat.

Elämäntapojen hiilijalanjäljet

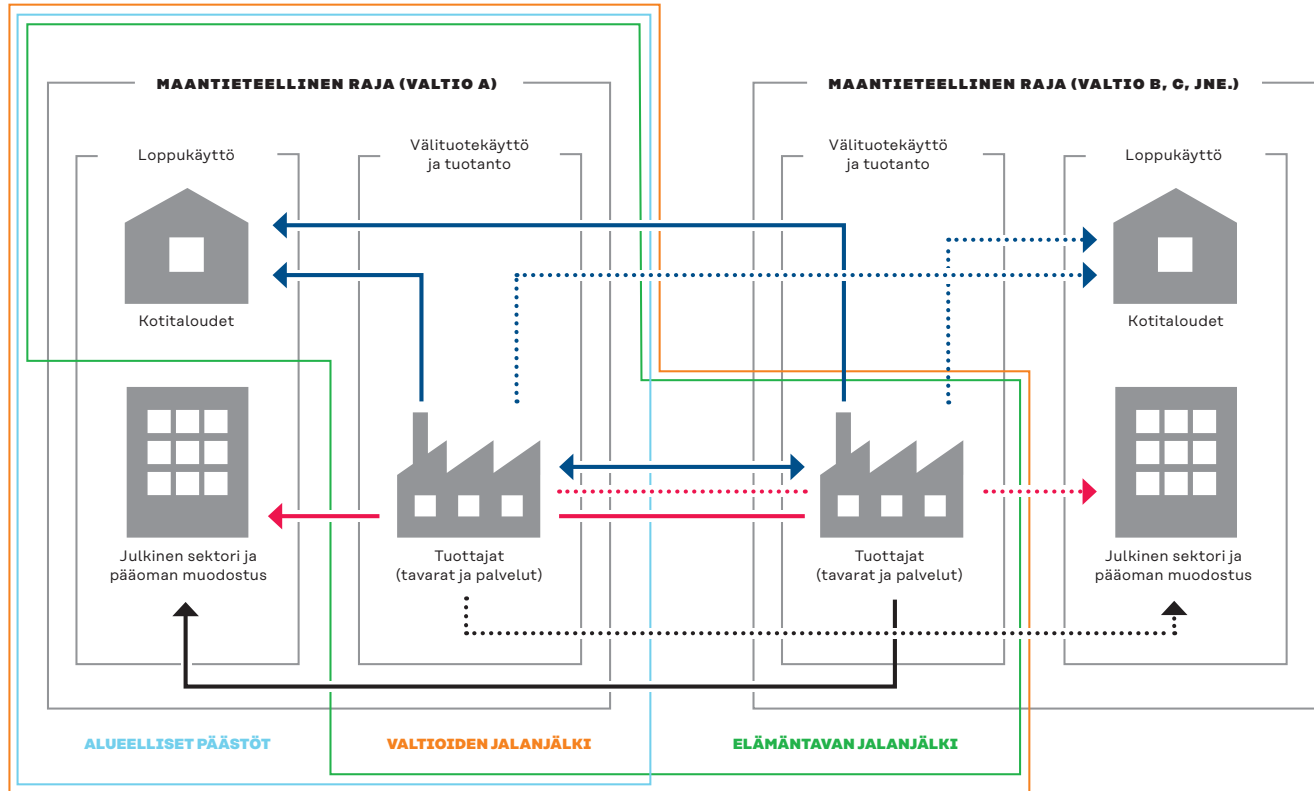
Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheutuvat suoraan tai välillisesti toiminnoista tai tuotteista niiden koko elinkaaren aikana kulutuksen näkökulmasta tarkasteltuna. Käsite kattaa sekä tuotteet että yksilöiden ja organisaatioiden päivittäiset toiminnot (Wiedmann & Minx 2008). Tässä selvityksessä keskitytään yksilöiden arjen toimintoihin ja niiden taustalla oleviin tuotteisiin ja elämäntapoihin. Elämäntavan hiilijalanjälki on määritelty kotitalouden kulutuksen suoriksi ja välillisiksi kasvihuonekaasupäästöiksi, joihin ei lasketa mukaan julkisesta kulutuksesta ja pääoman muodostuksesta aiheutuvia päästöjä.

Mitä hitaammin päästöjä vähennetään nyt, sitä enemmän ja nopeammin niitä on vähennettävä tulevaisuudessa.

KUVA 1.

KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN JA HIILIJALANJÄLKJEN LASKENNAN RAJAUSTEN VERTAILU

Välituotekäytöllä tarkoitetaan kulutustavaroiden ja -hyödykkeiden sekä palveluiden tuotantoprosessin aikana kulutettuja muualla tuotettuja raaka-aineita, palveluita ja energiaa.



Tarkastelun alaiset kasvihuonekaasut

Koska Pariisin ilmastopöytäkirjassa ei määritellä, mitä kasvihuonekaasupäästöjä tulisi vähentää, tässä tutkimuksessa otetaan huomioon myös metaanin (CH₄), typpioksiduulin (N₂O), fluorihilivetyjen (HFC-yhdisteiden), perfluorihilivetyjen (PFC-yhdisteiden) ja rikkiheksafluoridin (SF₆) päästöt, kuten suurimmassa osassa maailmanlaajuisista hiilijalanjälkianalyysistä koskevassa kirjallisuudessa sekä YK:n

ympäristöohjelman vuoden 2018 *Emissions Gap Report* -raportissa (UN Environment 2018). Tässä tutkimuksessa arvioidaan hiilijalanjäljet käyttämällä hiili-intensiteettitietoja, jotka kattavat edellä mainitut kuusi kaasutyyppiä, jos ne on taustatiedoissa mainittu, tai yleisiä kasvihuonekaasuintensiteettitietoja ennen kuin pelkkää hiilidioksidintensiteettiä, jos kasvihuonekaasutyyppiä ei ole lähteissä tarkemmin eritelty.

Hiilijalanjäljet ja päästöt – rajojen ja soveltamisalojen vertailu

HENKEÄ KOHDEN LASKETTUJEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN MITTAAMISESSA KÄYTETÄÄN ERILAISIA RAJOJA JA SOVELTAMISALOJA.

Tuotantoperusteiset päästöt

Kotitalouksien, valtion ja yksityisen sektorin toimintojen suorat kasvihuonekaasupäästöt maan tai kaupungin maantieteellisten rajojen sisällä, pois lukien tuotteiden ja palvelujen kulutuksesta aiheutuvat välilliset päästöt. Tätä mittaustapaa käytetään kansallisissa kasvihuonekaasuinventaariorissa ja päästövähennystavoitteiden asettamisessa.

Tuotteiden hiilijalanjälki

Tuotteiden tuotannosta, jakelusta, käytöstä ja hävittämisestä suoraan ja välillisesti aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, mukaan lukien maahantuotujen osien ja tuotteiden aiheuttamat päästöt. Tätä mittaustapaa käytetään hiilijalanjälkimerkinnässä ja kahden tai useamman tuote- tai prosessivaihtoehdon vertailussa. Mittaustapa perustuu tyypillisesti koko tuoteketjua pitkin ”alhaalta ylöspäin” tehtävään elinkaariarvioinnin prosessionalyyysiin. Tämän mittaustavan määrittelyä on julkaistu myös Kansainvälisen standardisointisjärjestön (ISO) 14067-standardina (ISO 2018a).

Organisaatioiden hiilijalanjälki

Kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat peräisin organisaatioiden suorista toiminnoista (soveltamisala 1) ja energialähteistä (soveltamisala 2) sekä muut välilliset päästöt arvoketjuissa, mukaan lukien myytyjen tuotteiden tuotanto, jakelu, käyttö ja hävittäminen (soveltamisala 3). Tämän mittaustavan standardeja ovat ISO 14064-1 (ISO 2018b) ja GHG-protokolla (Greenhouse Gas Protocol 2011), ja mittaustapa perustuu tyypillisesti hybridimenetelmään, johon kuuluu sekä elinkaariarvioituksia alhaalta ylöspäin arvioivaa prosessionalyyysiä että ylhäältä alaspäin suuntautuvaa, alunperin rahavirtoihin pohjautuvaa panos-tuotosanalyyysiä.

Maiden tai kaupunkien hiilijalanjälki

Tietyissä maassa tai kaupungissa sijaitsevien kotitalouksien ja julkisyhteisöjen toiminnoista suoraan aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ja maiden tai kaupunkien loppukysynnästä ja pääomasijoituksista välillisesti aiheutuvat päästöt. Nämä hiilijalanjäljet kattavat ostettujen tuotteiden ja palvelujen tuotannon, jakelun, käytön ja hävittämisen, mukaan lukien kaupankäyntiin sisältyvät tuotteet ja palvelut. Tällainen mittaustapa perustuu tyypillisesti ylhäältä alaspäin suuntautuvaan panos-tuotosanalyyysiä käyttävään menetelmään. Esimerkkejä näistä mittaustavoista ovat eri maiden Environmental Footprint Explorers (Norwegian University of Science and Technology 2018) ja C40-kaupunkien jalanjälkiraportti (C40 Cities Climate Leadership Group 2018).

Elämäntapojen hiilijalanjälki

Tässä selvityksessä keskitytään elämäntapojen hiilijalanjälkeen, mikä tarkoittaa maan keskivertokansalaisen hiilijalanjälkeä, mukaan lukien suorat päästöt, jotka ovat aiheutuneet polttoaineiden käytöstä, ja välilliset päästöt, jotka ovat sitoutuneet ostettuihin tuotteisiin ja palveluihin. Tätä voidaan pitää organisaatioiden hiilijalanjäljen kotitalousversiona tai maiden tai kaupunkien hiilijalanjäljen kotitalouksien kysyntää koskevana osana.

2. Elämäntapojen hiilijalanjälki-tavoitteet pitkällä aikavälillä

2.1 Pariisin ilmastosopimuksen lämpötilatavoitteet

Vuonna 2015 solmitun Pariisin ilmasto-sopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteeseen (UNFCCC 2015). Tavoitetta asetettaessa globaalien päästöjen odotettiin saavuttavan huippunsa ja kääntyvän laskuun mahdollisimman pian. Tämän jälkeen päästöjen on määrä vähentyä nopeasti, jotta hiilineutraaliuteen perustuva yhteiskunta saavutetaan pian vuoden 2050 jälkeen. Ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi alle kahteen asteeseen maailmanlaajuiset päästöt on rajoitettava 40 gigatonniin vuoteen 2030 mennessä (UNFCCC 2015). Tätä tavoitetta ei kuitenkaan kyetä saavuttamaan valtioiden nykyisillä kansallisilla panoksilla (Intended Nationally Determined Contributions, INDC), jotka johtavat 55 gigatonnin päästöihin vuoteen 2030 mennessä. Tämä tarkoittaa, että päästöjä on vähennettävä voimakkaammin välittömästi, jotta lämpötilan nousu voidaan rajoittaa 1,5 asteeseen.

Kahden ja 1,5 asteen tavoitteet perustuvat pitkään käynnissä olleeseen tieteelliseen tutkimukseen kasvihuonekaasupäästöjen ennustamisesta, ilmaston mallintamisesta ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista maapalloon ja ihmisiin. Tulevien päästöjen ja niiden ilmastovaikutusten arvioinnissa käytetään usein yhdenmukaisen arvioinnin malleja (Integrated Assessment Models, IAM). Ne tarjoavat ennusteita sekä tulevasta

kasvihuonekaasupäästöjen maailmanlaajuisesta tasosta eri olettamusten puitteissa että ilmakehässä esiintyvien kasvihuonekaasujen enimmäismäärästä, joka voidaan sallia tietyn tavoitteen saavuttamiseksi. Näihin ennusteisiin, joita kutsutaan myös päästövähennyspoluiksi, liittyy usein toimenpiteitä niiden toteuttamiseksi. Hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC käyttää tällaista tutkimusta vertailukohtana valmistellessaan säännöllisiä arviointiraportteja ilmastonmuutosta koskevasta tietämyksen tilasta.

Vuonna 2014 julkaistussa viidennessä arviointiraportissa keskitytään maailmanlaajuiseen tavoitteeseen rajoittaa keskilämpötilan nousu alle kahteen celsiusasteeseen, kuten on vahvistettu vuonna 2010 Cancunin sopimuksessa (IPCC 2014a). Ilmastonmuutoksen vaikutuksia koskevat tutkimukset osoittavat, että kahden asteen lämpenemistavoitteen avulla ei ehkä pystytä torjumaan haavoittuvien ekosysteemien, kuten pienten saarten, olemassaoloa uhkaavia riskejä tai äärimmäisiä sääilmiöitä (IPCC 2014b). Näiden riskien vuoksi maailmanlaajuisia yhteisiä kehoitettiin olemaan kunnianhimoisempi ja pyrkimään alle 1,5 asteen tavoitteeseen.

Tutkimushavainnot päästövähennyspoluista 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi olivat rajallisia, kunnes YK:n ilmasto-sopimuksen osapuolet pyysivät IPCC:tä laatimaan erityisraportin 1,5 asteen

tavoitteesta ja siihen liittyvistä päästövähennyspoluista (UNFCCC 2015). Lokakuussa 2018 julkaisemassaan erityisraportissa IPCC keskittyikin erittelemään ilmaston 1,5 asteen lämpenemisen vaikutuksia sekä lämpenemisen rajoittamiseen liittyviä maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjen kehityspolkuja (IPCC 2018).

Ilmaston lämpenemisen rajoittamista alle 1,5 asteeseen on tutkittu verrattain niukasti. Tästä syystä on tärkeää ottaa

huomioon, että 1,5 asteen kehityspolut liittyvät kahden asteen kehityspoluihin, ja ne ovat todennäköisesti tiukempia sovelluksia kahden asteen polkujen päästövähennystoimista. Tässä selvityksessä havainnollistamme kotitalouksien kulutuksen henkeä kohden lasketun hiilijalanjälkibudjetin sekä Pariisin ilmastopimuksen mukaiselle 1,5 asteen tavoitteelle että kahden asteen tavoitteelle näiden kahden eri päästövähennystavoitteen vaihteluvälin osoittamiseksi.

2.2

Päästövähennyspolkujen valinta

Tässä selvityksessä esittelemme elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteet, joiden avulla saavutetaan Pariisin ilmastopimuksen määrittelemä tavoite rajoittaa lämpötilan nouseminen 1,5 asteeseen. Olemme valinneet julkisesti saatavilla olevista tutkimuksista päästövähennyspolkuja, jotka ovat sopuosinnussa kahden ja 1,5 asteen tavoitteiden kanssa. Oletukset ihmisten kehittämien hiilinieluteknologioiden käytöstä ovat keskeisessä roolissa useissa ilmaston lämpenemisen hillitsemistä koskeissa kehityspoluissa. Elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteiden laskemisessa on oletettu mahdollisimman vähäinen turvautuminen ihmisen kehittämiin hiilinieluihin tai riippumattomuus niistä. Olemme arvioineet IPCC:n AR5-skenaariotietokantaan¹, YK:n ympäristöohjelman vuoden 2017 *Emissions Gap Report* -raporttiin (UN Environment 2017) ja tieteellisissä lehdissä julkaistuihin yksittäisiin vertaisarvioituihin artikkeleihin sisältyneet skenaariot, ja rajanneet ne seuraavien kriteereiden perusteella:

- Skenaario koostuu kehityspolusta, jonka avulla maailmanlaajuinen keskilämpötilan nousu rajoitetaan alle 2 celsiusasteeseen vähintään 66 prosentin todennäköisyydellä tai alle 1,5 celsiusasteeseen vähintään 50 prosentin todennäköisyydellä.
- Siinä esitetään määrällinen arvio hiilibudjetista vuoteen 2100 asti ulottuvalla aika-asteikolla sekä tiedot käytetyn arviointimallin tyypistä ja lähtötilanteen skenaario.
- Sen avulla pyritään rajoittamaan ilmahan kasvihuonekaasupitoisuudet 430–480 miljoonasosaan (ppm) hiilidioksidiekvivalenttia kahden asteen tavoitteen saavuttamiseksi ja 430 miljoonasosaan (ppm) hiilidioksidiekvivalenttia 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi (vuonna 2100).
- Siinä arvioidaan kumulatiiviseksi hiilibudjetiksi 350–950 gigatonnia hiilidioksidia kahden asteen tavoitteen saavuttamiseksi ja alle 350 gigatonnia

1 IPCC:n SR1.5-skenaariotietokanta ei ollut vielä julkisesti saatavilla tämän tutkimuksen skenaarioiden arviointihetkellä.

- hiilidioksidia 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi (vuosina 2011–2100).
- Sen arviot kattavat CO₂-, CH₄-, N₂O-, HFC-, PFC- ja SF₆-kaasut.
- Siinä selitetään oletukset ihmisten kehittämän hiilinielun käytöstä, jotka tunnetaan myös negatiivisia päästöjä tai hiilidioksidin poistamista koskevana teknologioina, ks. lisätietoja teknisen raportin liitteestä A (IGES et al. 2019).
- Jos skenaario on laadittu ennen vuotta 2015, sen oletuksena on maailmanlaajuisen ilmastopolitiikan sitoumuksen varmistaminen lähitulevaisuudessa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja maapallon keskilämpötilan nousun rajoittamiseksi (kuten Pariisin ilmastopöytäkirjassa on esitetty).

*Skenaarioiden avulla
valitsimme Pariisin
ilmastosopimuksen kanssa
sopuinnossa olevan elämäntapojen
hiilijalanjälkitavoitteen.*

Teimme kirjallisuuskatsauksen perusteella kaksi tärkeää havaintoa. Ensimmäkin ennen IPCC:n Global Warming of 1.5 °C -erityisraporttia vain rajallisessa määrässä artikkeleita käsiteltiin 1,5 asteen tavoitteen mukaisten kehityspolkujen mallinnusanalyysin tuloksia. Tämä käy ilmi YK:n ympäristöohjelman vuosien 2016 ja 2017 *Emissions Gap Report* -raporteista (UNEP 2016, UN Environment 2017), jotka sisälsivät vain yhden tutkimuksen 1,5 asteen päästöbudjetti-analyysillä. Äskettäin julkaistun IPCC:n erityisraportin tiivistelmä *Global Warming of 1.5 °C: Summary for Policymakers* (IPCC 2018) tarjoaa maailmanlaajuisia nettopäästöjä koskevia kehityspolkuja ja neljä ”kuvaavaa päästövähennyspolkumallia”, jotka laadittiin uusia skenaarioita ja tutkimuksia koskevien arviointien perusteella. Samaa

skenaariotietokantaa käytettiin vuoden 2018 *Emissions Gap Report* -raportissa (UN Environment 2018). IPCC:n kehityspolut esittävät neljä mahdollista päästövähennysstrategiaa, joissa on sovellettu erilaisia teknologisten innovaatioiden, yhteiskunnan ja kulutustottumusten muutosten sekä negatiivisia päästöjä koskevien teknologioiden käytön yhdistelmiä (IPCC 2018).

Toiseksi, suurin osa AR5-tietokannan 1,5 asteen kehityspoluista nojaa voimakkaasti ihmisten kehittämiin hiilinieluteknologioihin (Rockström et al. 2017; Rogelj et al. 2015), mutta IPCC:n erityisraportissa *Global Warming of 1.5 °C* käytetyt tuoreemmat skenaariot perustuvat vähemmässä määrin näihin teknologioihin. On väitetty, että ne voidaan korvata uusiutuvilla energialähteillä ja vähentämällä energian kysyntää (Van Vuuren et al. 2007), kun taas toisessa tutkimuksessa arvioitiin, että nämä teknologiat voidaan korvata ainoastaan vähentämällä päästöjä merkittävästi vuosina 2020–2030 sekä parantamalla samanaikaisesti energia-tehokkuutta ja käyttämällä hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia suoraan ilmasta (Rockström et al. 2017). Toisaalta kahden asteen tavoitteen osalta oletukset ihmisten kehittämistä hiilinieluista ovat monimuotoisempia. Löysimme päästövähennyspolkuja sekä ihmisten kehittämien hiilinielujen kanssa (Rogelj et al. 2011) että ilman niitä (Magné, Kypreos & Turton 2010; Blanford et al. 2014; Fuss et al. 2014). Tällöin tavoitetta varten on edistetty hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia (CCS), koska sen avulla on mahdollista parantaa maailmanlaajuisen päästövähennystoimien kustannustehokkuutta (Magné, Kypreos & Turton 2010; Blanford et al. 2014; Fuss et al. 2014).

Valitsimme viisi päästövähennyspolkuskenaariota, jotka olemme nimenneet uudelleen tätä raporttia varten (taulukot 1 ja 2). Nimien etuliitteinä ovat ”1,5” tai ”2” sen mukaan, mihin lämpötilatavoitteeseen ne ovat verrattavissa, ja jälkiliitteinä ”S” (”sink” eli nielu) ihmisten kehittämiin hiilinieluteknologioihin perustuvien skenaarioiden osalta tai ”D” (”demand” eli kysyntä) nielujen

sijasta kysyntäpuolen toimenpiteiden käyttöä korostavien skenaarioiden osalta.

Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF) on suljettu valittujen päästövähennysskenaarioiden ulkopuolelle.

Edellä mainitut skenaariot on valittu teknisen raportin (IGES et al. 2019)

laatumishetkellä saatavilla olleista skenaarioista. Näitä skenaarioita käyttämällä pystyimme valitsemaan yhden päästövähennystavoitteen, joka edustaa Pariisin ilmastositomuksen kanssa sopusoinnussa olevaa elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitetta.

2.3

Elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteiden määrittäminen

Muutimme edellä määritellyt maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet henkeä kohden lasketuiksi hiilijalanjälkitavoitteiksi, jotta voimme nähdä, miten ne vaikuttavat kotitalouksien kulutukseen ja elämäntapoihin.

Tässä tutkimuksessa on noudatettu lähestymistapaa, jonka mukaan jokaisen henkilön hiilijalanjälki on yhdenmukaistettu vuoden 2030 tavoitteen saavuttamiseksi. Kyseessä on Meyerin (2000) ”vähennä ja lähennä” -lähestymistapa, joka tarkoittaa sitä, että jokaisen henkilön päästöjä olisi vähennettävä, kunnes päästöt olisivat lopulta yhtä suuret. Tässä selvityksessä keskitytään kotitalouksien kulutuksen jälkeisiin ja maailmanlaajuisesti yhdenmukaistettuihin hiilijalanjälkitavoitteisiin, joihin pyritään vuosiin 2030, 2040 ja 2050 mennessä. Sen vuoksi emme ole pyrkineet simuloimaan täsmällisesti päästövähennyspolkuja kunkin maan osalta, vaan olemme laskeneet henkeä kohden lasketun päästötavoitteen edeltävässä kohdassa käsiteltyjen valittujen ja edustavien päästöskenaarioiden perusteella. Tämän toteuttamiseksi kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjen vuotuinen raja-arvo jaettiin World Population Prospects: The 2017 Revision -julkaisun (United Nations 2017) mediaaniennusteen perusteella arvioidulla viitevuoden väestön määrällä. Näin ollen tämän tutkimuksen henkeä kohden lasketuissa hiilijalanjälkitavoitteissa on käytetty seuraavaa laskentakaavaa:

Henkeä kohden laskettu vuotuinen hiilijalanjälkitavoite
= vuotuinen maailmanlaajuinen päästötavoite / ennustettu maailman väestön määrä

Jotta yksilöiden elämäntapoihin suoraan liittyvää hiilijalanjälkeä voitiin tarkastella yksityiskohtaisesti, määriteltiin henkeä kohden lasketut loppukysynnän hiilijalanjälkitavoitteet (elämäntapojen hiilijalanjälki) olemassa olevien usean eri maan hiilijalanjälkiarvioiden panos-tuotosanalyysien tulosten perusteella. Niistä Hertwich & Peters (2009) kattaa 73 maata ja 14 ryhmiteltyä aluetta vuoden 2001 GTAP-tietokannan perusteella laskettuna, mikä antaa kotitalouksien kulutuksen loppukysynnän hiilijalanjäljen keskimääräiseksi osuudeksi 72 prosenttia maailmanlaajuisella tasolla. Toisessa tutkimuksessa (Ivanova et al. 2016) esitetään arvioksi 65 prosenttia ± 7 prosenttia (keskiarvo ± standardipoikkeama). Vaikka viimeksi mainittu tutkimus on tuoreempi, se perustuu rajallisempaan EXIOBASE-tietokantaan, joka kattaa vain 43 maata ja painottuu EU:hun, joten otimme käyttöön Hertwichin ja Petersin (2009) 72 prosentin arvion ja laskimme hiilijalanjälkitavoitteet käyttämällä seuraavaa laskentakaavaa:

Henkeä kohden laskettu elämäntavan vuotuinen hiilijalanjälkitavoite
= henkeä kohden laskettu vuotuinen hiilijalanjälkitavoite x 0,72

On huomioitava, että edellä esitetyt arviot perustuvat rajallisiin julkisesti saatavilla oleviin henkeä kohden laskettuihin loppukysynnän jalanjäljen osuutta koskeviin arvioihin, jotka voivat olla jossain määrin epävarmoja. Tässä tutkimuksessa oletettu osuus perustuu edellä mainittuun tutkimukseen sisältyvien maiden keskiarvoon, missä ei ole otettu huomioon maiden välistä vaihtelua, joka johtuu esimerkiksi talouden rakenteesta ja henkeä kohden laskettujen hiilijalanjälkien suuruudesta. Tämän lisäksi tässä tutkimuksessa käytetyt henkeä kohden lasketut hiilijalanjälkiosuudet pysyvät samoina tulevaisuudessa, eikä niiden osalta

ole oletettu vaihtelua hiilijalanjälkien kohdentamisessa kotitalouksien, loppukysynnän ja pääomasijoitusten välillä.

Kolme edustavaa skenaariota (1,5D, 1,5S ja 2S) valittiin niiden skenaarioiden joukosta, jotka olivat julkisesti saatavilla tätä raporttia laadittaessa. Tähän tutkimukseen mukaan otetut 1,5 asteen tavoitetta edustavat skenaariot (1,5D ja 1,5S) valittiin havainnollistamaan IPCC:n (2018) ilmastoraportissa esiteltyjä kehityspolkuja. Tuleviin tutkimuksiin voitaisiin sisällyttää muita skenaarioita, jotka ovat tulleet julki tämän raportin laatimisen jälkeen. Kolmen eri skenaarion väestöarviot on myös yhdenmukaistettu YK:n ennusteeseen, joka ei ole

TAULUKKO 1.

KYSYNTÄPUOLEN TOIMENPITEITÄ PAINOTTAVAT SKENAARIOT PÄÄSTÖBUDJETIN HAVAINNOLLISTAMISEKSI

Skenaario	Kuvaus	Lähde
1,5D (a): 1,5 °C kysyntäskenaario	Päästövähennyspolku 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi 60 prosentin todennäköisyydellä käyttämättä hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia.	"A2" -skenaario tutkimuksesta Ranger et al. (2012)
1,5D (b): 1,5 °C kysyntäskenaario	1,5 asteen tavoitteen päästövähennyspolku, johon sisältyvät tiukat toimenpiteet sekä piipunpään päästöjen että muiden kuin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi.	"Matalat muut kuin CO ₂ -päästöt" ("Low Non-CO ₂ ") -skenaario tutkimuksesta Van Vuuren et al. (2018)
1,5D (c): 1,5 °C kysyntäskenaario	1,5 asteen tavoitteen päästövähennyspolku, johon sisältyvät hiilen talteenotto maaperään, parempi energiatehokkuus, uusiutuvista energialähteistä tuotettu sähkö, maatalouden tehostaminen, matalat muut kuin hiilidioksidia olevat kasvihuonekaasupäästöt, elämäntapojen muutokset ja alhainen väestönkasvu.	"Kaikki vaihtoehdot" ("All Options") -skenaario tutkimuksesta Van Vuuren et al. (2018)

välttämättä täysin yhdenmukainen kunkin skenaarion sosioekonomisen kehityksen kanssa, koska eri päästöskenaarioissa käytetyt väestöarviot eivät ole yleisesti ottaen julkisesti saatavilla.

Tämän tutkimuksen päästötavoite-laskelmissa ehdotetaan yhdenmukaistettuja henkeä kohden laskettuja jalanjälkiä vuosille 2030, 2040 ja 2050. Päästötavoitelaskemissa ei ole otettu huomioon yksityiskohtaisia päästövähennyspolkuja nykyisistä jalanjäljistä kohti hiilijalanjälkitavoitteita eikä sitä, olivatko sallitut päästöt tasapuolisia tarkasteltujen maiden historiallisten päästöjen tai ilmasto-olosuhteiden tai muiden luonnonolosuhteiden suhteen. Sen sijaan ehdotetut tavoitteet perustuvat yksinkertaistettuun laskelmaan, jossa käytetään väestöennusteita ja kotitalouksien hiilijalanjälkiosuutta, eikä kuluttajien elämäntapojen mallintamisessa ja skenaarioiden analysoinnissa oteta huomioon mahdollisesti myöhemmin tapahtuvia muutoksia. Näitä muutoksia voitaisiin tutkia lisää tulevaisuudessa. Maailmanlaajuisesti yhdenmukaisen

elämäntavan hiilijalanjälkitavoitteen havainnollistaminen voi kuitenkin auttaa ymmärtämään tarvittavien keskimääräisten vähennysten tason.

Viiden tarkasteluun valitun skenaarion mukaiset elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteet on tiivistetty kuviin 2 ja 3 sekä taulukoihin 1 ja 2. Kaikkien kasvihuonekaasujen osalta arvioitujen elämäntapojen hiilijalanjälkitavoitteiden vaihteluväli on 2,5–3,2 tonnia CO₂e / hlö vuonna 2030, 1,4–2,2 tonnia CO₂e / hlö vuonna 2040 ja 0,7–1,5 tonnia CO₂e / hlö vuonna 2050. Vaihteluväleissä on päällekkäisyyttä negatiivisia päästöjä koskeviin teknologioihin ja lämpötilatavoitteisiin liittyvien erilaisten oletusten vuoksi. Hiilijalanjälkitavoitteiden raja-arvojen skaala riippuu siitä, otetaanko tarkasteluun mukaan ihmisen kehittämät hiilinielut tai negatiivisia päästöjä koskevat teknologiat (kuten bioenergian yhdistäminen hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin), teknologioiden pitkän aikavälin saataavuudesta sekä maailmanlaajuisen lämpenemistavoitteen – joko 1,5 tai 2 asteen – valinnasta.

TAULUKKO 2.

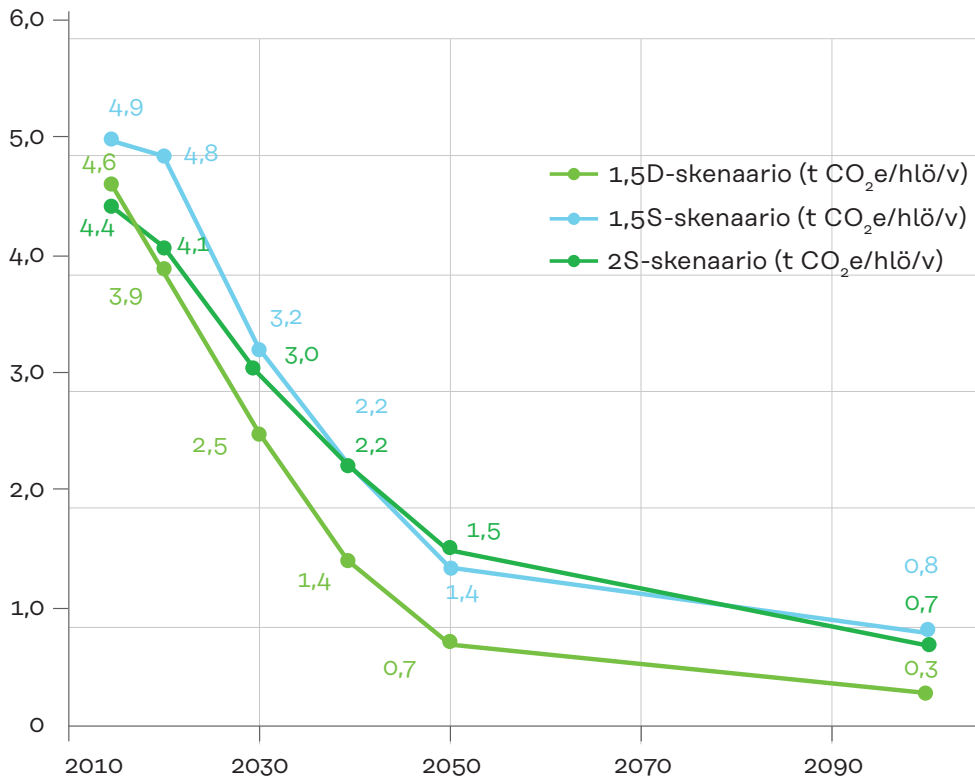
**HIILINIELUJA PAINOTTAVAT SKENAARIOT
PÄÄSTÖBUDJETIN HAVAINNOLLISTAMISEKSI**

Skenaario	Kuvaus	Lähde
1,5S: 1,5 °C hiilinieluskenaario	Päästövähennyspolku 2 asteen tavoitteen saavuttamiseksi 75 prosentin todennäköisyydellä ja 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi 50 prosentin todennäköisyydellä, kun kaikkien nielujen käyttö aloitetaan ennen vuotta 2050.	Rockström et al. (2017)
2S: 2 °C hiilinieluskenaario	Päästövähennyspolku 2 asteen tavoitteen saavuttamiseksi 66 prosentin todennäköisyydellä, kun käytetään hiilidioksidin talteenotto- ja varastointitekniikkaa (CCS).	Rogelj et al.(2011)

KUVA 2.
**PÄÄSTÖVÄHENNYS-
POLKUJEN MUKAINEN
ELÄMÄNTAPOJEN
HIILIJALANJÄLKI-
BUDJETTI**

Globaali kokonais-
päästöbudjetti 1,5S-
skenaarioon on otettu
tutkimuksesta Rockström et
al. (2017) ja 2S-skenaarioon
tutkimuksesta Rogelj et al.
(2011). 1,5D-skenaarioon on
laskettu keskiarvo 1,5D(a)-
skenaariosta tutkimuksesta
Ranger et al. (2012)
sekä 1,5D(b)- ja 1,5D(c)-
skenaarioista tutkimuksesta
Van Vuuren et al. (2018).
Päästöbudjetti on jaettu
YK:n väestöennusteilla
(United Nations 2017)
ja kerrottu Hertwichin
& Petersin (2009) arvi-
oimalla kotitalouksien
hiilijalanjälkiosuudella
elämäntapojen hiilijalan-
jälkibudjetin arvioimiseksi.

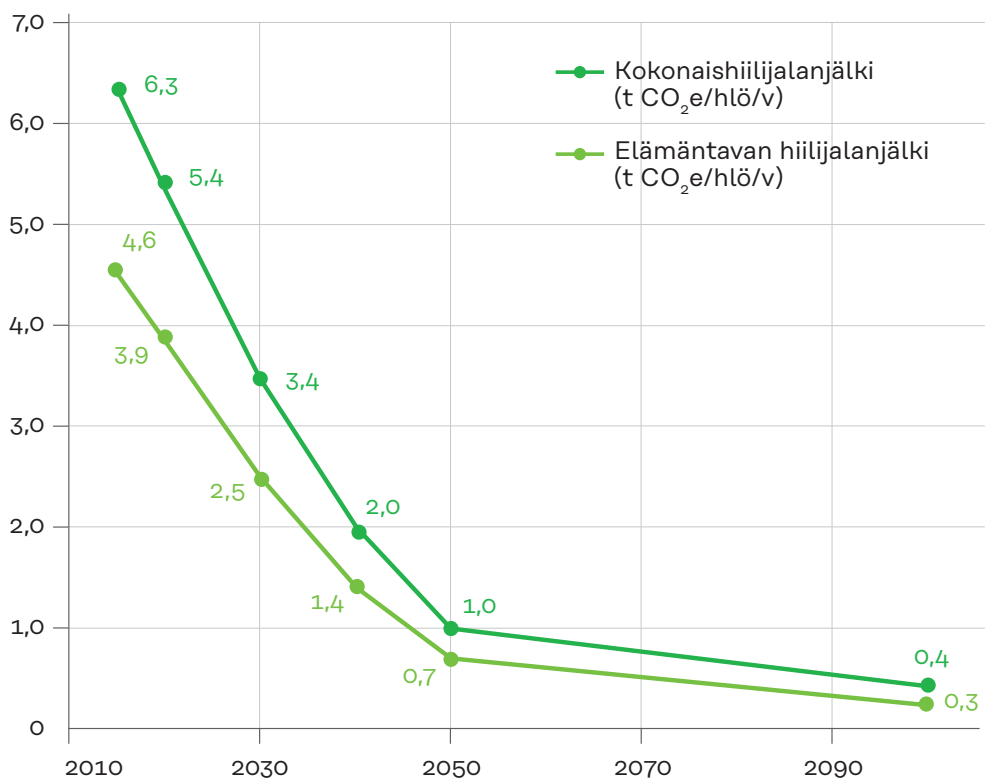
Elämäntapojen hiilijalanjälkibudjetti (t CO₂e/hlö/v)



KUVA 3.
**1,5 ASTEEN
TAVOITETTA
VASTAAVAT
HIILIJALANJÄLKI-
BUDJETIT**

Globaali kokonais-
päästöbudjetti 1,5S-
skenaarioon on otettu
tutkimuksesta Rockström et
al. (2017) ja 2S-skenaarioon
tutkimuksesta Rogelj et al.
(2011). 1,5D-skenaarioon on
laskettu keskiarvo 1,5D(a)-
skenaariosta tutkimuksesta
Ranger et al. (2012)
sekä 1,5D(b)- ja 1,5D(c)-
skenaarioista tutkimuksesta
Van Vuuren et al. (2018).
Päästöbudjetti on jaettu
YK:n väestöennusteilla
(United Nations 2017)
ja kerrottu Hertwichin
& Petersin (2009) arvi-
oimalla kotitalouden
jalanjälkiosuudella elämän-
tapojen hiilijalanjälkibudjetin
arvioimiseksi.

Hiilijalanjälkibudjetit (t CO₂e/hlö/v)



3. Nykyisten elämäntapojen hiilijalanjäljet

3.1 Hiilijalanjälkien arviointi

Tässä selvityksessä keskitymme kotitalouksien kulutukseen kaikilla niillä osa-alueilla, jotka suoraan tai välillisesti aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä. Puhumme elämäntapojen hiilijalanjäljestä. OECD määrittelee kotitalouden kulutuksen sen tavaroiden ja palvelujen kulutukseksi, ja viittaa siinä tuotteiden ja palvelujen valintaan, ostamiseen, käyttöön, ylläpitoon, kunnostamiseen ja hävittämiseen (OECD 2002). Elämäntapojen hiilijalanjälkeen sisältyvät myös tuotannosta ja siinä käytetyistä välituotteista aiheutuneet päästöt siltä osin, kun ne kohdistuvat kotitalouksien loppukysyntään. Sen sijaan julkisen kulutuksen ja pääoman muodostuksen aiheuttamia suoria ja välillisiä päästöjä ja jalanjälkiä ei oteta huomioon. Tämän lähestymistavan ansiosta voimme keskittyä elämäntapoihin, joista kotitalouksien hiilijalanjälki muodostuu ja jotka ovat yksilöiden tekemien valintojen sekä niiden taustalla vaikuttavien sosioteknisten järjestelmien seurausta. Esimerkiksi energiantuotanto ja liikenne ovat sosio-tekniisinä järjestelminä taipuvaisia lukittumaan² vallitseviin teknologisiin ja lainsäädännöllisiin rakenteisiin ja toteutusmalleihin, ja ne voivat siten ennalta rajata yksilöiden valinnanmahdollisuuksia (Akenji & Chen 2016).

Selvityksessä keskitytään Suomen ja Japanin keskivertokansalaisten hiilijalan-

jälkiin käyttämällä viitevuotena vuotta 2017. Selvitys kattaa lisäksi nousevista talouksista Brasilian, Kiinan ja Intian, jotta voimme tarkastella erilaisia kuluttamisen olosuhteita sekä vauraiden teollisuusmaiden ja kehittyvien maiden välisiä eroja.

Arviointiin sisältyvät elämäntavan osa-alueet

Tässä selvityksessä kotitalouksien resurssien kulutus on luokiteltu kuuteen eri osa-alueeseen. Luokittelu perustuu aiempiin tutkimuksiin (esim. Michaelis & Lorek 2004; Tukker et al. 2006; Kotakorpi, Lähteenoja & Lettenmeier 2008; Seppälä et al. 2011; Lettenmeier, Liedtke & Rohn 2014):

1. Elintarvikkeet: kaikkien kotona ja kodin ulkopuolella kulutettujen elintarvikkeiden ja juomien kulutus; esimerkiksi kasvikset ja hedelmät, liha, kala, maitotuotteet, viljatuotteet, alkoholi ja alkoholittomat juomat.³

2. Asuminen: asumiseen liittyvä infrastruktuuri ja asumiseen liittyvien hyödykkeiden ja palvelujen tarjoaminen; esimerkiksi rakentaminen, ylläpito, energiankulutus ja vedenkulutus.

3. Liikkuminen: omistettujen liikennevälineiden ja liikennepalvelujen käyttö työmatkoja, vapaa-ajan matkoja ja muita henkilökohtaisia tarkoituksia varten; esimerkiksi autot, moottoripyörät, julkinen liikenne, lentomatustus ja polkupyörät.⁴

² Lukittumisella tarkoitetaan esimerkiksi kuluttajien lukittumista tiettyihin käyttäytymismalleihin, jotka ovat seurausta kulttuurista, infrastruktuurista tai muista olosuhteista. Esimerkkinä mainitaan usein työntekoon ja kuluttamiseen perustuva elämäntapamme. Lukittumisvaikutusta avataan tarkemmin sivulla 47.

³ Ruoan valmistamisesta kotona aiheutuvat päästöt on sisällytetty asumiseen, kun taas ravintoloiden toiminnasta aiheutuvat päästöt on sisällytetty vapaa-aikaan.

⁴ Liikematkojen päästöt on soveltuvin osin sisällytetty kotitalouksien käyttämien tuotteiden tai palvelujen osa-alueeseen.

4. Kodin tavarat: kotitalouksien henkilökohtaista käyttöä varten ostamat tavarat ja materiaalit, jotka eivät kuulu mihinkään muuhun osa-alueeseen; esimerkiksi kodinkoneet, vaatteet, huonekalut ja päivittäistavarat (ei elintarvikkeet).⁵

5. Vapaa-aika: kodin ulkopuolella tapahtuvat vapaa-ajan aktiviteetit; esimerkiksi urheilu, kulttuuri, viihde ja hotellipalvelut.⁶

6. Palvelut: henkilökohtaisiin tarkoituksiin liittyvät palvelut; esimerkiksi vakuutukset, viestintä ja tiedotus, juhlatilaisuudet, siivous, kylpylät ja muut julkiset palvelut.⁷

Havainnollistamme yleiskuvaa elämäntavoista aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä yksittäisten tuotteiden tai palvelujen hiilijalanjäljen sijaan.

Elämäntavan hiilijalanjäljen arvioinnin vaiheet

Nykyinen hiilijalanjälki on laskettu ja analysoitu henkeä kohden koko vuoden ajalta käyttämällä viitevuotena vuotta 2017. Tarkempien tietojen puuttuessa käytettiin sen viimeisimmän vuoden tietoja, jolta tiedot ovat saatavilla, ja oletettiin, että kulutuksen tai intensiteetin taso on pysynyt muuttumattomana näiden vuosien aikana. Arvioinnin aikaväli ulottuu kotitalouksien tavaroiden ja palvelujen käyttöön ”kehdestä hautaan” ja sisältää luonnonvarojen

hyödyntämisen, materiaalien käsittelyn, valmistuksen, toimituksen, vähittäismyynnin, käytön ja hävittämisen, mutta ei sisällä maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloutta (LULUCF). Jos kasvihuonekaasuintensiteettiä koskevien tietojen laajuus ei vastannut näitä asetettuja rajoja, käytettiin mahdollisuuksien mukaan täydentäviä tietoja arvioinnin kattavuuden parantamiseksi.

Jalanjälkien arvioinnissa käytetään yleisesti ottaen ”alhaalta ylöspäin” ja ”ylhäältä alaspäin” suuntautuvia menetelmiä, ja kullakin lähestymistavalla on vahvuutensa ja heikkoutensa. Ylhäältä alaspäin suuntautuva menetelmä, jossa käytetään panos-tuotosanalyysia, on kattavuudeltaan parempi, sillä sen arviot perustuvat rahallisiin kulutusyksiköihin eivätkä fyysisiin yksiköihin, ja sen tulokset reagoivat herkästi valittuihin panos-tuotosmalleihin. Alhaalta ylöspäin suuntautuva menetelmä, jossa käytetään tyypillisten prosessien analysoinnin perusteella laskettuja elinkaari-inventaariotietokantoja, voi sitä vastoin tarjota tarkempia arvioita tuotteista ja palveluista fyysisten mittayksikköjen perusteella. Menetelmän heikkoutena on kuitenkin paikoitellen fyysisten kulutustietojen huono kattavuus tai puutteellinen saatavuus.

Tässä tutkimuksessa käytetään pääasiassa alhaalta ylöspäin suuntautuvaa lähestymistapaa, jossa on yhdistetty mikrotason hiilijalanjälkitiedot ja kansalliset tilastotiedot tärkeimpien kulutuksen osa-alueiden ja nimikkeiden osalta. Sen lisäksi käytetään ylhäältä alaspäin suuntautuvaa lähestymistapaa parantamaan arvioinnin kattavuutta. Elintarvikkeiden, asumisen ja liikkumisen osa-alueilla tutkimuksessa käytetään rahallisten kulutusmenojen sijasta fyysisiä mittayksiköitä, kuten

⁵ Kodin tavaroiden suorasta sähkön ja polttoaineiden kulutuksesta aiheutuvat päästöt on sisällytetty asumiseen.

⁶ Kodin ulkopuolella kuluttajien elintarvikkeiden ainesosista aiheutuvat päästöt on sisällytetty ravintoon, kun taas kotona vietettävän vapaa-ajan energiankäytöstä aiheutuvat päästöt on sisällytetty asumiseen.

⁷ Valtion menojen kattama osuus julkisista palveluista on suljettu elämäntapojen hiilijalanjälkien ulkopuolelle. Valtion tai kuntien avustama joukkoliikenne on kuitenkin sisällytetty liikkumiseen.

elintarvikkeiden painoa tai liikuttuja matkoja. Tämän ansiosta tämä tutkimus on helpompi yhdistää kotitalouksien tasolla toteutettaviin toimenpiteisiin. Ylhäältä alaspäin suuntautuvia menetelmiä on käytetty enimmäkseen muilla osa-alueilla (kodin kulutustavarat, vapaa-aika ja palvelut) ja joidenkin pienten yksittäisten nimikkeiden tapauksessa arvioinnin kattavuuden parantamiseksi. Tarkemmat tiedot lähestymistavasta löytyvät teknisestä raportista ja sen liitteistä (IGES et al. 2019).

Lähestymistapaan kuuluvat seuraavat vaiheet:

1. Tilastotietojen kerääminen kustakin maasta keskimääräisen kulutuksen määrittelemiseksi kuudella kulutuksen osa-alueella siten, että mittayksikköinä ovat elintarvikkeiden paino (kg), liikuttu matka (matkustajakilometri), asumisen energiankulutus (kWh), asuintila (m²) ja tuotteisiin tai palveluihin liittyvät menot (euro tai Japanin jeni).

2. Tavaroiden ja toimintojen hiili-intensiteettiarvojen hankkiminen elinkaari-inventaariotietokannoista tai muista julkisista tai sisäisistä tiedoista: Suomen osalta hiili-intensiteettitiedot ovat peräisin pääasiassa Ecoinventin tietokannasta (Wernet et al. 2016). Panos-tuotosanalyysiin perustuvia arvioita käytetään kodin kulutustavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen osalta (Seppälä et al. 2009) arvioiden kattavuuden parantamiseksi. Japanin osalta käytettiin maakohtaisia alhaalta ylöspäin suuntautuvia elinkaari-inventaariotietoja, kuten esimerkiksi MOEJ (Ministry of the Environment of Japan 2016) ja JEMAI (Japan Environmental Management Association For Industry 2012), elintarvikkeiden, asumisen ja liikkumisen osa-alueilla, koska Ecoinvent ei kata Japania koskevia tietoja. Ylhäältä alaspäin suuntautuvaa Global Link Input-Output (GLIO) -mallia käyttävää panos-tuotosanalyysiperusteista tietokantaa (Nansai et al. 2012) käytettiin muilla osa-alueilla ja joidenkin nimikkeiden osalta arvion kattavuuden parantamiseksi.

3. Kunkin tuotteen tai palvelun hiilijalanjäljen laskeminen kertomalla määrät asianmukaisimmalla hiili-intensiteettiarvolla (kuva 4). Tutkimuksen kohteena olevien maiden välillä esiintyy jonkin verran vaihtelua nimikkeiden kulutustietojen saatavuuserojen vuoksi.

4. Tästä saatavan yksittäisten kohteiden hiilijalanjäljen laskeminen yhteen kulutuksen osatekijöiksi, kuten liha, viljatuotteet tai kasvikset, ja edelleen osa-alueiksi, kuten elintarvikkeet, asuminen tai liikkuminen. Tutkimuksen kohteena olevien maiden osatekijöiden määrä yhdenmukaistettiin aina kun mahdollista vertailukelpoisuuden parantamiseksi.

5. Osa-alueiden arvioitujen elämäntapojen hiilijalanjälkien visualisointi pylväs- ja ympyrädiagrammeiksi painopisteiden korostamiseksi ja fyysisen kulutuksen määrien ja hiilijalanjälkien vertailemiseksi.

6. Pitkän aikavälin vähennystavoitteiden ilmaiseminen kaavioina elämäntapojen hiilijalanjälkiin liittyvien tarvittavien vähennysten määrittelemiseksi. Kullekin osa-alueelle kohdennettiin elämäntapojen hiilijalanjälkien kokonaistavoite vuonna 2004 tehdyn kotitalouksien tuloja ja menoja arvioineen kansallisen NSFIE-kyselytutkimuksen (Japanin sisäasiain- ja viestintäministeriö, 2004) anonymisoitujen mikrotietojen analysoinnin perusteella. Katso tarkempi menetelmäkuvaus teknisen raportin liitteestä D (IGES et al. 2019).

KUVA 4.

ELÄMÄNTAPOJEN HIILIJALANJÄLKIENTEN ARVIOINTI KULUTUKSEN ERI OSA-ALUEILLA

Elämäntapojen hiilijalanjälki

$$\begin{aligned}
 &= \text{Elintarvikkeiden hiilijalanjälki} + \text{Asumisen hiilijalanjälki} + \text{Liikkumisen hiilijalanjälki} + \text{Tavaroiden hiilijalanjälki} + \text{Vapaa-ajan hiilijalanjälki} + \text{Palvelujen hiilijalanjälki} \\
 &= \sum_i \text{Ravinnonsaanti (kg ruokaa)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/kg)} \\
 &+ \sum_j \text{Energian tarve (kWh)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/kWh)} + \text{Asuintila (m}^2\text{)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/m}^2\text{)} + \text{Vedenkulutus (m}^3\text{)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/m}^3\text{)} \\
 &+ \sum_k \text{Kuljettu matka (km/matkustaja)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/km)} \quad \text{Rakentaminen ja ylläpito} \quad \text{Vedenkulutus} \\
 &+ \sum_l \text{Tavaroiden kulutus (EUR)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/EUR)} \quad \text{Jalanjälki} \\
 &+ \sum_m \text{Vapaa-ajan kulutus (EUR)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/EUR)} \quad \text{Kulutus} \\
 &+ \sum_n \text{Palvelujen kulutus (EUR)} \times \text{Hiili-intensiteetti (kg CO}_2\text{e/EUR)} \quad \text{Hiili-intensiteetti}
 \end{aligned}$$

$\sum (i-n)$ = Nimikkeiden summa kullakin kulutuksen osa-alueella

Laskentatulokset tiivistettiin taulukoihin ja kaavioihin eri maiden, kulutuksen osa-alueiden ja osatekijöiden hiili-intensiteettien ja hiilijalanjälkien vertailemiseksi. Niitä käsitellään ja analysoidaan seuraavissa kappaleissa. Katso tarkat laskentamenetelmät, tietolähteet ja maakohtaiset menetelmät teknisen raportin liitteestä B (IGES et al. 2019) ja yksityiskohtaiset taulukot tuloksista teknisen raportin liitteestä C (emt.).

Tällä tutkimuksella on tietyt rajoituksensa, joita esittelemme seuraavaksi.

Ensinnäkin tietojen kattavuus: tutkimus ei ehkä kata joitakin pienempiä toimintoja joillakin osa-alueilla tutkimuksessa pääasiassa käytettyjen alhaalta ylöspäin suuntautuvien elinkaariarviointitietojen asettamien rajoitusten vuoksi. Virallisten tilastotietojen laatu voi vaihdella, koska tilastoja laativat virastot käyttävät erilaisia menetelmiä. Tilastotiedot saattavat olla peräisin muilta (lähimmiltä mahdollisilta) vuosilta, jos niitä ei ollut saatavilla viitevuodelta 2017.⁸ Lisäksi kullekin

8 Brasilian, Kiinan ja Intian osalta käytetyt elintarvikkeiden kulutusta koskevat tiedot perustuvat YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestön viimeisimpään julkaisuun (2017) "FAOSTAT: Food Balance Sheet" (tiedot ovat vuodelta 2013). On pantava merkille, että yksittäisten elintarvikkeiden kulutusmäärät voivat olla yli- tai aliarvioituja nykyiseen kulutukseen verrattuna. Kuluttajatavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen osalta käytetyt hiilijalanjälkiarviot perustuvat Hertwichin & Petersin (2009) tutkimukseen. Näiden osa-alueiden jalanjäljet voivat olla yli- tai aliarvioituja tuorempien tietojen rajallisen saatavuuden vuoksi.

kulutuksen osa-alueelle määritelty vuosien 2030 ja 2050 hiilijalanjälkitavoitteet ovat viitteellisiä, sillä ne perustuvat Japanin mikrotietojen analyysiin. Eri osa-alueiden suhteelliset osuudet kokonaishiilijalanjäljestä vaihtelevat sen perusteella, kuinka suuri on tarkasteltava kokonaishiilijalanjälki. Esimerkiksi elintarvikkeiden suhteellinen osuus vuoden 2030 tavoitteen mukaisesta hiilijalanjäljestä (2,4 t CO₂e/hlö/vuosi) on 29 prosenttia, kun taas vuoden 2050 tavoitteen mukaisesta hiilijalanjäljestä (0,7 t CO₂e/hlö/vuosi) elintarvikkeiden osuus on 50 prosenttia. Ero suhteellisissa osuuksissa johtuu siitä, että ravinto on määritelty elintärkeäksi. Tällöin elintarvikkeisiin liittyvä jalanjälki ei pienene samassa suhteessa kokonaishiilijalanjäljen supistuessa kuin esimerkiksi liikkumisen jalanjälki. Katso tarkempi menetelmäkuvaus teknisen raportin liitteestä D (IGES et al. 2019). Tutkimuksessa ei otettu huomioon tulevaisuuden mahdollisia teknisiä tai muihin tekijöihin liittyviä muutoksia. Näitä voitaisiin tarkastella tulevissa tutkimuksissa.

Rajoitukset liittyvät myös tietolähteisiin, kuten esimerkiksi pieneen vaihteluun hiili-intensiteettitietojen rajauksissa ja oletuksissa alhaalta ylöspäin suuntautuvan elinkaari-arvioinnin luonteen vuoksi. Valitsimme tietolähteet, jotka ovat enimmäkseen yhteensopivia tämän tutkimuksen rajauksen kanssa. Rajauksissa ja oletuksissa voi kuitenkin olla eroja, ja joissakin tapauksissa tietokannoissa ei ollut ilmoitettu aivan tarkkoja tietoja. Esimerkiksi LULUCF on suljettu pois suurimmasta osasta hiili-intensiteettitietoja, mutta tämä ei aina käy selvästi ilmi elinkaaritietokannoista jokaisen yksittäisen kohteen osalta. Myöskään maakohtaisia hiili-intensiteettitietoja ei aina ollut saatavissa. Tällöin käytimme muita saatavilla olevia tietoja, kuten muiden maiden tietoja, maanosakohtaisia tai

globaaleja intensiteettitietoja. Tutkimuksessa lisäksi oletettiin, että tuontituotteiden intensiteetti on sama kuin kotimaisten tuotteiden⁹, minkä odotetaan aiheuttavan pieniä virheitä nykyisissä hiilijalanjälkiarvioissa. Jalanjälkiarvioiden virheet ovat yleinen ongelma, sillä jopa ylhäältä alaspäin suuntautuviin panos-tuotosanalyysiin perustuviin arvioihin liittyy epävarmuus-tekijöitä mallin valinnan ja alakohtaisen ryhmittelyn vuoksi, ja eri malleilla on taipumus tuottaa hyvin erilaisia arviointituloksia (Owen et al. 2014; Arto, Rueda-Cantuche ja Peters 2014; Steen-Olsen et al. 2014). Katso lisätietoja teknisen raportin liitteestä B kohdasta B.2-2 ja B.3-2 (IGES et al. 2019).

Julkisten palvelujen kulutuksen hiilijalanjälkien määrittäminen ei ole yksiselitteistä, koska kotitaloudet maksavat osan näistä palveluista, mutta palvelut saavat myös valtion tukea tai ovat valtion hallinnoimia. Tämän vuoksi tutkimuksessa otettiin huomioon yksilöiltä veloittavat julkiset palvelut Japanissa ja Suomessa. Infrastrukturi on suljettu tutkimuksen ulkopuolelle, koska se ei liity suoraan kotitalouksien kysyntään. Tämän tutkimuksen ulkopuolelle on jätetty myös kotitalouksien kulutuksen ja valtioiden pääomainvestointien välinen vuorovaikutus, vaikka ne liittyvät toisiinsa syvemmällä tasolla (ks. esim. Lettenmeier, Liedtke & Rohn 2014).

Kun nämä rajoitukset huomioidaan, tiettyjen nimikkeiden yksittäiset intensiteettitiedot eivät ole välttämättä suoraan ja tarkasti vertailukelpoisia maiden välillä. Siksi vertailemme maiden välillä kulutusta, jalanjälkeä ja intensiteettiä laajempien osatekijöiden tai osa-alueiden tasolla virheiden vähentämiseksi. Keskitymme havainnollistamaan yleiskuvaa elämäntavoista aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä yksittäisten tuotteiden tai palvelujen jalanjäljen sijaan.

9 Tämä ei koske ylhäältä alaspäin suuntautuvaan malliin perustuvia arvioita, jotka pohjautuvat Global Linked Input-Output (GLIO) -mallin intensiteettitietoihin Japanissa. Suomessa ylhäältä alaspäin suuntautuvassa mallissa (ENVIMAT) sovellettiin hybridilähestymistapaa, jossa osa tuontituotteita koskevista tiedoista korvattiin maailmanlaajuisista tietokannoista saaduilla tuotteita koskevilla tiedoilla. Tuontituotteita koskevien maailmanlaajuisien tietojen kattavuus oli 88 prosenttia. Puuttuva osa koostui enimmäkseen kuluttajatarvikkeista. Puuttuvat intensiteetit arvioitiin käyttämällä kotimaisia päästökertoimia.

3.2

Hiilijalanjälkien vertailu

Elämäntapojen keskimääräinen kokonaishiilijalanjälki vaihtelee merkittävästi tässä selvityksessä tarkasteltujen eri maiden välillä. Jalanjälki on suurin Suomessa, jossa se on 10,4 tonnia CO₂e vuodessa. Suomen jälkeen tulevat Japani (7,6 tonnia), Kiina (4,2 tonnia), Brasilia (2,8 tonnia) ja Intia (2,0 tonnia). Vuodelle 2030 esitettyjen hiilijalanjälkitavoitteiden ylä- ja alarajoihin (2,5–3,2 tonnia henkeä kohden kaikkien kasvihuonekaasupäästöjen osalta – ks. luku 2.3) verrattuna Suomi ja Japani ylittävät tavoitteet selvästi, Kiina jonkin verran ja Brasilia lievästi. Näin ollen maiden hiilijalanjälkiä olisi vähennettävä seuraavasti: Suomessa 69–76 prosenttia, Japanissa 58–67 prosenttia, Kiinassa 25–41 prosenttia ja Brasiliassa enintään 11 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Vuodelle 2050 esitetty hiilijalanjälkitavoite (”1.5D”-tavoite, eli 0,7 tonnia henkeä kohden) ylittyy selvästi kaikissa tarkastelluissa maissa. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi hiilijalanjälkiä on

vähennettävä erityisen paljon Suomessa (93 prosenttia) ja Japanissa (91 prosenttia), mutta merkittävästi myös Kiinassa (83 prosenttia), Brasiliassa (75 prosenttia) ja Intiassa (65 prosenttia).

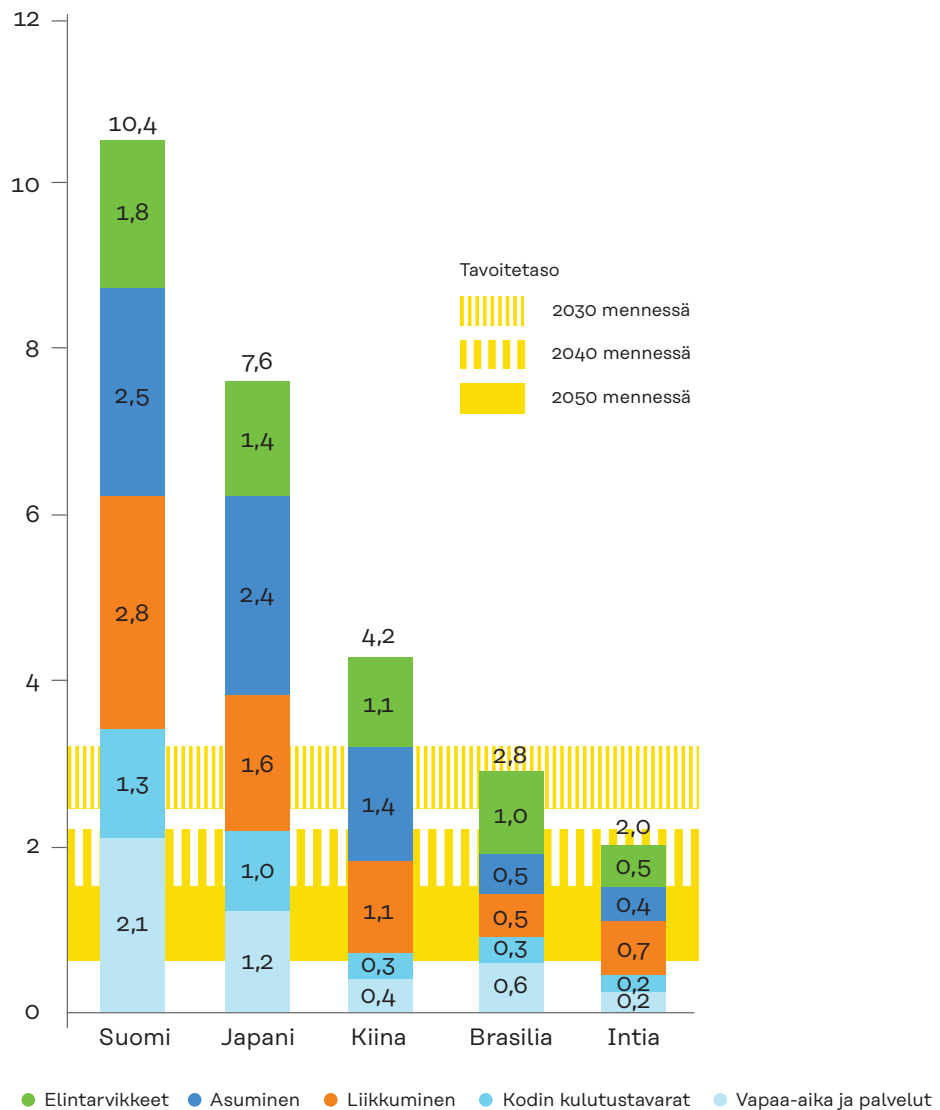
Huomioon otetuista kulutuksen osa-alueista kolmella, eli elintarvikkeilla, asumisella ja liikkumisella, on useimmiten suurin vaikutus (kolme neljäsosaa eli 75 ± 8 %) kokonaishiilijalanjälkeen. Suomessa liikkuminen ja asuminen muodostavat suurimman osuuden elämäntavan hiilijalanjäljestä. Niiden jälkeen tulevat elintarvikkeet. Japanissa kolmasosa hiilijalanjäljestä aiheutuu asumisesta, jonka jälkeen tulevat liikkuminen ja elintarvikkeet. Kiinassa suurin elämäntavan keskimääräiseen hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä on asuminen, Brasiliassa elintarvikkeet ja Intiassa liikkuminen. Kodin kulutustavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen osuus on pieni, ja se vaihtelee vain vähän tutkittujen maiden välillä.

Elintarvikkeilla, asumisella ja liikkumisella on useimmiten suurin vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen.

Elämäntapojen hiilijalanjälki (t CO₂e/hlö/v)

KUVA 5.
**KESKIMÄÄRÄINEN
HIILIJALANJÄLKI
OSA-ALUEITTAIN
ERI MAISSA SEKÄ
ILMASTO-
TAVOITTEIDEN
MUKAISET HIILI-
JALANJÄLKIE
TAVOITETASOT**

Arvio elämäntapojen keskimääräisestä hiilijalanjäljestä eri maissa vuonna 2017 kulutuksen eri osa-alueiden mukaan eriteltynä. Vaakasuurien keltaisten viivojen alaraja viittaa 1,5D-tavoitteeseen (lämpenemisen rajoittaminen 1,5 asteeseen mahdollisimman vähäisellä hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla) ja yläraja 2S-tavoitteeseen (lämpenemisen rajoittaminen 2 asteeseen hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia hyödyntäen, oletuksena että siihen käytettävä tekniikka on tulevaisuudessa käytettävissä riittävässä laajuudessa).



3.3

Kulutuksen osa-alueiden vertailu

Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan elämäntapojen keskimääräisiä hiilijalanjälkiä vertailemalla keskenään kolmea eri osa- aluetta: elintarvikkeita, asumista ja liikkumista. Kodin kulutustavaroita, vapaa- aikaa ja palveluja vertaillaan ainoastaan Suomen ja Japanin välillä.

Tulokset on havainnollistettu käyttämällä hiilijalanjälkiä osoittavia pylväsdiagrammeja (Kuvat 7, 9 ja 11), joissa esitetään eri osatekijöiden kulutuksen määrä (x-akseli) ja hiili-intensiteetti (y-akseli). Näin ollen kunkin suorakulmion pinta-ala ilmaisee eri osatekijöiden hiilijalanjälkeä, ja niiden järjestys vasemmalta oikealle kuvastaa osatekijöiden hiilijalanjälkeä suurimmasta pienimpään. Kunkin kulutuksen osa-alueen keskimääräinen intensiteetti ja kokonaiskulutus on esitetty näissä kaavioissa mustalla katkoviivalla merkityillä suorakulmioilla, 1,5 asteen tavoite vuodelle 2030 vaaleanpunaisella katkoviivalla merkityillä suorakulmiolla ja 1,5 asteen tavoite vuodelle 2050 sinisellä katkoviivalla merkityillä suorakulmiolla. Hiilijalanjälkien ja määrällisen kulutuksen eri osa-alueiden osatekijät on esitetty myös ympyrädiagrammeina (kuvat 6, 8 ja 10), joissa sisempi kehä esittää määrällistä kulutusta ja ulompi kehä hiilijalanjälkeä.

Tarkemmat tiedot käytetyistä tietolähteistä ja yksityiskohtaisemmat tiedot arvioituista hiilijalanjäljistä löytyvät teknisen raportin (IGES et al. 2019) liitteistä B ja C.

ELINTARVIKKEET

Suomi – Keskivertosuomalaisen elintarvikkeiden kulutukseen liittyvä hiilijalanjälki on 1 750 kilogrammaa (CO₂e vuodessa), josta lihatuotteet muodostavat yli kolmasosan. Korkean hiili-intensiteetin

omaavan naudanlihan osuus lihatuotteiden jalanjäljestä on 43 prosenttia, vaikka sen kilomääräinen kulutus on pienempää kuin porsaan ja siipikarjan lihan kulutus. Maitotuotteet, pääasiassa juusto ja maito, aiheuttavat jalanjäljestä kolmasosan (36 %). Juomien osuus on lähes kymmenesosa. Se aiheutuu pääasiassa oluen ja kahvin kulutuksesta. Kalan ja kananmunien hiili-intensiteetti on suhteellisen korkea, mutta niiden kulutusmäärät ovat pieniä. Vaikka eläinperäiset tuotteet muodostavat kokonaisuudessaan vain kolmasosan määrällisestä kulutuksesta, niillä on valtava vaikutus (78 %) elintarvikkeiden hiilijalanjälkeen. Kotitalouksien arvioitu ruokahävikki on 2,4 prosenttia (Katajajuuri et al. 2014) kulutettujen elintarvikkeiden määrästä.

Japani – Keskivertojapanilaisen elintarvikkeiden kulutuksen hiilijalanjälki on 1 400 kilogrammaa (CO₂e vuodessa). Lihatuotteet muodostavat lähes neljäsosan elintarvikkeiden jalanjäljestä erityisesti naudanlihan korkean hiili-intensiteetin vuoksi. Maitotuotteet aiheuttavat jalanjäljestä yli kymmenesosan. Niiden hiili-intensiteetti vaihtelee paljon (esimerkiksi voin intensiteetti on 13-kertainen maitoon verrattuna). Kala aiheuttaa 7 prosenttia jalanjäljestä. Viljatuotteiden osuus jalanjäljestä on lähes viidesosa, kun taas sekä juomien että kasvien osuus jalanjäljestä on kymmenesosa, mutta niiden hiili-intensiteetti on suhteellisen matala. Viljatuotteiden hiili-intensiteetti on Japanissa suurempi, koska riisin intensiteetti on muita viljelykasveja suurempi. Alkoholin hiili-intensiteetti on yli kuusi kertaa suurempi kuin alkoholittomien juomien. Myös osatekijän ”Muut” intensiteetti on suhteellisen korkea jalostettujen tai kevyiden tuotteiden, kuten öljyjen ja mausteiden, vuoksi.

Kotitalouksien ruokahävikin arvioidaan olevan 3,7 prosenttia (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan 2014), mikä sisältyy elintarvikkeiden kulutukseen. Tuotantoketjun ruokahävikki on 4,1 prosenttia (Ministry of Environment, Japan, n.d.).

Kiina, Brasilia ja Intia – Kiinassa kulutetaan paljon lihaa ja sen osuus keskviertohenkilön elintarvikkeiden

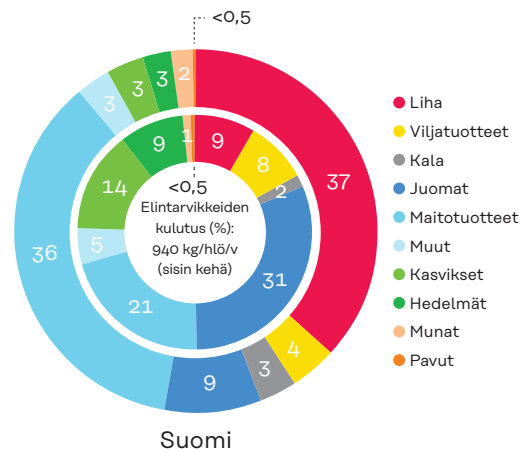
kulutuksen hiilijalanjäljestä on 44 prosenttia. Kolmasosa tästä aiheutuu naudanlihasta. Sekä kalan että kasvien osuus hiilijalanjäljestä on noin kymmenesosa. Tämä johtuu kalan ja kasvien kulutuksen suhteellisen suuresta hiili-intensiteetistä. Viljatuotteiden, riisin ja vehnän osuus on yhteensä hieman alle kymmenesosa. Keskivertokiinalaisen elintarvikkeiden hiilijalanjälki on 1 050 kilogrammaa (CO₂e). Brasiliassa liha muodostaa lähes yhtä suuren

KUVA 6.

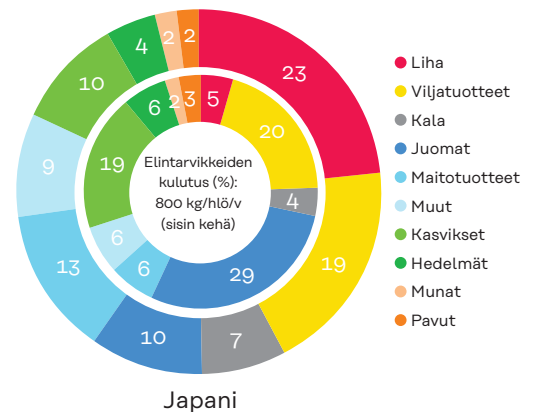
ELINTARVIKKEIDEN KULUTUKSEN JA HIILIJALANJÄLJEN VERTAILU SUOMESSA JA JAPANISSA

Eri tuoteryhmien osuus elintarvikkeiden määrällisestä kulutuksesta ja keskimääräisestä hiilijalanjäljestä Suomessa ja Japanissa vuonna 2017. Sisemmät kehät esittävät eri elintarvikkeiden määrällisen kulutuksen osuutta elintarvikkeiden kokonaiskulutuksesta. Ulommat kehät osoittavat eri elintarvikkeiden hiilijalanjälkien osuuksia.

Elintarvikkeiden hiilijalanjälki (%): 1 750 kg CO₂e/hlö/v (uloin kehä)



Elintarvikkeiden hiilijalanjälki (%): 1 400 kg CO₂e/hlö/v (uloin kehä)



osan ravinnon hiilijalanjäljestä (43 prosenttia). Naudanlihan osuus tästä on yli puolet. Viljatuotteiden osuus on viidesosa, mistä puolet on peräisin riisin kulutuksesta. Keskivertobrasilialaisen elintarvikkeiden hiilijalanjälki on 1 040 kilogrammaa. Intiassa elintarvikkeiden osuus keskviertohenkilön hiilijalanjäljestä on suhteellisen pieni, 500 kilogrammaa, mistä kolme viidesosaa aiheutuu maito- ja viljatuotteista, pääosin riisin kulutuksesta.

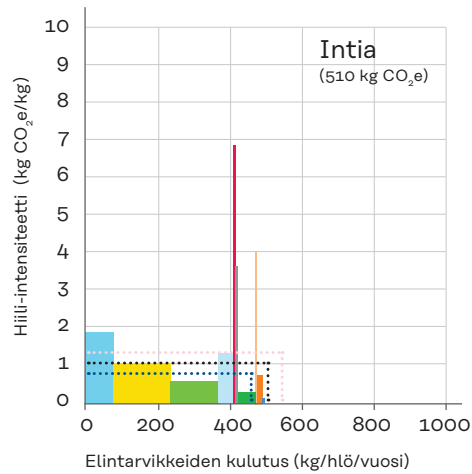
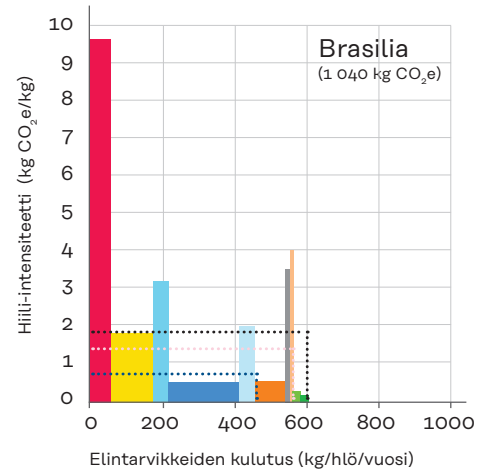
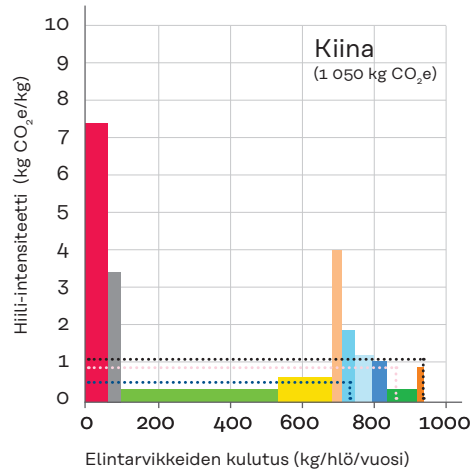
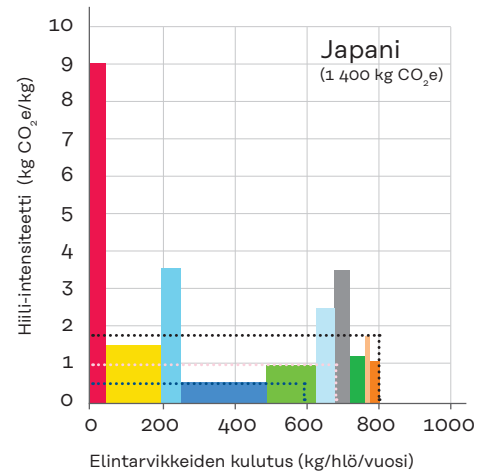
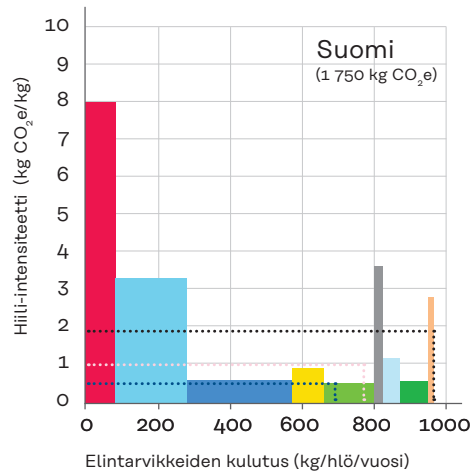
Suurimmassa osassa tutkituista maista lihan kulutus on suurin elintarvikkeiden hiilijalanjälkeä kasvattava tekijä. Kulutus

vaihtelee keskviertohenkilöllä Suomen noin 80 kilogrammasta Japanin noin 35 kilogrammaan, Brasilian noin 45 kilogrammaan ja Kiinan noin 60 kilogrammaan. Kiinassa ja Suomessa suurin osa kulutetusta lihasta on sianlihaa (Kiinassa 63 prosenttia ja Suomessa 43 prosenttia) ja siipikarjanlihaa (Kiinassa 22 prosenttia ja Suomessa 29 prosenttia). Intia on poikkeus, sillä maassa kulutetaan vain vähän lihaa (alle 5 kg). Tämä selittyy kasvissyönnin vallitsevalla asemalla.

Maitotuotteet ovat toinen keskvierto-suomalaisen hiilijalanjälkeä merkittävästi kasvattava tekijä, jonka vaikutus on lähes

**KUVA 7.
ELINTARVIKKEIDEN
KULUTUKSEN JA
HIILIJALANJÄLJEN
VERTAILU
MAITTAIN**

Värikkiset suorakulmiot osoittavat kunkin elintarvikeryhmän keskimääräisen hiilijalanjäljen. Alueen leveys osoittaa kulutuksen määrää, alueen korkeus hiili-intensiteettiä ja alueen pinta-ala hiilijalanjälkeä. Mustalla katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat keskimääräisen hiili-intensiteetin ja kokonaiskulutuksen määrän vuonna 2017. Vaaleanpunaisella katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat 1,5 asteen tavoitteen mukaisen tason vuoteen 2030 mennessä ja sinisellä katkoviivalla merkityt suorakulmiot vuoden 2050 tavoitteen. Tavoitevuosien tasot ovat suuntaa-antavia – jos määrää ei voida vähentää, on sen sijaan pienennettävä hiili-intensiteettiä entisestään.



..... Keskiarvo vuonna 2017
 1,5 asteen tavoite vuoteen 2030 mennessä
 1,5 asteen tavoite vuoteen 2050 mennessä

● Liha
 ● Viljatuotteet
 ● Kala
 ● Juomat
 ● Maitotuotteet
 ● Muut
 ● Kasvikset
 ● Hedelmät
 ● Munat
 ● Pavut

yhtä suuri kuin lihatuotteiden, koska maitotuotteita (mukaan lukien juusto) kulutetaan paljon (lähes 200 kg / hlö). Intialaiset, japanilaiset ja brasilialaiset kuluttavat maitotuotteita huomattavasti vähemmän (intialaiset noin 85 kg, japanilaiset noin 50 kg ja brasilialaiset noin 35 kg), mutta maitotuotteiden kulutus on lisääntymässä monissa maissa (Food and Agriculture Organisation 2017).

Muita merkittäviä elintarvikkeiden hiilijalanjälkeä kasvattavia tekijöitä ovat kala, viljatuotteet ja juomat. Kala on merkittävä hiilijalanjälkeä kasvattava tekijä Japanissa ja Kiinassa, joissa vuosittainen kalan kulutus on 30–35 kilogrammaa henkeä kohden.

Liha- ja maitotuotteet muodostavat kumpikin yli kolmasosan keskivertosuomalaisen kuluttamien elintarvikkeiden hiilijalanjäljestä.

Viljatuotteiden hiili-intensiteetti on suhteellisen suuri Japanissa ja Brasiliassa, mikä johtuu todennäköisesti riisin kulutuksesta, sillä riisillä on tavallisesti suurempi hiili-intensiteetti kuin vehnällä ja muilla viljatuotteilla. Papujen hiili-intensiteetti on suhteellisen pieni ja ne sisältävät paljon proteiinia, mutta niiden määrällinen kulutus on melko pientä suurimmassa osassa tutkituista maista: keskivertohenkilöllä 20 kilogrammaa Japanissa, 15 kilogrammaa Intiassa ja alle 10

kilogrammaa Suomessa ja Kiinassa. Brasilia tekee tässä poikkeuksen, sillä siellä kulutus on 70 kilogrammaa henkilöä kohden.

Kuten kuvassa 7 katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat, Suomessa ja Japanissa elintarvikkeiden hiilijalanjälkeä on pienennettävä merkittävästi: 47–58 prosenttia vuoteen 2030 mennessä ja 75–80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä¹⁰. Arvioitu vähentämistarve on kuitenkin pienempi kuin muilla osa-alueilla, sillä elintarvikkeiden nykyisissä jalanjäljissä esiintyy vähemmän vaihtelua. Tämä viittaa siihen, että ravintoa pidetään välttämättömyytenä. Vuoteen 2050 mennessä myös Kiinassa, Brasiliassa ja Intiassa olisi vähennettävä merkittävästi elintarvikkeiden kulutuksen hiilijalanjälkeä. Lisäksi Kiinan ja Brasilian nykyinen henkeä kohden laskettu hiilijalanjälki ylittää jo nyt vuoden 2030 tavoitteen. Jalanjälkiä voi pienentää esimerkiksi vaihtamalla ravinnon lähteitä ja pienentämällä niiden hiili-intensiteettiä. Myös fyysisen kulutuksen määrän vähentäminen on yksi mahdollisuus edellyttäen, että samalla tyydytetään ravitsemukselliset vaatimukset.

10 Verrattuna vuosien 2030 ja 2050 tavoitteiden (1,5D-skenaario) alarajaan.

ASUMINEN

Suomi – Keskivertosuomalainen asuu asunnossa, jonka pinta-ala on 40 neliömetriä. Asumisen neliömetriä kohden laskettu hiilijalanjäljen suuruus on 62 kilogrammaa $\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2$. Suomalaiset lämmittävät sisätiloja paljon asuintilojen suuren keskikoon ja pitkien talvien vuoksi. Sähkön osuus on kolmannes (34 %) keskivertosuomalaisen vuotuisesta 2 500 kilogramman (CO_2e) asumisen hiilijalanjäljestä. Sähkön kulutus sisältää myös lämmityksen lähteenä käytetyn sähkön. Kaukolämmön osuus hiilijalanjäljestä on kaksi viidesosaa (38 %), koska kaukolämpöä käytetään paljon ja sillä on suhteellisen suuri hiili-intensiteetti. Kaukolämmön tuotannossa käytettäviä polttoaineita ovat puu tai muu biomassa, hiili, maakaasu, turve, jätteet ja öljy (Energiateollisuus 2016). Lämmitysöljyllä on yksi suurimmista asumiseen liittyvistä hiili-intensiteeteistä, mutta sitä käytetään suhteellisen vähän. Muiden energialähteiden osuus on suhteellisen suuri, mutta sen hiili-intensiteetti on suhteellisen pieni, sillä pääasiallisesti käytetty energiamuoto on puu.

Japani – Keskivertojapanilainen asuu asunnossa, jonka pinta-ala ($39,4 \text{ m}^2$) on lähes sama kuin Suomessa. Myös asumisen hiili-intensiteetti on sama kuin Suomessa, 62 kilogrammaa $\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2$. Noin kolme neljäsosaa japanilaisen vuotuisesta asumisen 2 430 kilogramman (CO_2e) hiilijalanjäljestä aiheutuu suorasta energiankulutuksesta, josta yli puolet johtuu sähkönkulutuksesta. Sähköverkon sähkö on tuotettu pääasiassa (84 %) hiilellä, öljyllä ja nesteytetyllä maakaasulla, kun taas vesivoiman ja muiden uusiutuvien energialähteiden osuus on vain 15 prosenttia (Agency for Natural Resources and Energy, Japan 2018). Kotitalouksille suoraan toimitettu energia koostuu vastaavasti sähkön ja muiden energialähteiden yhdistelmästä (joka perustuu pääasiassa fossiilisiin polttoaineisiin, kuten kerosiiniin lämmityksessä ja nestekaasuun ja kaupunkikaasuun ruoanvalmistuksessa ja

lämmityksessä). Uusiutuvien energialähteiden (joita käsitellään myöhemmin) osuus on alle kymmenes (8 %).

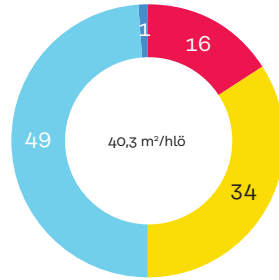
Kiina, Brasilia ja Intia – Sähkönkulutuksen osuus keskivertokiinalaisen hiilijalanjäljestä on noin kolmannes. Vaikka kiinalainen käyttää yleisesti ottaen melko vähän sähköä, lähes kolme neljäsosaa siitä tuotetaan hiili-intensiivisellä hiili- ja öljypohjaisella lämpövoimalla, jonka osuus asumisen 1 350 kilogramman (CO_2e) vuotuisesta hiilijalanjäljestä onkin reilu neljännes (27 %). Brasiliassa lähes puolet asumisen hiilijalanjäljestä on peräisin suhteellisen hiili-intensiivisistä asuintiloista. Sekä sähkön että muun energian osuus on noin neljännes kumpainenkin, mikä johtuu pienestä kulutuksesta ja uusiutuvan energian suuresta osuudesta. Asumisen keskimääräinen vuotuinen hiilijalanjälki on 470 kilogrammaa. Intiassa asuminen aiheuttaa vain hieman yli viidenneksen keskivertohenkilön hiilijalanjäljestä. Jalanjäljestä puolet (48 %) on peräisin asuintiloista ja yli kolmannes sähköstä, mikä johtuu käytetyn uusiutumattoman energian suuresta osuudesta. Muiden energiamuotojen kokonaiskulutus on suurempi, mutta niiden hiili-intensiteetti on pienempi, sillä pääasiallinen (88 %) polttoaine lämmityksessä on polttopuu. Keskiverto-intialaisen asumisen hiilijalanjälki (420 kg) on samaa suuruusluokkaa kuin Brasiliassa.

KUVA 8.

**MISTÄ ASUMISEN
HIILIJALANJÄLKI
MUODOSTUU SEKÄ
ASUMISEN
ENERGIAN-
KULUTUKSEN JA SEN
HIILIJALANJÄLJEN
VERTAILU SUOMESSA
JA JAPANISSA**

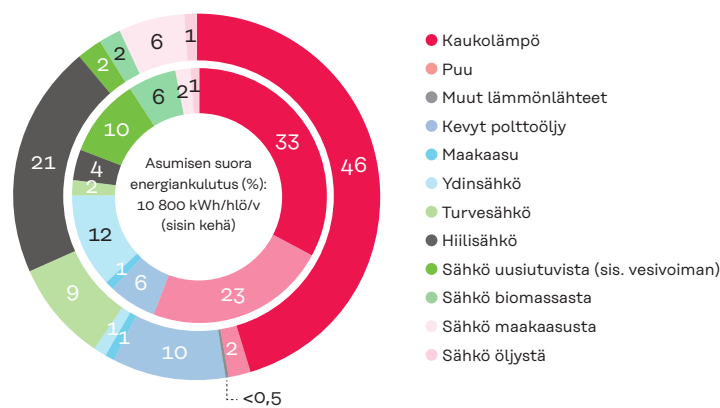
Ylemmät rengaskaaviot esittävät, mistä asumisen hiilijalanjälki muodostuu Suomessa ja Japanissa. Alemmissa rengaskaavioissa on eri energiamuotojen osuus asumisen keskimääräisestä energiankulutuksesta ja sen hiilijalanjäljestä vuonna 2017. Sisemmät kehät esittävät energiamuotojen määrällisen kulutuksen osuutta. Ulommat kehät osoittavat hiilijalanjäljen osuuksia.

Asumisen hiilijalanjälki (%): 2 500 kg CO₂e/htö/v

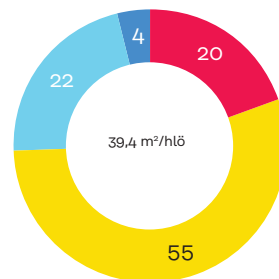


Suomi

Asumisen energian hiilijalanjälki (%):
2 090 kg CO₂e/htö/v (uloin kehä)

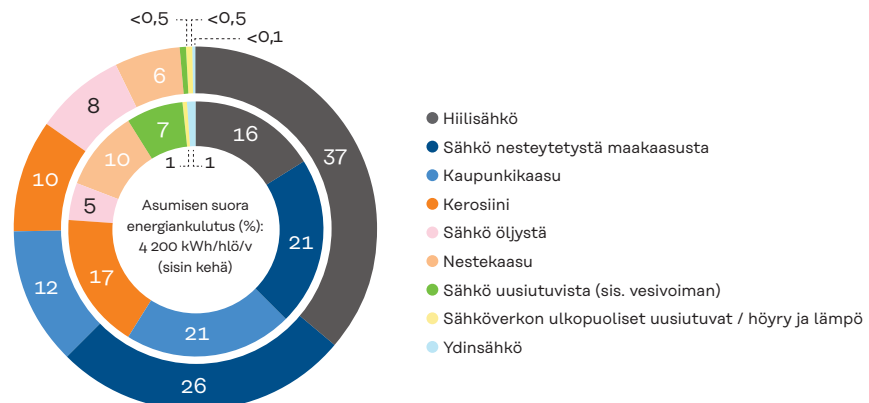


Asumisen hiilijalanjälki (%): 2 400 kg CO₂e/htö/v



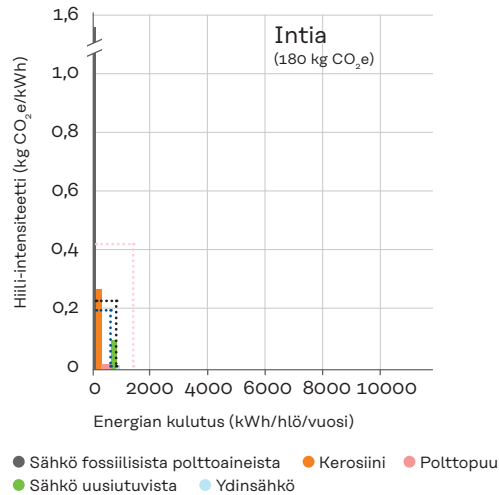
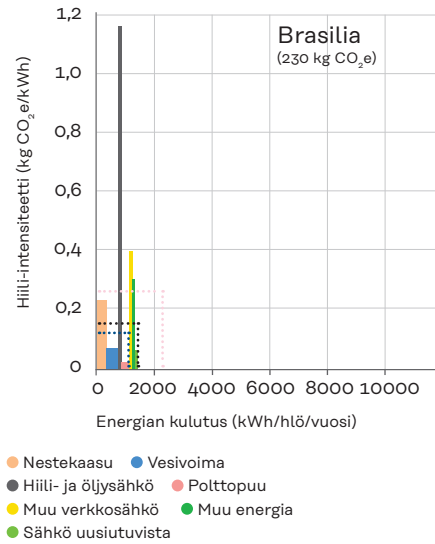
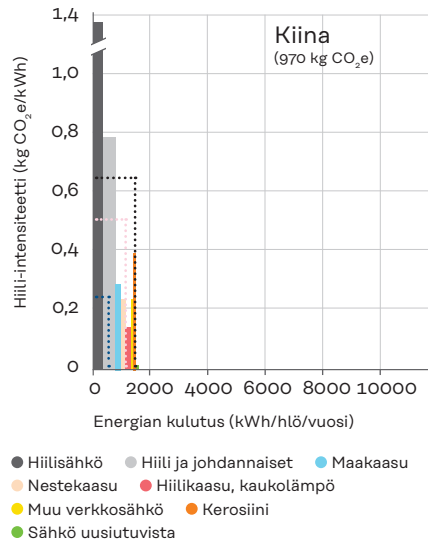
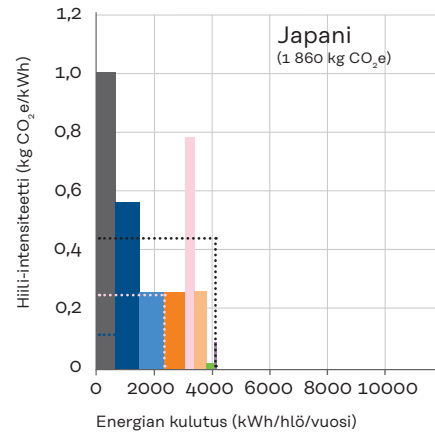
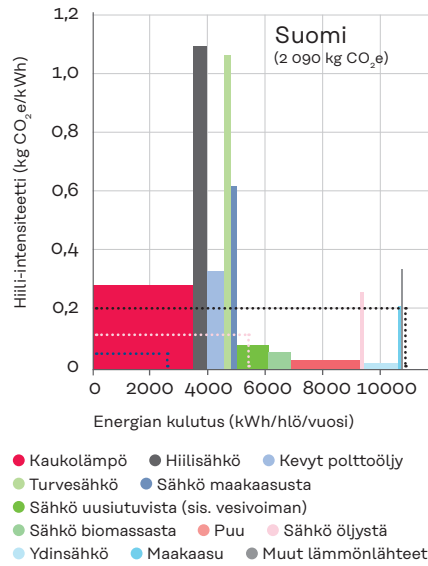
Japani

Asumisen energian hiilijalanjälki (%):
1 860 kg CO₂e/htö/v (uloin kehä)



KUVA 9. ASUMISEN ENERGIAN- KULUTUKSEN JA SEN HIILIJALAN- JÄLJEN VERTAILU MAITTAIN

Värikkäiset suorakulmiot osoittavat kunkin energiamuodon keskimääräisen hiilijalanjäljen. Alueen leveys osoittaa kulutuksen määrää, alueen korkeus hiili-intensiteettiä ja alueen pinta-ala hiilijalanjälkeä. Mustalla katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat keskimääräisen hiili-intensiteetin ja kokonaiskulutuksen määrän vuonna 2017. Vaaleanpunaisella katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat 1,5 asteen tavoitteen mukaisen tason vuoteen 2030 mennessä ja sinisellä katkoviivalla merkityt suorakulmiot vuoden 2050 tavoitteen. Tavoitevuosien tasot ovat suunta-antavia – jos määrää ei voida vähentää, on sen sijaan pienennettävä hiili-intensiteettiä entisestään.



..... Keskiarvo vuonna 2017
 1,5 asteen tavoite vuoteen 2030 mennessä
 1,5 asteen tavoite vuoteen 2050 mennessä

Suomessa ja Japanissa keskivertohenkilöllä on samanlainen asumisen hiilijalanjälki, jonka suuruus on noin 2 400–2 500 kg CO₂e/hlö ja jonka hiili-intensiteetti on noin 60 kilogrammaa CO₂e/m². Asuintila on molemmissa maissa keskimäärin 40 neliömetriä henkeä kohden ja rakentamisen ja ylläpidon osuus jalanjäljestä on viidennes. Suorassa energian käytössä on kuitenkin isoja eroja: Suomessa se on 10 800 kWh ja Japanissa 4 200 kWh henkeä kohden, ja asuintilaa kohden käytetyn energian määrä on Suomessa 270 kWh/m² ja Japanissa 110 kWh/m². Tämä johtuu osittain siitä, että Suomessa tarvitaan paljon energiaa lämmitykseen – 65 prosenttia energiasta käytetään sisätilojen lämmitykseen, 15 prosenttia veden lämmitykseen ja viisi prosenttia saunan lämmitykseen. Vaikka Japanissa on suhteellisen suuri kuuman veden kysyntä (29 prosenttia), mikä johtuu osittain tavasta täyttää kylpyamme kuumalla vedellä, sisätilojen lämmityksen osuus on vain 22 prosenttia ja jäähdätyksen 2 prosenttia kotien energiankulutuksesta (Agency for Natural Resources and Energy, Japan 2017).

Asumisen suoran energiankäytön sähköistäminen uusiutuvilla energialähteillä voi edistää vähähiilisiä elämäntapoja. Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkö voi olla tehottomampaa verrattuna muihin kuin sähköön liittyviin energialähteisiin. Japanissa asumisen suoran energiankulutuksen sähköistämistasaste on suurempi, 51 prosenttia verrattuna Suomen 37 prosenttiin. Sähköisillä huonelämpötilan säätelyjärjestelmillä, kuten lämpöpumpuilla, on tyypillisesti suurempi energianmuuntotehokkuus kotitalouksien tasolla, jollei niissä käytetä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa sähköverkon sähköä. Näin ollen kodin energialähteiden sähköistäminen voi pienentää hiilijalanjälkeä, jos sähköverkon sähkö perustuu uusiutuviin energialähteisiin, mutta ei todennäköisesti muissa tapauksissa.

Sähköverkon sähkön ja muun kuin sähkön hiili-intensiteetti on Suomessa noin kolmannes Japanin hiili-intensiteetistä, 0,19 vs. 0,44 kilogrammaa (CO₂e/kWh), sillä Suomessa lähes puolet (45 %) on peräisin uusiutuvista

energialähteistä, kun taas Japanin sähköstä 84 prosenttia tuotetaan käyttämällä fossiilisia polttoaineita, joista lähes kolmannes (32 %) on hiiltä. Japanilaisissa taloissa käytetään tavallisesti nestekaasua ja kaupunkikaasua lämmityksessä ja ruoanvalmistuksessa (32 % asumisen kokonaisenergiasta) sekä kerosiinia lämmityksessä (17 %), kun taas sähköverkon ulkopuolisen uusiutuvan energian ja höyryn osuus on alle prosentti. Toisaalta suomalaisissa kodeissa 48 prosenttia asunnon ja veden lämmitykseen käytetystä energiasta on kaukolämpöä, jonka hiili-intensiteetti on suhteellisen pieni huolimatta siitä, että se perustuu pitkälti fossiilisiin polttoaineisiin. Suomessa 34 prosenttia asunnon, saunan ja veden lämmitykseen käytetystä energiasta on peräisin puusta, jota pidetään hiilineutraalina (lukuunottamatta välillisiä päästöjä, jotka aiheutuvat esimerkiksi kuljetuksesta ja tuotannosta). Tämän seurauksena suorassa asumisen energian käytössä uusiutuvien energialähteiden kokonaisosuus on Suomessa suurempi kuin Japanissa (37 % vs. 8 %).

Kehittyvissä maissa asumisen hiilijalanjälki on paljon pienempi. Se vaihtelee keskivertokiinalaisen 1 350 kilogrammasta keskivertointialaisen 400 kilogrammaan (CO₂e). Asuintilojen hiili-intensiteetin vaihteluväli on 20–40 kg CO₂e/m². Tilaa on vähemmän henkeä kohden (35 m² Kiinassa, 21 m² Brasiliassa ja 19 m² Intiassa), ja asumisessa käytetyn energian määrä on pieni (1 500 kWh henkeä kohti Kiinassa, 1 400 kWh Brasiliassa ja 800 kWh Intiassa). Käytetyn energiamäärän pienuus johtuu pienemmästä lämmityksen tarpeesta, kodinkoneiden ja sähkön vähäisemmästä käytöstä ja pienemmissä tiloissa asuvista suuremmista kotitalouksista. Brasiliassa uusiutuvien energialähteiden osuus energian kokonaistarpeesta on suhteellisen suuri (38 %). Uusiutuvien energialähteiden osuus on paljon pienempi Kiinassa (6 %) ja Intiassa (5 %), joissa sähköverkon hiili-intensiteetti on merkittävästi suurempi fossiilisten polttoaineiden suuren osuuden vuoksi. Brasiliassa 85 prosenttia sähköverkon sähköstä on peräisin uusiutuvista energialähteistä – pääasiassa vesivoimasta.

Muita Kiinassa, Brasiliassa ja Intiassa käytettyjä energiamuotoja ovat pääasiassa hiili ja sen johdannaiset sekä nestekaasu ja polttopuu, mikä lisää uusiutumattomien energialähteiden osuutta energian kokonaiskulutuksesta erityisesti Kiinassa ja Brasiliassa.

Vuoden 2030 tavoitetasoon verrattuna keskivertosuomalaisen ja -japanilaisen tulisi pienentää asumisen hiilijalanjälkeään 68–69 prosenttia ja vuoden 2050 tavoitetasoon verrattuna vähennystarve on 92–93 prosenttia¹¹. Tämä olisi saavutettava vähentämällä kulutusta ja/tai parantamalla energiatehokkuutta. Tarkastelemalla kuvassa 9 esitettyjä asumisen energiankulutukseen liittyviä hiilijalanjälkiä voidaan todeta, että Japanissa on puututtava kiireellisesti korkeaan hiili-intensiteettiin ja Suomessa suureen energiankulutukseen. Brasiliassa ja Intiassa keskivertokansalaiset ovat tällä hetkellä vuoden 2030 tavoitteen, mutta eivät vuoden 2050 tavoitteen rajoissa. Keskivertokiinalainen puolestaan ylittää jo nyt vuoden 2030 tavoitetason.

Liikkuminen muodostaa 27 % keskivertosuomalaisen kokonaishiilijalanjäljestä. Tästä yli kolme neljäsosaa aiheutuu auton runsaasta käytöstä ja sen suuresta hiili-intensiteetistä.

LIKKUMINEN

Suomi – Liikkuminen muodostaa 27 prosenttia eli 2 790 kilogrammaa (CO₂e) keskivertosuomalaisen kokonaishiilijalanjäljestä. Tästä yli kolme neljäsosaa aiheutuu auton runsaasta käytöstä (11 200 km vuodessa) ja sen suuresta hiili-

intensiteetistä. Näistä päästöistä neljä viidesosaa on peräisin polttoaineen palamisesta (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2017), mutta lukuun sisältyvät myös ajoneuvojen valmistuksesta aiheutuvat päästöt. Suomalaiset matkustavat myös paljon lentokoneella: 2 260 kilometriä eli 13 prosenttia liikenteen kokonaiskilometreistä. Lisäksi suomalaiset matkustavat 1 640 kilometriä maanpäällisillä julkisilla liikennevälineillä, mistä linja-autolla matkustamisen osuus on yli puolet ja raideliikenteen alle puolet. Yhdeksän kymmenestä junasta (VR-Yhtymä Oy 2017) kulkee uusiutuvalla energialla. Suomalaiset matkustavat myös 800 kilometriä vuodessa eli 2,2 kilometriä päivässä moottoripyörällä, moottorikelkalla, mönkijällä, mikroautolla tai muilla yksityisillä kulkuneuvoilla. Suomalaiset pyöräilevät vähän: 260 kilometriä vuodessa eli 0,7 kilometriä päivässä.

Japani – Keskivertojapanilaisen kokonaishiilijalanjäljestä liikkuminen muodostaa viidenneksen eli 1 550 kilogrammaa (CO₂e), ja japanilaiset matkustavat 11 000 kilometriä vuodessa kävely mukaan luettuna. Lähes neljä viidesosaa japanilaisten liikkumisen jalanjäljestä aiheutuu autoista, vaikka niiden osuus japanilaisten vuosittain liikkumasta matkasta on alle puolet (5 000 km). Autoilulla on suuri hiili-intensiteetti, joka johtuu osittain alhaisesta täyttöasteesta, fossiilisten polttoaineiden käytön suuresta osuudesta ja hybridi-/sähköajoneuvojen vähäisestä käytöstä. Takseilla on vielä suurempi hiili-intensiteetti niiden suhteellisen alhaisen täyttöasteen vuoksi. Lento-matkustamisen osuus hiilijalanjäljestä on lähes kymmenes ja 0,09 kg/matkustajakilometri, mikä on vähemmän kuin autojen osuus, mutta se kasvattaa hiilijalanjälkeä suhteellisten pitkien matkojen vuoksi (noin 600 km kotimaan lentoja ja 1 000 km ulkomaan lentoja). Japanilaiset matkustavat myös paljon

11 Verrattuna vuosien 2030 ja 2050 tavoitteiden (1,5D-skenaario) alarajaan.

junalla – 3 600 kilometriä maanpäällisen julkisen liikenteen 4 300 kilometriä suoritteesta. Junalla on hyvin alhainen hiili-intensiteetti (0,02 kg/km). Pyöräilyjen matkojen pituus on vain 270 kilometriä vuodessa eli 0,7 kilometriä päivässä.

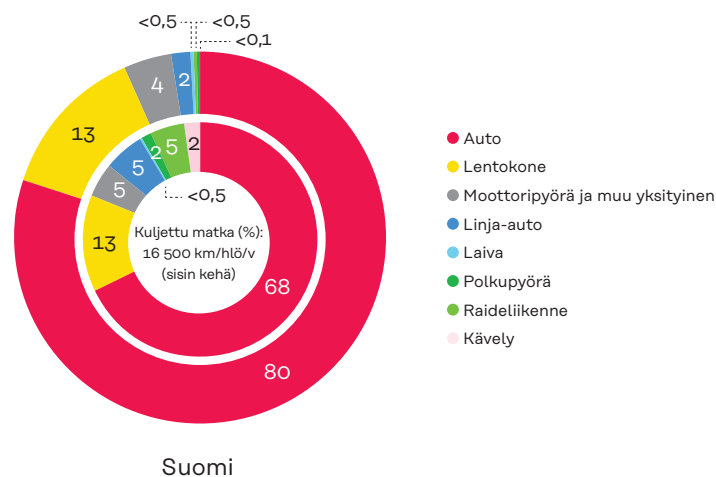
Kiina, Brasilia ja Intia – Näissä maissa liikkumisen osuus kokonaishiilijalanjäljestä on kuudennes (Kiina), neljännes (Brasilia) ja kolmannes (Intia). Keskivertokiinalaisen liikkumisesta aiheutuvan hiilijalanjäljen osuus on 1,090 kilogrammaa (CO₂e), mistä yli puolet on seurausta autoilusta, jonka hiili-intensiteetti on suuri. Myös moottoripyörien osuus on melko suuri. Kiinalaiset käyttävät kuljettuna matkana mitattuna eniten julkista liikennettä ja

enimmäkseen linja-autoa, joka on junaa hiili-intensiivisempi kulkuväline. Keskiverto-brasilialaisen liikkumisen jalanjälki on 480 kilogrammaa, josta kaksi viidesosaa aiheuttaa sekä autoilu sen korkean hiili-intensiteetin vuoksi että joukkoliikenne erityisesti linja-autolla kuljettavien pitkien välimatkojen vuoksi. Vaikka suurin osa autoista ja kevyistä ajoneuvoista kulkee monipolttoaineajoneuvoina etanolin ja bensiinin sekoituksilla (Posada & Façanha 2015), autoliikenteen hiili-intensiteetti on suhteellisen suuri. Keskivertointialaisen liikkumisen jalanjälki on 700 kilogrammaa, josta lähes puolet aiheutuu autoilusta sen suuren hiili-intensiteetin vuoksi. Moottoripyörien ja joukkoliikenteen (pääasiassa linja-autojen) osuus on kullakin noin neljännes.

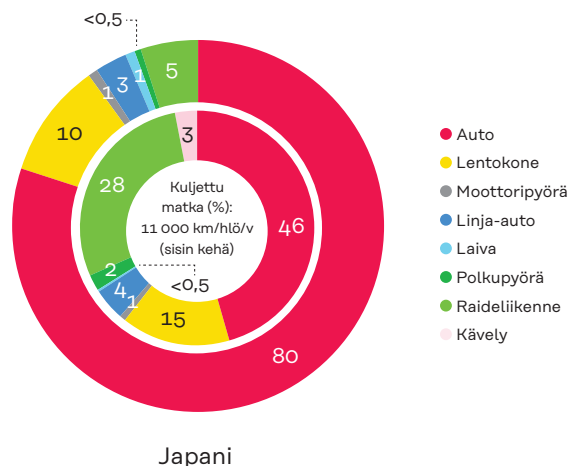
KUVA 10. **LIKKUMIS- MUOTOJEN KÄYTÖN JA HIILI- JALANJÄLJEN VERTAILU SUOMESSA JA JAPANISSA**

Arvio eri liikkumismuotojen osuudesta liikumisen keskimääräisestä hiilijalanjäljestä ja määrällisestä kulutuksesta vuonna 2017. Sisemmät kehät esittävät eri liikkumismuotojen osuutta vuoden aikana kuljetusta matkasta. Ulommat kehät osoittavat liikkumismuotojen osuutta hiilijalanjäljessä.

Liikkumisen hiilijalanjälki (%): 2 790 kg CO₂e/hlö/v (uloin kehä)

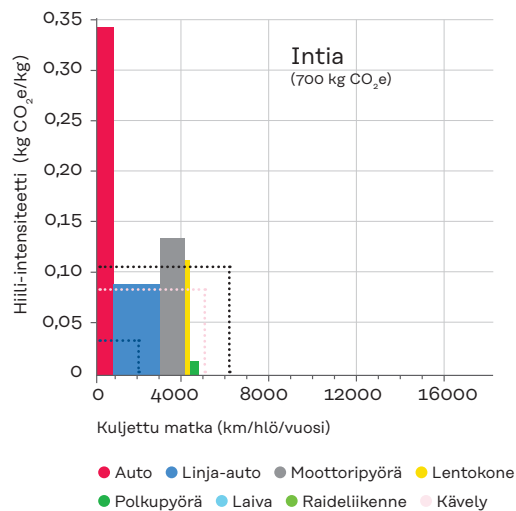
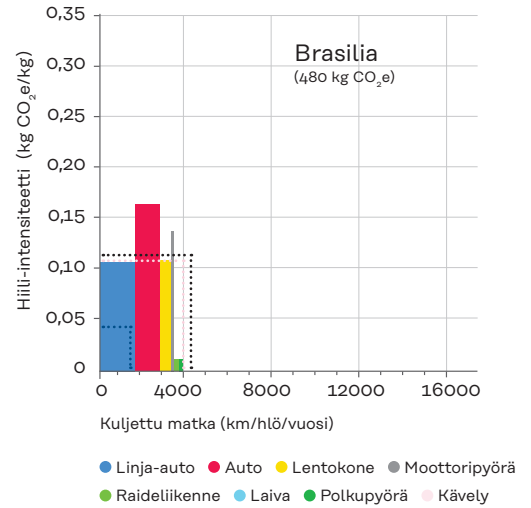
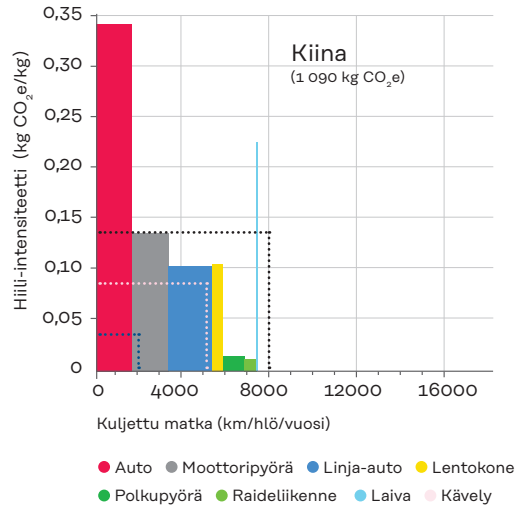
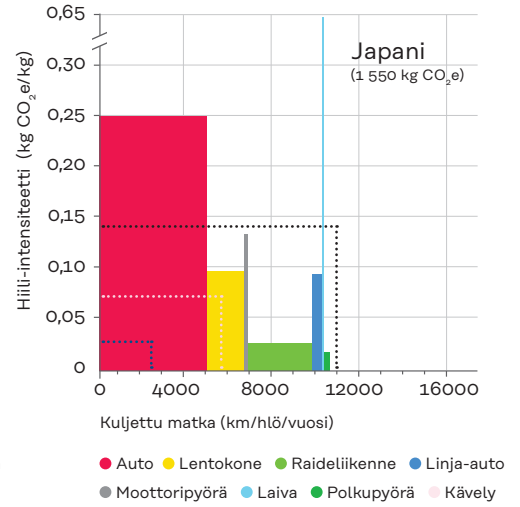
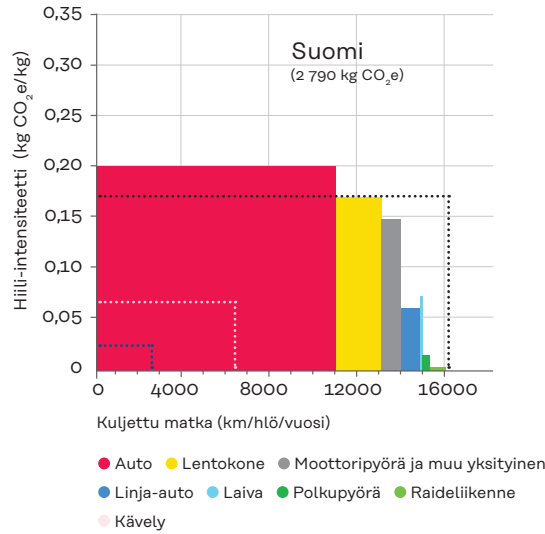


Liikkumisen hiilijalanjälki (%): 2 430 kg CO₂e/hlö/v (uloin kehä)



KUVA 11. **LIKKUMIS- MUOTOJEN KÄYTÖN JA HIILI- JALANJÄLJEN VERTAILU MAITTAIN**

Värikköiset suorakulmiot osoittavat kunkin liikummimuodon keskimääräisen hiilijalanjäljen. Alueen leveys osoittaa kulutuksen määrää, alueen korkeus hiili-intensiteettiä ja alueen pinta-ala hiilijalanjälkeä. Joidenkin liikummimuotojen käyttö tai hiili-intensiteetti on niin pieni, etteivät ne erotu kuvasta. Mustalla katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat keskimääräisen hiili-intensiteetin ja kokonaiskulutuksen määrän vuonna 2017. Vaaleanpunaisella katkoviivalla merkityt suorakulmiot osoittavat 1,5 asteen tavoitteen mukaisen tason vuoteen 2030 mennessä ja sinisellä katkoviivalla merkityt suorakulmiot vuoden 2050 tavoitteen. Tavoitevuosien tasot ovat suunta-antavia – jos määrää ei voida vähentää, on sen sijaan pienennettävä hiili-intensiteettiä entisestään.



..... Keskiarvo vuonna 2017
..... 1,5 asteen tavoite vuoteen 2030 mennessä
..... 1,5 asteen tavoite vuoteen 2050 mennessä

Kansainvälisessä vertailussa suomalaiset liikkuvat eniten, 16 500 kilometriä vuodessa, verrattuna Japanin 11 000 kilometriin ja vain 4 000–8 000 kilometriin henkeä kohden kolmessa muussa vertailumaassa. Tämä todennäköisesti selittyy Japanin suuremmalla väestötiheydellä ja kaupunkikehityksellä Suomeen verrattuna ja kehittyvien maiden vähäisemmällä kulutuksella. Autoilu on suurin liikkumisen hiilijalanjälkeä kasvattava tekijä suurimmassa osassa tutkittuja maita, lukuun ottamatta Brasiliassa, jossa linja-autolla matkustaminen kasvattaa liikkumisen hiilijalanjälkeä eniten. Autojen osuus kulkumuotojakaumasta on hyvin suuri Suomessa (68 % eli 11 200 km), kohtalainen Japanissa (lähes 46 % eli 5 000 km), suhteellisen alhainen Kiinassa (22 % eli 1 100 km) ja Brasiliassa (27 % eli 1 800 km) ja paljon

Jotta vuosia 2030 ja 2050 koskevat 1,5 asteen tavoitteet voitaisiin saavuttaa, liikkumisen hiilijalanjälkeä tulisi pienentää Japanissa 72–85 % ja Suomessa 84–98 %.

alhaisempi Intiassa (15 % eli 800 km). Autojen hiili-intensiteetti on Japanissa hieman Suomea suurempi. Hiili-intensiteetti on paljon suurempi Kiinassa ja Intiassa, mikä johtuu osittain autojen alhaisemmasta polttoainetehokkuudesta. Hiili-intensiteetti on alhaisempi Brasiliassa, jossa uusiutuviin energialähteisiin perustuvien polttoaineiden osuus on suurempi.

Lentomatkustaminen on toiseksi suurin liikkumisen hiilijalanjälkeä kasvattava tekijä sekä Suomessa että Japanissa. Suomessa lentämisen päästöt ovat 370 kilogrammaa (CO₂e/hlö), vaikka sen osuus liikkumisen suoritteesta on vain 2 200 kilometriä (13 %). Japanissa lentämisen päästöt ovat 150 kilogrammaa, ja myös sen osuus liikutusta matkasta, 1 600 kilometriä (15 %), on pienempi. Lentäminen kasvattaa hiilijalanjälkeä enemmän Suomessa kuin Japanissa,

mikä johtuu osaltaan lentojen vähäisemmästä täyttöasteesta ja niiden suuremmasta hiili-intensiteetistä¹².

Maanpäällistä joukkoliikennettä käytetään Japanissa enemmän kuin Suomessa (33 % ja 3 600 km vs. 10 % ja 1 640 km). Japanissa on suurempi väestötiheys ja julkisen liikenteen parempi kattavuus, mikä osin selittää tulosta. Japanissa junien osuus liikkumisen kilometreistä on suurempi (28 %) kuin Suomessa, mutta molemmissa maissa käytetään suurin piirtein yhtä paljon linja-autoja. Junien hiili-intensiteetti on Japanissa pieni, mutta Suomessa niiden hiili-intensiteetti on lähes nolla kansallisen rautatieyhtiön hiilineutraalin käytännön vuoksi (VR-Yhtymä Oy 2017). Tässä selvityksessä tarkastelluissa kehittyvissä maissa maanpäällistä joukkoliikennettä käytetään enemmän. Sen osuus on 31–49 prosenttia Brasiliassa, Kiinassa ja Intiassa, ja sen osuus kuljetusta matkasta on lähes puolet Brasiliassa. Näissä maissa matkustetaan vähemmän junalla, kun taas linja-autolla on suurempi rooli. Kiinassa liikutaan enemmän moottoripyörillä. Vaikka moottoripyörien hiili-intensiteetti on autoja pienempi, se on kuitenkin paljon suurempi kuin joukkoliikenteellä. Pyöräily on yleisintä Kiinassa ja Intiassa (1 100 km ja 500 km) ja vähäisempää muissa maissa (noin 250 km).

Jotta vuosia 2030 ja 2050 koskevat 1,5 asteen tavoitteet voitaisiin saavuttaa, liikkumisen hiilijalanjälkeä tulisi pienentää Japanissa 72–85 prosenttia ja Suomessa 84–98 prosenttia.¹³ Vähentämisen tarve on liikkumisen osalta paljon suurempi kuin muilla kulutuksen osa-alueilla nykyisten jalanjalkien suuren vaihtelun vuoksi, mikä viittaa siihen, että niiden pienentämiseen on melkoinen potentiaali. Kiinan, Intian ja Brasilian nykyiset liikkumisen hiilijalanjäljet ylittävät vuoden 2030 tavoitteen, mikä tarkoittaa, että siirtyminen vähähiilisiin liikkumisen järjestelmiin ja kulutustottumuksiin on käynnistettävä kiireellisesti myös näissä maissa.

12 Täyttöasteena on käytetty 53–73 prosenttia (Lähteenoja, Lettenmeier & Saari 2006), mikä on hieman vähemmän kuin 69–83 prosenttia Japanissa (All Nippon Airways 2018; Japan Airlines 2017).

13 Verrattuna vuosien 2030 ja 2050 tavoitteiden (1,5D-skenaario) alarajaan.

TAVARAT, VAPAA-AIKA JA PALVELUT

Suomi – Tarkat tiedot tai tuoteluettelot kodin kulutustavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen kulutuksen kokonaismäärästä ja hiili-intensiteetistä eivät olleet julkisesti saatavilla, joten niihin liittyvät hiilijalanjäljet perustuvat ENVIMAT-tutkimukseen (Seppälä ym. 2009). Kodin kulutustavaroiden hiilijalanjälki on 1 330 kilogrammaa CO₂e/hlö, mikä on 13 prosenttia keskivertosuomalaisen keskimääräisestä elämäntavan hiilijalanjäljestä. Sisustukseen ja kodinhoitoon liittyvillä sekalaisilla tavaroilla (luokiteltu kuuluvaksi sisustukseen) ja palveluilla on suurin osuus kodin kulutustavaroiden hiilijalanjäljestä, 360 kg CO₂e/hlö. Niiden jälkeen tulevat vaatteet, ulkoiluvarusteet (luokiteltu kuuluviksi

tämän osa-alueen vaikutus on pieni. Palvelujen osuus on 1,5 tonnia eli 14 prosenttia elämäntavan keskimääräisestä vuotuisesta hiilijalanjäljestä. Tällä kulutuksen osa-alueella terveydenhuolto, sosiaalipalvelut ja koulutukseen liittyvät palvelut ovat suurimpia tekijöitä. Niiden osuudet ovat 590, 460 ja 220 kilogrammaa CO₂e/hlö eli yhteensä 85 prosenttia palvelujen jalanjäljestä.

Japani – Kodin kulutustavaroiden osuus on 1 030 kilogrammaa CO₂e/hlö eli 13 prosenttia keskivertohenkilön elämäntavan hiilijalanjäljestä Japanissa. Kodinkoneet sekä tietotekniikka- ja audiovisuaaliset laitteet ovat suurimpia kulutustavaroiden hiilijalanjälkeä kasvattavia tekijöitä, sillä niiden osuus on 320 kilogrammaa CO₂e/hlö eli 31 prosenttia. Niiden jälkeen tulevat vaatteet, joiden osuus hiilijalanjäljestä on 220 kilogrammaa eli 21 prosenttia. Välttämättömien päivittäistavaroiden, kuten hygieniatuotteiden (120 kg CO₂e/hlö) ja muiden tuotteiden (160 kg CO₂e/hlö), lisäksi viihde- ja luksustuotteet ovat myös merkittäviä hiilijalanjälkeä kasvattavia tekijöitä. Esimerkiksi urheilu- ja viihde-tuotteiden, korujen sekä tupakkatuotteiden osuus on yhteensä lähes 150 kilogrammaa CO₂e/hlö eli 14 prosenttia kodin kulutustavaroiden hiilijalanjäljestä.

Kodin ulkopuolella kulutettujen vapaa-ajan palvelujen osuus on 580 kilogrammaa (CO₂e/hlö) elämäntavan hiilijalanjäljestä, mistä kaksi viidesosaa on peräisin ravintoloista ja yksi viidesosa hotelleista.¹⁴ Hotelli- ja ravintolapalvelujen hiili-intensiteetti (sisältäen elintarvikkeiden ainesosista aiheutuvan jalanjäljen) on yli 0,3 kilogrammaa CO₂e/100 jeniä, mikä on eniten vapaa-ajan kohteista. Ajanviettilöiden, kilparatojen, laillisen uhkapelaamisen, yöelämän tilojen sekä baarien

Siirtyminen materiaalipohjaisesta kokemus- tai palvelupohjaiseen kulutukseen ei välttämättä pienennä hiilijalanjälkeä siinä määrin kuin vähähiiliset vapaa-ajan aktiviteetit.

urheiluun/viihteeseen) ja sekalaiset tuotteet ja palvelut (240–270 kg CO₂e/hlö). Tietotekniikka- ja audiovisuaalisilla laitteilla (110 kg CO₂e/hlö) ja paperituotteilla/toimistotarvikkeilla (90 kg CO₂e/hlö) on pieni merkitys hiilijalanjälkeen. Vapaa-aikaan liittyvien tuotteiden ja palvelujen (viihde- ja kulttuuripalvelut 180 kg, ulkomaanmatkojen menot 200 kg ja hotellipalvelut 200 kg CO₂e/hlö) osuus on yhteensä vain 570 kilogrammaa CO₂e/hlö eli 6 prosenttia kokonaishiilijalanjäljestä, joten

14 Lukuun ottamatta elintarvikkeiden ainesosista johtuvaa hiilijalanjälkeä, joka otetaan huomioon ravinnon osa-alueella.

osuus on yhteensä 165 kilogrammaa eli 30 prosenttia, ja näiden vapaa-ajan harrastusten hiili-intensiteetti on suhteellisen suuri, 0,25 kilogrammaa CO₂e/100 jeniä. Loput 40 kilogrammaa jalanjäljestä muodostavat kulttuuri, urheilu ja ulkona vietetty vapaa-aika, mukaan lukien elokuvat, teatteri, urheilulaitokset ja puistot, joiden hiili-intensiteetin rahallinen arvo on suhteellisen pieni, 0,20 kilogrammaa CO₂e/100 jeniä. Näihin vapaa-ajan toimintoihin matkustaminen on laskettu osaksi liikkumisen osa-aluetta.

Keskivertosuomalaisen kodin kulutustavaroita koskeva hiilijalanjälki on hieman suurempi kuin keskivertojapanilaisen (1 330 vs. 1 030 kg CO₂e), mikä johtuu sekä hieman suuremmasta kulutuksesta (yli 3 000 euroa Suomessa verrattuna Japanin 2 700 euroa vastaavaan arvoon), että Suomen hieman suuremmasta hiili-intensiteetistä Japaniin verrattuna (0,44 vs. 0,36 kg/EUR). On kuitenkin otettava huomioon, etteivät kodin kulutustavaroita koskevat tiedot ole suoraan vertailukelpoisia – Suomen tiedot ovat peräisin tuoteryhmistä, jotka perustuvat yksityisen kulutuksen käyttötarkoituksen mukaiseen luokitukseen (COICOP), eikä näitä tietoja voida siten jakaa edelleen pienempiin osiin, minkä lisäksi tavaroita koskeviin tietoihin voi sisältyä joitakin tuotteita tai palveluita, jotka luokiteltaisiin eri tavalla japanilaisissa tiedoissa.

Vapaa-ajan palvelujen osalta molemmissa maissa on samansuuruinen hiilijalanjälki (600 kg henkeä kohden), mutta keskivertojapanilaisen jalanjälki on suurempi ravintola- ja hotellipalveluissa, kun taas Suomessa vapaa-ajan jalanjälki on jakautunut laajemmin viihde- ja kulttuuritoimintojen, ulkomaanmatkojen ja hotellipalvelujen välillä. Japanin tiedot eivät sisällä ulkomaanmatkojen aikana

tapahtuvaa kulutusta. Tiedot eivät muutenkaan ole suoraan vertailukelpoisia erilaisten arviointimenetelmien vuoksi.

Japanin hiili-intensiteettitiedot viittaavat siihen, että siirtyminen materiaalisista ostoksista vapaa-aikaan ja kokemuksiin liittyvään kulutukseen ei välttämättä edistä vähähiilisiä elämäntapoja. Kunkin rahallisessa arvossa mitatun yksikön hiili-intensiteetti on kodin kulutustavaroissa ja vapaa-ajan palveluissa lähes sama (0,29 kg CO₂e/100 jeniä, mukaan lukien elintarvikkeiden ainesosista aiheutuva jalanjälki). Tämä viittaa siihen, että siirtyminen materiaalipohjaisesta kulutuksesta kokemus- tai palvelupohjaiseen kulutukseen ei välttämättä pienennä välittömästi hiilijalanjälkeä siinä määrin kuin vähähiiliset vapaa-ajan aktiviteetit tai tavaroiden kulutuksen absoluuttinen pienentäminen vähentäisi. Muiden kuin viihdepalvelujen kulutus on Japanissa noin 650 kilogrammaa CO₂e henkeä kohden. Tämän kulutuksen hiili-intensiteetti on hiukan pienempi, 0,15 kilogrammaa CO₂e/100 jeniä, mikä kuvastaa osittain palvelualan työvoimaintensiivisiä ja vähemmän materiaali-intensiivisiä erityispiirteitä.

4. Elämäntapojen hiilijalanjäljen pienentäminen

4.1

Keskeiset keinot vähähiilisten elämäntapojen edistämiseksi

Tässä selvityksessä on arvioitu hiilijalanjäljet eri nimikkeiden kulutuksen ja hiili-intensiteetin perusteella. On olemassa kolme keskeistä lähestymistapaa vähentää kulutusta ja pienentää hiili-intensiteettiä: kulutuksen määrällinen vähentäminen, tehokkuuden parantaminen ja kulutusmuodon muutos. Nämä ovat myös tutkimuskirjallisuudessa paljon käytettyjä lähestymistapoja (Vandenbergh, Barkenbus & Gilligan 2008; Jones & Kammen 2011; Lacroix 2018).

• **Kulutuksen vähentäminen**, (Akenji et al. 2016) jota kutsutaan toisinaan ”kohtuullisuudeksi” (Figge, Young & Barkemeyer 2014), tarkoittaa tavaroiden tai palvelujen kulutuksen, kuten elintarvikkeiden, ajettujen kilometrien,

energian käytön tai asuintilojen, fyysisen määrän vähentämistä.

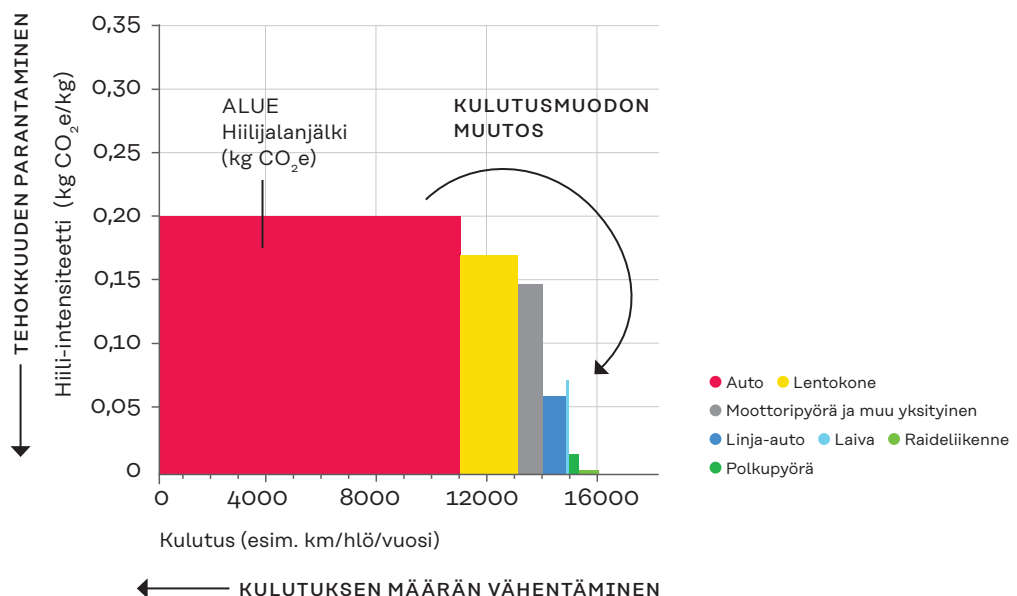
• **Tehokkuuden parantaminen**

tarkoittaa päästöjen vähentämistä korvaamalla tekniikkaa vähähiilisemmällä tekniikalla ilman, että kulutuksen tai käytön määrää muutetaan, kuten esimerkiksi maatalouden, ajoneuvojen tai asumisen tehokkuuden parantamista.

• **Kulutusmuodon muutos** (Nelldal & Andersson 2012), tarkoittaa siirtymistä yhdestä kulutusmuodosta toiseen vähähiilisempään kulutusmuotoon, kuten esimerkiksi siirtymistä kasvipohjaiseen ruokavalioon, yksityisautoilusta joukko-liikenteeseen tai fossiilisista energialähteistä uusiutuvaan sähkö- ja lämmitysenergiaan.

KUVA 12.
**HIILIJALANJÄLJEN
PIENENTÄMISEN
KEINOT:
KULUTUKSEN
VÄHENTÄMINEN,
TEHOKKUUDEN
PARANTAMINEN JA
KULUTUSMUODON
MUUTOS**

Kuva on esimerkki
liikkumisen osa-alueelta
Suomessa.



Kun parannetaan tuotteiden tehokkuutta tai otetaan käyttöön ympäristön kannalta kestäviä käyttäytymismalleja, on tärkeää ottaa huomioon ns. rebound-vaikutukset. Rebound-vaikutuksilla tarkoitetaan ”kotitalouksien energiankulutuksen ja/tai kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi toteutettujen toimien tahattomia seurauksia” (Sorrell 2012). Rebound-vaikutuksista on keskusteltu tehokkuuden parantamisen yhteydessä varoittamalla siitä, että tehokkuuden parantuminen voi lisätä kokonaiskulutusta ja jopa lisätä päästöjä tekemällä kuluttamisesta halvempaa (Schmidt-Bleek 1993a). Energiankulutuksen rebound-vaikutusta

eri osa-alueilla yhtenä kokonaisuutena rebound-vaikutusten huomioimiseksi.

Vaikka jakamistalous voi tuottaa merkittäviä synergiaetuja kun se yhdistetään vähähiilisiin elämäntapoihin, siihen sisältyy myös rebound-vaikutusten mahdollisuus (Clausen et al. 2017). Esimerkiksi autojen yhteiskäyttö voi lisätä autolla ajettavaa kokonaismatkaa sellaisilla henkilöillä, joilla ei aiemmin ollut autoa. Lisäksi se voi lisätä auton käyttöä erityisesti ruuhka-aikojen ulkopuolella ja tällä tavoin mahdollisesti heikentää julkisen liikenteen kysyntää. Näin ollen jakamisvaihtoehtojen ei tulisi kasvattaa kokonaihiilijalanjälkeä aiheuttamalla lisäkysyntää tai ei-toivottuja haitallisia siirtymiä eri kulutusmuotojen välillä.

Myös kuluttajien käyttäytymismalleihin liittyvien ”lukittumisvaikutusten” tarkastelu (Akenji & Chen 2016; Sanne 2002) olisi tärkeää ottaa huomioon vähähiilisiä elämäntapoja edistettäessä. Teknologisesta ja institutionaalisesta lukittumisesta on keskusteltu kestäviä innovaatioita estävän tekijänä (Unruh 2000; Foxon 2002), mutta lukittuminen koskee myös kuluttajien valintoja ja elämäntapoja markkinoilla olevien tuotteiden, infrastruktuurin, kuluttajayhteisön (Akenji & Chen 2016) ja taloudellisen toimintaympäristön (Lorek & Spangenberg 2014) kautta. Kuluttajat eivät välttämättä ole kiinnostuneita tai halukkaita kuluttamaan enemmän, mutta he ovat lukittuneita tiettyihin käyttäytymismalleihin nyky-yhteiskunnan olosuhteiden vuoksi, esimerkkinä työntekoon ja kuluttamiseen perustuva elämäntapamme (Sanne 2002). Lukittumisvaikutuksen valossa esimerkiksi yritysten on parannettava vähähiilisten tuotteiden tai palvelujen tarjontaa. Vastaavasti on mahdollistettava vähähiilisten vaihtoehtojen toteutuminen, johon infrastruktuuri ja poliittisen päätöksenteon muutokset tarjoavat keinoja. Elämäntapojen muuttaminen ei siis ole yksin kuluttajien henkilökohtaisten valintojen vastuulla (Akenji 2014), vaan ne edellyttävät yhteisiä toimenpiteitä kaikilta toimijoilta, erityisesti yksityiseltä sektorilta ja hallinnolta.

Kolme keskeistä lähestymistapaa hiilijalanjäljen pienentämiseen ovat kulutuksen määrällinen vähentäminen, tehokkuuden parantaminen ja kulutusmuodon muutos.

tarkastelevassa arviointitutkimuksessa todettiin, että suorien rebound-vaikutusten odotetaan olevan enintään 30 prosenttia, kun taas välilliset ja koko talouden laajuiset rebound-vaikutukset voivat olla yli 50 prosenttia (Sorrell 2007). Esimerkiksi polttoaineen kulutuksen vähentäminen voi lisätä autoilla ajatun kokonaismatkan pituutta tai kasvattaa autojen kokoa, mikä voi jopa lisätä resurssien käyttöä tai päästöjen absoluuttista määrää. Rebound-vaikutuksia on tarkasteltu myös muiden lähestymistapojen, kuten kulutusmuodon muutoksen ja kulutuksen vähentämisen yhteydessä (Buhl 2014; Ottelin, Heinonen & Junnila 2017). Vaikka on olemassa joitakin yksittäisiä tuotteita tai käyttäytymiseen liittyviä ratkaisuja, jotka auttavat vähentämään ympäristövaikutuksia, on myös tärkeää tutkia kotitalouksien käyttäytymistä

Kiertotalous ja vähähiiliset elämäntavat

Kiertotaloudesta on puhuttu strategiana, jonka avulla edistetään vähähiilistä yhteiskuntaa (Material Economics 2018). Kyseessä on siirtyminen 'ota-valmista-hävitä'-mallia noudattavan resurssien kulutuksen lineaarisesta mallista "teolliseen toimintaan, joka on tavoitteiltaan korjaavaa, käyttää uusiutuvaa energiaa, käyttää mahdollisimman vähän myrkyllisiä kemikaaleja, seuraa ja lopettaa niiden käytön ja estää jätteen syntymisen huolellisen suunnittelun avulla" (Ellen MacArthur Foundation 2013). Kiertotalous myös edistää vähähiilisiä elämäntapoja. Kolme tavoitetta "vähennä, käytä uudelleen, kierrätä" tarjoavat mahdollisuuksia vähähiilisten ratkaisuille, kun materiaaleja käytetään tehokkaammin. Kiertotalous edistää vähähiilisiä elämäntapoja myös erilaisten jakamistalouden mallien, kuten kimppakyytien ja yhteisasumisen avulla. Kun esimerkiksi ajoneuvoja ja rakennuksia käytetään enemmän, tehokkuus paranee. Liikkumisen osalta jakaminen voi myös tarkoittaa kulutusmuodon muutosta, kun tarjolla on uusia ratkaisuja jokapäiväiseen matkustamiseen. Jakamisvaihtoehtojen vähähiiliset vaikutukset voivat kuitenkin vaihdella vaihtoehtojen tyypistä ja rebound-vaikutusten laajuudesta riippuen. Kiertotalous tarjoaa ratkaisuja myös ruokahävikin vähentämiseen sekä tuotanto- että kulutuspuolella, kun elintarvikkeiden tuotantoketjujen kestävyttä ja tehokkuutta parannetaan. Kierto voi myös auttaa tekemään vähähiilisistä vaihtoehtoista resurssitehokkaita; esimerkiksi sähköautojen materiaalijalanjälki voi olla suurempi kuin polttoaineautojen (Frieske et al. 2015), mutta lisäämällä kierrätettyjen raaka-aineiden käyttöä akuissa ja muissa metalliosissa voidaan materiaalijalanjälkeä pienentää (Teubler, Kiefer & Liedtke 2018).

4.2 Vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutukset hiilijalanjälkeen

Tässä selvityksessä arvioimme tiettyjen vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutuksia hiilijalanjäljen pienentämiseen Suomessa ja Japanissa. Tällaiset strategisesti määritellyt ja tuetut, tehokkaasti hiilijalanjälkeä pienentävät vaihtoehdot ovat välttämättömiä Pariisin ilmastositoumuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Merkittäviä päästövähennyksiä on tehtävä vuosiin 2030 ja 2050 mennessä. Esimerkiksi jo vuoteen 2030 mennessä päästöjä on vähennettävä 60–70 prosenttia. Kun otetaan huomioon, että julkisissa kampanjoissa ja opetusmateriaaleissa keskitytään usein hiilijalanjäljen kannalta vähäpätöisiin kysymyksiin kuten jätteiden lajitteluun tai lamppujen vaihtoon (Wynes & Nicholas 2017), on tärkeää pohtia kullakin kulutuksen osa-alueella sellaisia elämäntapavaihtoehtoja, joiden vaikutus hiilijalanjälkeen on merkittävä.

Miten vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja määritellään? Pehdyimme alan kirjallisuuteen kartoittaaksemme, mitä

suositellut vaihtoehdot ovat. Keskityimme tuotantoon ja kulutukseen liittyviin vaihtoehtoihin, erilaisia keinoja (kulutuksen vähentäminen, tehokkuuden parantaminen ja kulutusmuodon muutos) tarjoaviin vaihtoehtoihin sekä sellaisiin vaihtoehtoihin, joilla on riittävä vaikutus.

Määritelimme noin 50 vähähiilistä elämäntapavaihtoehtoa neljällä eri kulutuksen osa-alueella, jotka ovat elintarvikkeet, asuminen, liikkuminen ja kodin kulutustavarat. Arvioituun kirjallisuuteen sisältyi Project Drawdown (Hawken 2017), Capital Consumption (Hersey et al. 2009), Sitran Green to Scale (Tynkkynen 2015, 2016), suomalaisten hiilijalanjälkeä pienentävien kulutusvalintojen vaikutusta tarkasteleva raportti (Salo & Nissinen 2017) sekä Sitran 100 fiksua arjen tekoa (Sitra 2017) ja niiden taustamateriaalit.

Vähähiilisten vaihtoehtojen vaikutukset hiilijalanjälkeen ovat erilaiset eri maissa.

Arvioimamme kirjallisuus sisältää määrällisesti arvioituja jalanjäljen pienentämisen vaikutuksia, mutta enimmäkseen jossakin tietyssä maassa tai tietyssä kaupungissa. Osa määrällisistä arvioista perustuu päästöihin eikä hiilijalanjälkiin. Tässä tutkimuksessa keskitymme Suomeen ja Japaniin ja tarkastelemme valittujen vaihtoehtojen maakohtaisia vaikutuksia. Vaihtoehtojen vaikutukset arvioitiin kulutus- ja hiilijalanjälkitietojen perusteella vaihtamalla intensiteettiä ja/tai osatekijöiden määrällistä kulutusta vaihtoehtojen luonteesta riippuen.

Kun vaikutuksia arvioidaan, tarvitaan tietoja siitä, kuinka moni oikeasti muuttaa käyttäytymistään. Mikä siis on käyttäytymistään muuttavan väestön prosentuaalinen osuus ja missä määrin kukin yksilö ryhtyy muuttamaan käyttäytymistään. Tämän vuoksi esittelemme tässä selvityksessä vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen eri käyttöönottoasteita. "Täysimääräinen käyttöönotto" tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, että yksilöt panevat vähähiilisen vaihtoehdon kokonaan täytäntöön, mistä seuraa suurin mahdollinen vähennyspotentiaali. "Osittainen käyttöönotto" tarkoittaa puolestaan sitä, että vaihtoehdot otetaan käyttöön osittain joko kunkin yksilön arjessa tai yhteiskunnan tasolla.

Vaihtoehtojen täyden ja osittaisen käyttöönoton vaikutukset on koottu kuviin 13 ja 14. Kuvista näkyy arvio kunkin vähähiilisen vaihtoehdon vaikutuksista hiilijalanjälkeen. Merkitsevä on, että valitut vähähiiliset elämäntapavaihtoehdot ja niihin liittyvät oletukset poikkeavat hieman toisistaan eri maissa. Tämä johtuu

vaihtoehtojen soveltamisesta paikalliseen tilanteeseen sekä tietojen saatavuudesta.

Sekä Suomessa että Japanissa yleisimmät vähähiiliset vaihtoehdot, joilla on suurin potentiaali pienentää hiilijalanjälkeä – keskimäärin 500 kilogrammasta yli 1 500 kilogrammaan CO₂e per vaihtoehto – ovat vapaa-ajan matkojen kulkeminen ilman autoa¹⁵, verkkosähkön tuottaminen uusiutuvista energialähteistä, sähköautojen käyttöönotto, kasvisruokavaliot, uusiutuva lämmitysenergia, hybridautot ja ajoneuvojen polttoainetehokkuuden huomattava parantaminen.¹⁶ Suomessa tällaisia vaihtoehtoja ovat myös vegaaniruokavalio ja kodin lämpötilan alentaminen. Suurin osa näistä vähähiilisistä vaihtoehdoista perustuu kulutusmuodon muutokseen hiili-intensiivisistä kulutusmuodoista vähähiilisempiin kulutusmuotoihin. Muutos tarkoittaa esimerkiksi siirtymistä yksityisautoilusta joukkoliikenteeseen, fossiilisista polttoaineista uusiutuvaan energiaan ja lihasta kasvipohjaisiin elintarvikkeisiin. Lisäksi on olemassa tehokkuuden parantamiseen liittyviä vaihtoehtoja, kuten ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen ja sähkö- ja hybridautot. Suurin osa vaihtoehdoista, joilla on suurin vaikutus, ovat liikkumisen ja asumisen osa-alueilta. Tämän lisäksi hiilijalanjälkeä voidaan pienentää myös ruokailutottumuksia muuttamalla.

Seuraavaksi suurin vähennyspotentiaali (keskimäärin 250–500 kg CO₂e per vaihtoehto) on kimppakyydeillä, asumisella lähempänä työpaikkaa, lämpöpumppujen käytöllä, autottomalla työmatkaliikenteellä, maitotuotteiden kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla, punaisen lihan korvaamisella

15 Liikennemuotosiirtymä yksityisautoilusta julkiseen liikenteeseen yksityisessä tarkoituksessa tehdyillä matkoilla, kuten vapaa-ajalla ja ostoksilla käytäessä. Työmatkaliikenne on suljettu tämän kohdan ulkopuolelle, mutta se on sisällytetty toiseen vaihtoehtoon.

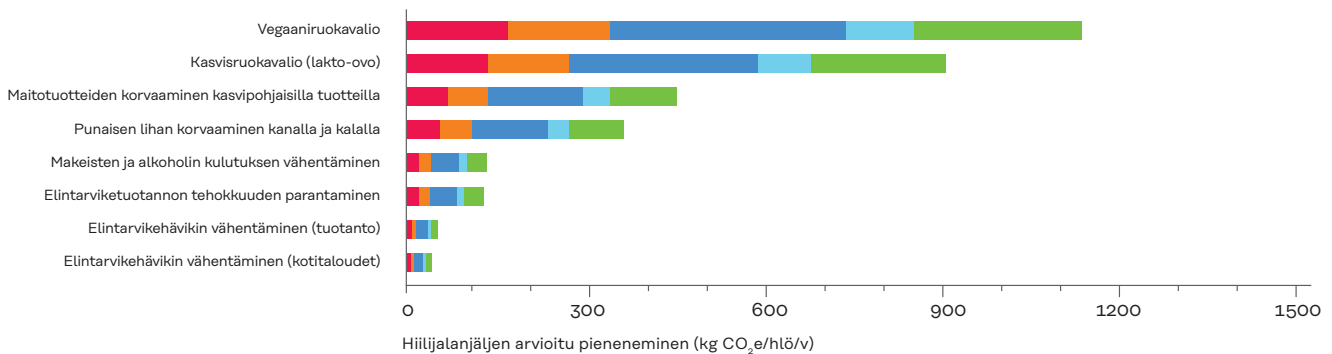
16 Näiden vaihtoehtojen täyden käyttöönoton arvioidaan voivan vähentää hiilijalanjälkeä kussakin tapauksessa yli 500 kg CO₂e/hlö/vuosi kahden tutkitun maan keskiarvona. Vaihtoehdot on esitelty laskevassa järjestyksessä arvioidun keskimääräisen vähennyspotentiaalın mukaisesti.

17 Näiden vaihtoehtojen täyden käyttöönoton arvioidaan voivan vähentää hiilijalanjälkeä kussakin tapauksessa yli 250 kg CO₂e/hlö/vuosi kahden tutkitun maan keskiarvona. Vaihtoehdot on esitelty laskevassa järjestyksessä arvioidun keskimääräisen vähennyspotentiaalın mukaisesti.

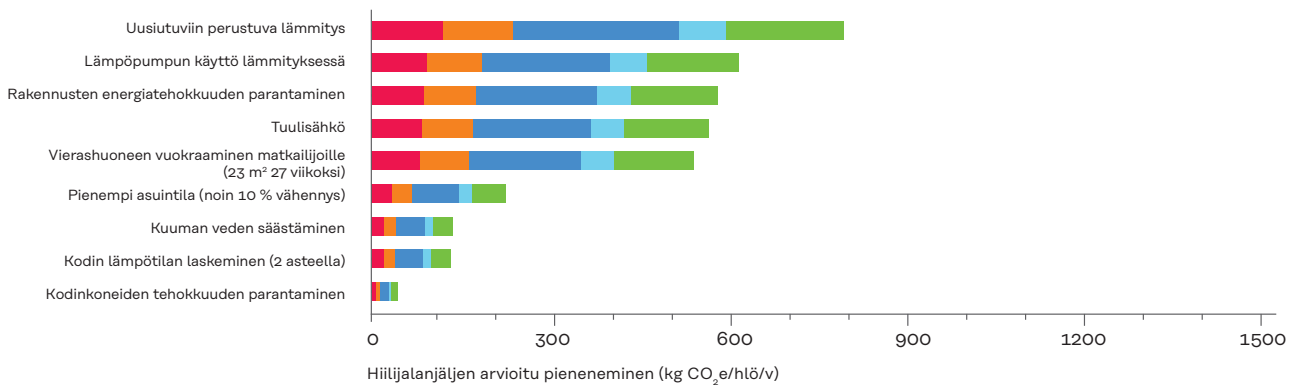
**KUVA 13. ERI
ELÄMÄNTAPA-
VALINTOJEN
VAIKUTUS
KESKIVERTO-
SUOMALAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Tekijöiden arvio, joka perustuu liitteiden 1 ja 2 oletuksiin. Yksittäisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutusten yhteenlaskettu summa ei ole yhtä kuin taulukoissa 3 ja 4 esitetyt yhteisvaikutukset eri vaihtoehtojen välisten päällekkäisyyksien ja synergioiden vuoksi.

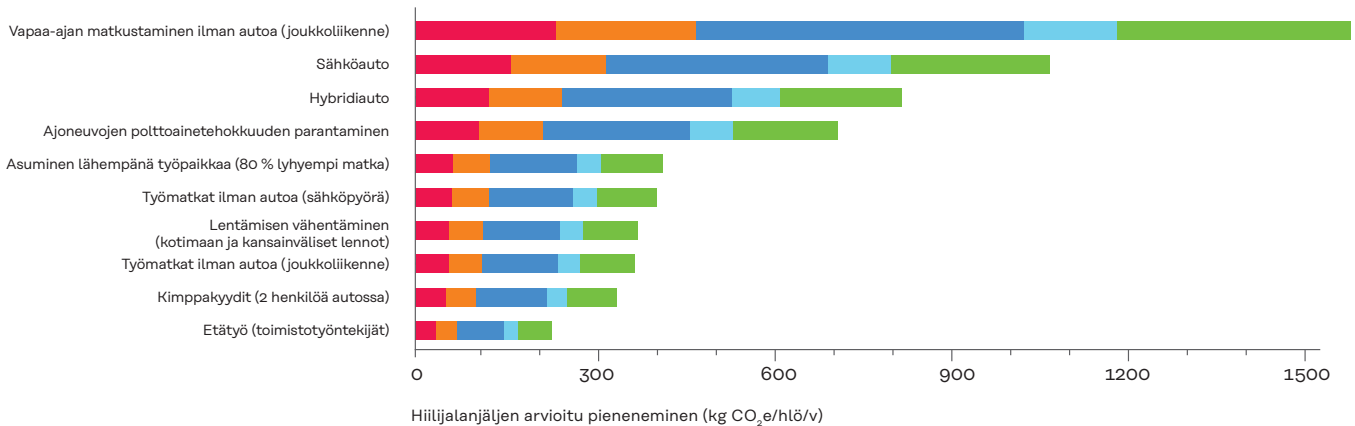
a) Elintarvikkeet, Suomi



b) Asuminen, Suomi



c) Liikkuminen, Suomi

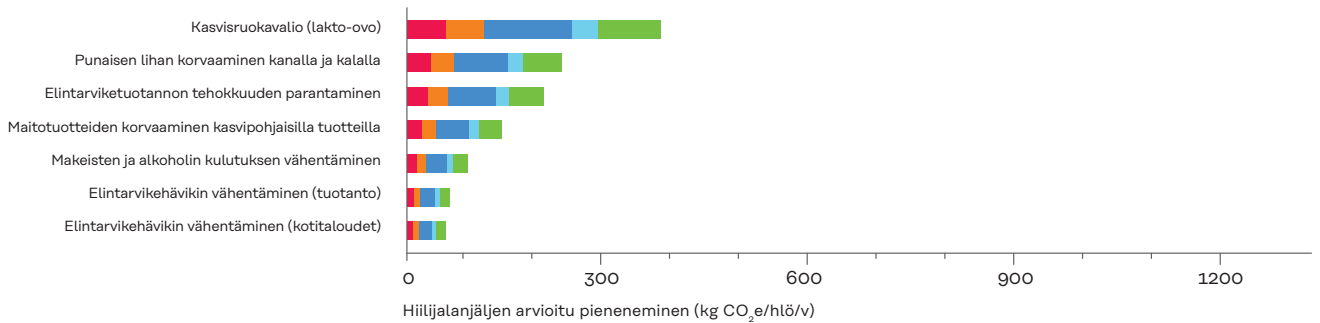


● 15 % käyttöönotto ● 30 % käyttöönotto ● 65 % käyttöönotto (2S-tavoite 2030) ● 75 % käyttöönotto (1,5D-tavoite 2030) ● 100 % käyttöönotto

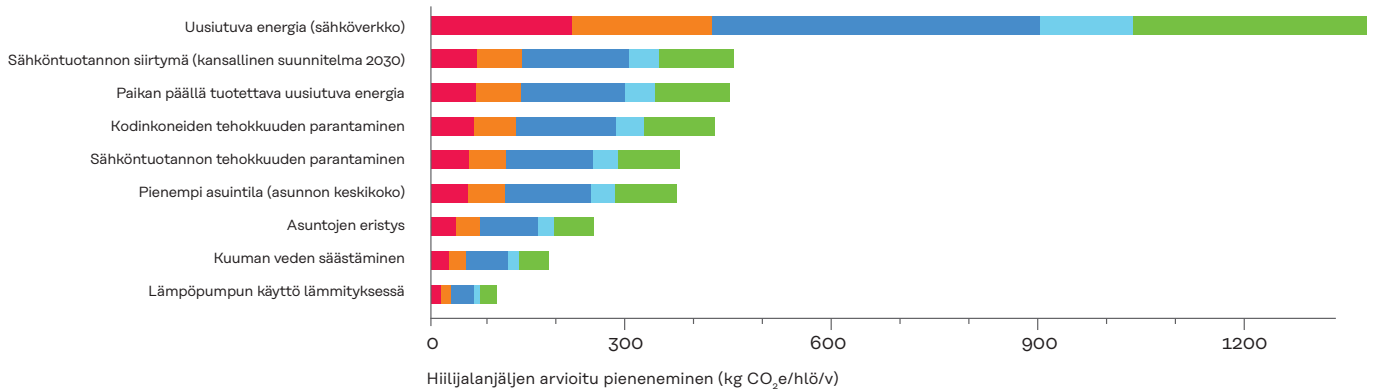
**KUVA 14. ERI
ELÄMÄNTAPA-
VALINTOJEN
VAIKUTUS
KESKIVERTO-
JAPANILAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Tekijöiden arvio, joka perustuu liitteiden 1 ja 2 oletuksiin. Yksittäisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutusten yhteenlaskettu summa ei ole yhtä kuin taulukoiden 3 ja 4 yhteisvaikutukset vaihtoehtojen välisten päällekkäisyyksien ja synergioiden vuoksi.

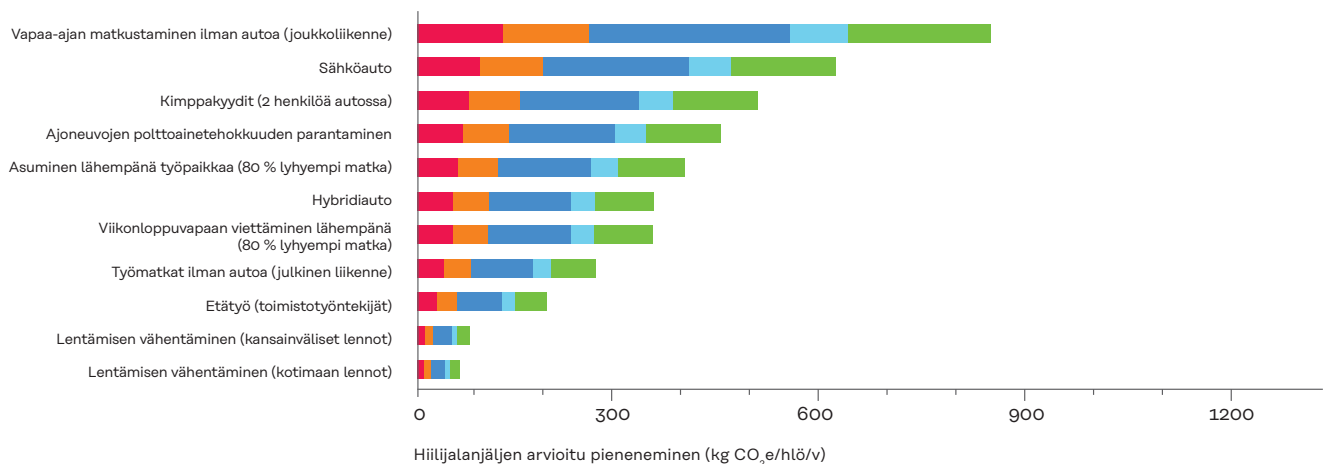
a) Elintarvikkeet, Japani



b) Asuminen, Japani



c) Liikkuminen, Japani



● 15 % käyttöönotto ● 30 % käyttöönotto ● 65 % käyttöönotto (2S-tavoite 2030) ● 75 % käyttöönotto (1,5D-tavoite 2030) ● 100 % käyttöönotto

kanalla tai kalalla ja pienemmällä asuintilalla.¹⁷ Vaihtoehtoihin sisältyvät absoluuttisen vähentämisen lähestymistapa, kuten työmatkan pituuden lyhentäminen, ja muut kulutusmuodon muutokseen perustuvat lähestymistavat, kuten liikennemuutosiirtymä ja ruokailutottumusten muuttaminen. Vaihtoehdot kattavat kaikki kolme tärkeintä osa-aluetta, liikkumisen, asumisen ja elintarvikkeet.

Vaihtoehdot, joilla on kohtuullinen vaikutus (keskimäärin alle 250 kg per vaihtoehto), ovat kodinkoneiden ja ruoantuotannon tehokkuuden parantaminen, etätyö¹⁸, kuuman veden säästäminen, lentämisen vähentäminen sekä ruokahävikin ja elintarvikkeiden liiallisen kulutuksen vähentäminen¹⁹ eli vaihtoehdot, jotka perustuvat tuotannon ja tuotteiden tehokkuuden parantamiseen tai fyysisen kulutuksen absoluuttiseen vähentämiseen.

Taulukot 3 ja 4 näyttävät kaikkien vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen käyttöönoton yhteisvaikutukset. Ne perustuvat oletukseen siitä, että kaikilla vaihtoehdoilla on sama käyttöönottoaste (esimerkiksi 15 % tai 30 %). Yhteisvaikutusten arviointi tehtiin, sillä yksittäisten vaihtoehtojen vähennyspotentiaalien yhteenlaskettu summa ei ota huomioon yksittäisten tekojen välisiä päällekkäisyyksiä ja synergioita. Suomessa vähähiilisten vaihtoehtojen yhteisvaikutus 15 ja 30 prosentin käyttöönottoasteella pienentäisi elämäntavan

hiilijalanjälkeä 27 ja 42 prosenttia eli 2,8 ja 4,4 tonnia CO₂e/hlö/vuosi, jolloin elämäntavan hiilijalanjäljeksi tulisi 7,6 ja 6,0 tonnia. Japanissa vaihtoehtojen yhteisvaikutus samalla käyttöönottoasteella olisi 18 ja 34 prosenttia eli 1,4 ja 2,6 tonnia, ja arvioitu elämäntavan hiilijalanjälki olisi vaihtoehtojen käyttöönoton jälkeen 6,2 ja 5,1 tonnia.²⁰

Määriteltäessä valittujen vähähiilisten vaihtoehtojen käyttöönottoasteita aiemmin ehdotettujen hiilijalanjälkitavoitteiden saavuttamiseksi havaittiin, että kaikki vaihtoehdot tulisi ottaa 75-prosenttisesti käyttöön 2,5 tonnin (CO₂e) hiilijalanjälkitavoitteen saavuttamiseksi vuoteen 2030 mennessä ja 65-prosenttisesti 3,0 tonnin hiilijalanjälkitavoitteen saavuttamiseksi vuoteen 2030 mennessä. Suomessa näillä käyttöönottoasteilla voidaan pienentää elämäntavan hiilijalanjälkeä 70 tai 77 prosenttia eli 7,4 tai 8,0 tonnia ja Japanissa 62 tai 68 prosenttia eli 4,7 tai 5,2 tonnia. Täysimääräisellä 100 prosentin käyttöönottoasteella²¹ vähähiilisten vaihtoehtojen yhteisvaikutukset olisivat Suomessa 87 prosenttia ja Japanissa 79 prosenttia. Tämän teoreettisen, suurimman mahdollisen käyttöönottoasteen perusteella elämäntavan hiilijalanjälki olisi Suomessa 1,4 tonnia ja Japanissa 1,6 tonnia. Tämä olisi lähellä vuoden 2050 korkeampaa hiilijalanjälkitavoitetta, joka on 1,4–1,5 tonnia CO₂e henkeä kohden vuodessa hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia (CCS) käyttämällä.

17 Näiden vaihtoehtojen täyden käyttöönoton arvioidaan voivan vähentää hiilijalanjälkeä kussakin tapauksessa yli 250 kg CO₂e/hlö/vuosi kahden tutkitun maan keskiarvona. Vaihtoehdot on esitelty laskevassa järjestyksessä arvioidun keskimääräisen vähennyspotentiaalin mukaisesti.

18 Liiketoiminnasta, kuten esimerkiksi toimistorakennuksen energiankulutuksesta, aiheutuvat hiilijalanjäljet on luokiteltu osaksi tuotantotoimintaa ja liitetty osaksi kutakin kulutettua tuotetta tai palvelua, mutta matkat töihin on luokiteltu osaksi kotitalouden kulutusta. Näin ollen etätyö ja töihin kulkemisen liikennemuutosiirtymä on sisällytetty tähän tutkimukseen vähähiilisinä vaihtoehtoina. Etätyön mahdollistama pienempi toimistotila voi pienentää hiilijalanjälkeä myös elämäntapoihin kuulumattomissa toiminnoissa.

19 Näiden vaihtoehtojen täyden käyttöönoton arvioidaan voivan vähentää hiilijalanjälkeä kussakin tapauksessa alle 250 kg CO₂e/hlö/vuosi kahden tutkitun maan keskiarvona. Vaihtoehdot on esitelty laskevassa järjestyksessä arvioidun keskimääräisen vähennyspotentiaalin mukaisesti.

20 Prosentuaaliset pienennysvaikutukset voivat olla tässä laskelmassa käyttöönottoastetta suuremmat. Pienennysvaikutusten suuruus riippuu valituista vaihtoehdoista ja kunkin vähähiilisen vaihtoehdon täyden käyttöönoton määritelmästä. Joillakin vaihtoehdoilla on suuri vähennyspotentiaali ja niiden yhdistelmä voi tuottaa käyttöönottoastetta prosentuaalisesti suuremman vähennyspotentiaalin.

21 Muilla kuin elintarvikkeiden, asumisen ja liikkumisen osa-alueilla oletuksena on kunkin osa-alueen kokonaisjalanjäljen pienentäminen 90 prosentilla.

Vaihtoehtojen yhteenlaskettu vähennyspotentiali osoittaa, että sekä kulutus- että tuotantopuolella tarvitaan erittäin kunnianhimoista vähähiilisten vaihtoehtojen käyttöönottoa (yli 75 prosenttia) kaikilla kulutuksen osa-alueilla 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseksi. Tämä

pienentäisi keskivertosuomalaisen ja keskivertojapanilaisen hiilijalanjäljen molemmissa maissa 2,5 tonniin CO₂e, joka on vuodelle 2030 ehdotetun 1,5 asteen tavoitteen mukainen. Kahdenkin asteen tavoitteen saavuttamisen edellytyksenä on kunnianhimoisen 65 prosentin

TAULUKKO 3.

**VÄHÄHIILISTEN
ELÄMÄNTAPAVAIHTOEHTOJEN
YHTIENLASKETUT VAIKUTUKSET
KESKIVERTOSUOMALAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Oletuksena on, että sama käyttöönottoaste koskee kaikkia kuvissa 13 ja 14 esitettyjä vaihtoehtoja. Oletuksena on myös, että tavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen hiilijalanjälkiä pienennetään yhdenmukaisesti käyttöönottoasteen mukaisen prosenttiosuuden verran, lukuunottamatta täysimääräistä käyttöönottoa, jota näillä kulutuksen osa-alueilla määriteltiin 90 prosentiksi.

	15 % käyttöönotto	30 % käyttöönotto	65 % käyttöönotto (2S tavoite, 2030)	75 % käyttöönotto (1.5D tavoite, 2030)	100 % käyttöönotto (90% tavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen osalta)
Kunkin kulutuksen osa-alueen hiilijalanjäljen pienentyminen (%)					
Elintarvikkeet	-25 %	-43 %	-67 %	-70 %	-74 %
Asuminen	-45 %	-56 %	-77 %	-82 %	-92 %
Liikkuminen	-28 %	-48 %	-74 %	-78 %	-87 %
Tavarat	-15 %	-30 %	-65 %	-75 %	-90 %
Vapaa-aika	-15 %	-30 %	-65 %	-75 %	-90 %
Palvelut	-15 %	-30 %	-65 %	-75 %	-90 %
Kaikkien keskiarvo	-27 %	-43 %	-70 %	-77 %	-87 %
Kokonaishiilijalanjälki 10 400 (kg CO₂e/hlö/vuosi)					
Kokonaisvähennys	-2 860	-4 510	-7 350	-7 990	-9 060
Hiilijalanjälki vähennyksen jälkeen	7 570	5 920	3 080	2 430	1 360

TAULUKKO 4.

**VÄHÄHIILISTEN
ELÄMÄNTAPAVAIHTOEHTOJEN
YHTÉENLASKETUT VAIKUTUKSET
KESKIVERTOJAPANILAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Oletuksena on, että sama käyttöönottoaste koskee kaikkia kuvissa 13 ja 14 esitettyjä vaihtoehtoja.

Oletuksena on myös, että tavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen hiilijalanjälkiä pienennetään yhdenmukaisesti käyttöönottoasteen mukaisen prosenttiosuuden verran, lukuun ottamatta täysimääräistä käyttöönottoa, jota näillä kulutuksen osa-alueilla määriteltiin 90 prosentiksi.

	15 % käyttöönotto	30 % käyttöönotto	65 % käyttöönotto (2S tavoite, 2030)	75 % käyttöönotto (1.5D tavoite, 2030)	100 % käyttöönotto (90% tavaroiden, vapaa-ajan ja palvelujen osalta)
Kunkin kulutuksen osa-alueen hiilijalanjäljen pienentyminen (%)					
Elintarvikkeet	–11 %	–20 %	–40 %	–44 %	–54 %
Asuminen	–20 %	–37 %	–64 %	–69 %	–78 %
Liikkuminen	–28 %	–48 %	–73 %	–77 %	–85 %
Tavarat	–15 %	–30 %	–65 %	–75 %	–90 %
Vapaa-aika	–15 %	–30 %	–65 %	–75 %	–90 %
Palvelut	–15 %	–30 %	–65 %	–75 %	–90 %
Kaikkien keskiarvo	–18 %	–34 %	–62 %	–68 %	–79 %
Kokonaishiilijalanjälki 7 640 (kg CO₂e/hlö/vuosi)					
Kokonaisvähennys	–1 410	–2 590	–4 650	–5 190	–6 030
Hiilijalanjälki vähennyksen jälkeen	6 230	5 060	2 990	2 460	1 620

käyttöönottoaste. Kun otetaan huomioon, että vuoden 2050 hiilijalanjälkitavoite on paljon pienempi eli 0,7–1,0 tonnia, tässä tutkimuksessa lueteltujen vaihtoehtojen avulla ei voida saavuttaa tätä pitkän aikavälin tavoitetta, vaan tarvitaan lisävaihtoehtoja. Tämä tarkoittaa radikaaleja tavaroiden ja palveluiden tuotanto- ja toimitusjärjestelmien ja elämäntapojen muutoksia.

Nämä tulokset osoittavat, miten merkittäviä elämäntapamuutoksia kaikilla kulutuksen osa-alueilla tarvitaan Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi tulokset viittaavat siihen, että kyse ei ole vain joko teknologiasta tai elämäntavoista, vaan molemmista – sekä energiajärjestelmää ja teknologiaa on

*Merkittäviä elämäntapamuutoksia
kaikilla kulutuksen osa-alueilla
tarvitaan Pariisin ilmastopimuksen
tavoitteiden saavuttamiseksi.*

kehitettävä että kulutustottumuksia muutettava, jotta kunnianhimoiset ilmastotavoitteet saavutetaan.

Tämän tutkimuksen rajoituksista on todettava, että eri vaihtoehtojen vähennyspotentiaalinen arviointi on kattavuudeltaan rajallinen. Vaihtoehdot valittiin kirjallisuuskatsauksen perusteella. Ne eivät ole kattavia eikä niissä oteta huomioon täysin uusia ja innovatiivisia vähähiilisiä tulevaisuuden vaihtoehtoja, jotka eivät ole vielä näkyvästi esillä nykyisessä kirjallisuudessa, kuten esimerkiksi hiilineutraali tai hiilinegatiivinen

(hiilidioksidia ilmakehästä poistava) maatalous. Myöskään energiajärjestelmien muutoksia, kuten uusiutuvia energialähteitä sähkön yhdistelmätuotannossa, ei otettu järjestelmällisesti huomioon kunkin tuotteen ja palvelun arvioinnissa, vaan ainoastaan suoran energiankäytön vaihtoehtona asumisen osa-alueella ja yleisenä tuotannon tehokkuuden parantamisena muilla osa-alueilla. Tällaisia energiajärjestelmän muutoksia kannattaisi käsitellä tulevilla tutkimuksissa.

Arviot vähähiilisistä vaihtoehdoista perustuvat siis suhteellisen yksinkertaisiin oletuksiin kulutettavien määrien, kulutusmuotojen ja/tai hiili-intensiteetin muutoksista sekä siihen, että tuotantopuolella hyväksytään yritysten kunnianhimoisemmat tiedossa olevat tavoitteet. Selvityksen muut rajoitukset liittyvät yhteisvaikutusten arviointiin, jossa ei ole otettu huomioon mahdollisia rebound-vaikutuksia ja kulutustottumusten dynaamisia muutoksia. Rebound-vaikutusten kannalta tätä arviointia voidaan pitää hieman optimistisena, sillä osa vähähiilisistä vaihtoehdoista saaduista hyödyistä saatettaisiin menettää rahojen ja ajan uudelleenkäytön myötä. Tutkimuksessa ei myöskään ole otettu huomioon tulevaisuuden dynaamisia muutoksia, kuten väestönkehityksen, teknologian, talouden ja kulutuksen välistä vuorovaikutusta tai vertailua sellaisten skenaarioiden kanssa, joissa tilanteen oletetaan pysyvän muuttumattomana. Arvioidut vaikutukset laskettiin yksinkertaisesti muuttamalla osatekijöiden kulutuksen määrää tai hiili-intensiteettiä vuonna 2017 arvioitujen hiilijalanjälkien pohjalta, samalla kun vertailua varten tarkoitettujen hiilijalanjälkitavoitteet liittyvät tulevaisuuteen, kuten vuoteen 2030. Tarkempi ja dynaamisempi tulevaisuuden elämäntapojen mallinnus jää siis tulevien tutkimusten tehtäväksi.

4.3

Interaktiivinen työkalu kotitalouksille

Tämän selvityksen yhteydessä on kehitetty prototyyppi interaktiivisesta työkalusta, ”1,5 asteen elämäntapojen palapelistä”. Työkalun tarkoituksena on auttaa kotitalouksia ymmärtämään 1,5 asteen elämäntapojen idea, mahdollisuudet ja haasteet sekä inspiroida ihmisiä siirtymään kohti vähähiilisiä elämäntapoja. Tavoitteena on tehdä tutkimuksen tuloksista sekä kotitalouksille että muille sidosryhmille helposti lähestyttävää ja ymmärrettävää.

1,5 asteen elämäntapojen palapelissä esitetään hiilijalanjäljet alueina (vrt. kuvat 7, 9

hiilijalanjälkensä pienentämiseksi. Neliöiden suhteellinen koko kuvastaa niissä esitettyjen vähähiilisten vaihtoehtojen potentiaalista vaikutusta kotitalouden hiilijalanjäljen pienentämiseksi.

Suomalaisessa palapelissä käytettiin noin 90 vaihtoehtoa, jotka perustuivat Sitran julkaisemaan 100 fiksun arjen teon luetteloon (www.sitra.fi/100tekoa). Japanilaisessa versiossa käytettiin noin 30 vaihtoehtoa, jotka vastasivat suoraan kuvassa 14 käytettyjä vaihtoehtoja. Osallistujien tehtävänä on valita juuri heille sopivimmat toimet nykyisen hiilijalanjäljen ja vuoden 2030 tavoitteen välisen eron kuromiseksi umpeen. Palapelin lähestymistapa on toiminnallinen, eikä osallistujia ohjata keskittymään vain jalanjäljen pienentämiseen, vaan vaihtoehtojen aktiiviseen valintaan ja toteuttamiseen omalle kotitaloudelle sopivin tavoin.

Kun nykyisen jalanjäljen ja vuoden 2030 tavoitteen välinen ero on kurottu umpeen, osallistujat siirtyvät toiseen vaiheeseen. Siinä heitä pyydetään sijoittamaan valitut vaihtoehdot aikajanelle, joka ulottuu nykyhetkestä vuoteen 2030 asti. Sitä varten osallistujat käyvät valitsemansa toimenpiteet läpi vielä kerran ja pohtivat, mitä niiden toteuttaminen käytännössä edellyttäisi. Mitkä tekijät motivoivat tai rajoittavat tiettyjä toimenpiteitä? Miten ja milloin ne voitaisiin panna täytäntöön? Tämä pohdinta auttaa pääsemään askeleen lähemmäs tavoitteiden toteuttamista todellisessa elämässä.

Kolmannessa vaiheessa osallistujia pyydetään analysoimaan, mitä vaihtoehtoja he voivat toteuttaa itse ja missä vaihtoehtoisissa toteutus huomattavasti helpottuisi muiden tekijöiden, kuten hallinnon tai yritysten tarjoamien ratkaisujen avulla. Toiveidensa ilmoittamiseksi

Miten 1,5 asteen tavoitteesta voidaan tehdä konkreettinen, ja miten kotitalouksia autetaan ymmärtämään sen merkitys.

ja 11). Toisin kuin näissä kuvissa, palapelissä ei kuitenkaan kerrota suoraan kyseessä olevan osatekijän kulutusta sen hiili-intensiteetillä, vaan esitetään neliöinä nykyisen kulutuksen hiilijalanjälki, tavoitetasot ja vaihtoehdot jalanjäljen pienentämiseksi.

Osallistujille esitetään ensimmäisessä vaiheessa heidän nykyisen hiilijalanjälkensä koko, joka on havainnollistettu neliön muodossa. Neliön sisällä on pienempi neliö, joka kuvastaa vuoden 2030 tavoitetta (2,5 tonnia CO₂e) eli elämäntapojemme hiilijalanjäljen tavoiteltavaa tasoa vuonna 2030. Sen jälkeen osallistujille annetaan joukko ”palapelin paloja”. Ne ovat erikokoisia neliöitä, jotka ehdottavat erilaisia toimia, joihin kotitaloudet voivat ryhtyä

osallistujat saavat kolme tarralappua kutakin tahoa (julkinen sektori, yritykset) kohden, jotka he sijoittavat haluamansa toimenpiteen kohdalle. Tarralappuihin osallistujat kuvailevat, mitä he toivovat kyseisen tahon tai sen edustajan tekävän, jotta vaihtoehdon toteuttaminen helpottuisi.

Viimeisessä vaiheessa osallistujia pyydetään valitsemaan toimenpiteet, joiden kokeilemisen tai täytäntöönpanon he haluaisivat aloittaa välittömästi. Tätä vaihetta koskevat ohjeet ovat vaihdelleet riippuen siitä, millaisessa tilanteessa palapeliä on koottu.

Työkalun ensimmäiset prototyypit ovat olleet ja ovat yhä kokeiltavana useissa eri yhteyksissä. Testaamisen tavoitteena on kerätä ideoita siitä, miten työkalua voidaan

kehittää, sekä ajatuksia siitä, missä työkalua voitaisiin käyttää, sekä testata työkalun soveltuvuutta erilaisissa sosiokulttuurisissa yhteyksissä. Iteratiivisen suunnitteluprosessin ansiosta on mahdollista kokeilla ja luoda yhdessä erilaisten ryhmien kanssa prototyyppejä varhaisessa vaiheessa, mikä helpottaa monitieteistä keskustelua siitä, mitä muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan ja mikä on toivottavaa toiminnan aktivoimiseksi. Viime kädessä pyrkimyksenä on selvittää, miten 1,5 asteen tavoitteesta voidaan tehdä konkreettinen, miten kotitalouksia ja muita sidosryhmiä autetaan ymmärtämään tämän tavoitteen merkitys, ja miten lopulta voidaan edistää vähähiilisiin elämäntapoihin siirtymistä.

KUVA 15.
**1,5 ASTEEN
ELÄMÄNTAPOJEN
PALAPELI**

Palapeli havainnollistaa pelaajan nykyisen hiilijalanjäljen koon suhteessa vuoden 2030 tavoitteeseen. Pelaajat saavat joukon "palapelin paloja". Palat ovat erikokoisia neliöitä, jotka ehdottavat erilaisia toimia, joihin kotitaloudet voivat ryhtyä hiilijalanjälkensä pienentämiseksi. Neliöiden suhteellinen koko kuvastaa niissä esitettyjen vähähiilisten vaihtoehtojen vaikutusta kotitalouden hiilijalanjäljen pienentämiseksi.



Toukokuun alkuun 2019 mennessä työkalua on testattu seuraavissa tapahtumissa ja paikoissa:

- 1,5 asteen elämäntavat -selvityksen kansainvälisten huippututkijoiden työpaja Helsingissä 2018.
- Sustainable Lifestyles Accelerator -tiekarttatyöpajat kotitalouksien kanssa Porvoossa, Lappeenrannassa, Zürichissä, Barcelonassa, México Cityssä ja Wuppertalissa 2018–2019.
- World Circular Economy Forum rinnakkaistapahtuma Yokohamassa 2018 ja kaksi työpajaa japanilaisten kotitalouksien kanssa Suur-Tokion alueella.
- Työpaja kulutustavaroihin keskittyneen kansainvälisen yhtiön kanssa 2018 ja sen järjestämä globaali työpaja kestävän kulutuksen ja tuotannon asiantuntijoille 2019.

– Työpajat yliopisto-opiskelijoiden kanssa Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston kolmen kurssin puitteissa 2018–2019.

– Työpaja Suomen ympäristöministeriön virkamiesten kanssa 2018.

– Työpajat ympäristökasvatuksen ammattilaisten ja opettajien kanssa Suomessa 2018.

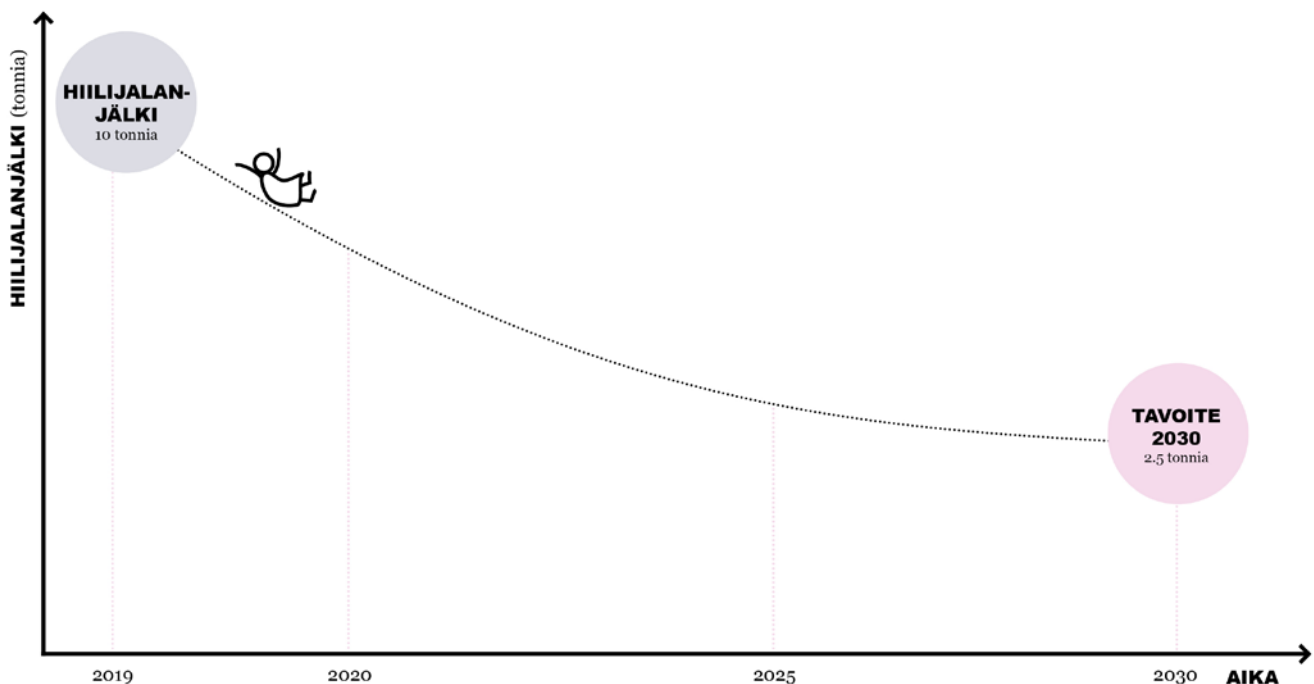
– Tieteiden yö -tapahtuman yhteydessä järjestetty työpaja 60 helsinkiläisen kanssa 2019.

– Työpaja Lappeenrannan kaupunkikehityslautakunnan jäsenten kanssa 2019.

Työkalusta on saatu myönteistä palautetta, ja sitä on pidetty hyödyllisenä 1,5 asteen elämäntapojen ymmärtämisessä ja kehityspolkujen rakentamisessa erityisesti

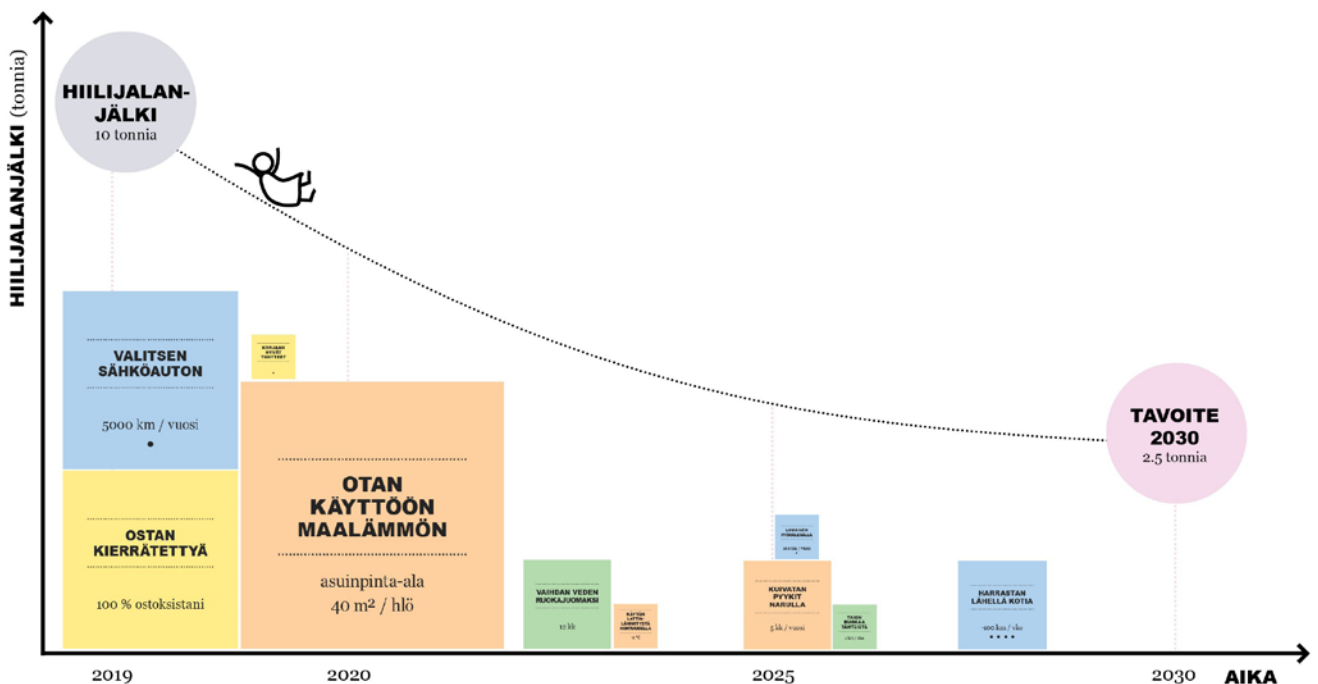
KUVA 16.

1,5 ASTEEN ELÄMÄNTAPOJEN PALAPELI



Työkalulla validoitiin 1,5 asteen elämäntavat -selvityksen teoreettinen pohja ja todettiin sen soveltuvan käytettäväksi kotitalouksien kanssa tehtävässä ilmastotyössä sekä ponnisteluissa kohti resurssiviisaampaa yhteiskuntaa. Työkalun kehittämistä jatketaan saadun palautteen perusteella.

Seuraavassa vaiheessa pelaajat sijoittavat valitsemansa vähähiiliset elämäntapavaihtoehdot aikajanelle, joka ulottuu nykyhetkestä vuoteen 2030 asti.



5. Päätelmät

Tämän selvityksen tavoitteena on osoittaa, missä määrin elämäntavat vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin ja ilmastonmuutokseen. Selvitys tarjoaa vaihtoehtoja kestävämmän yhteiskunnan toteuttamiseen ja erityisesti siihen, miten yksilöiden hiilijalanjälkeä olisi mahdollista pienentää Pariisin ilmastopimuksen määrittelemän 1,5 asteen tavoitteen mukaiseksi. Selvityksessä tarkastellaan kotitalouksien elämäntapojen hiilijalanjälkeä

ja sen erityispiirteitä määrällisen kulutuksen ja hiili-intensiteetin perusteella kahdessa kehittyneessä maassa, Suomessa ja Japanissa. Laajempaa globaalia perspektiiviä antavat kehittyvät maat Brasilia, Kiina ja Intia. Vertailemalla nykyisiä hiilijalanjälkiä Pariisin ilmastopimuksen tavoitteisiin voidaan osoittaa elämäntapamuutosten tarjoamat päästövähennysmahdollisuudet pitkällä aikavälillä sekä eri maiden hiilijalanjälkien vähennystarpeet ja painopisteet.

5.1

Millainen olisi kestävä elämäntapojen hiilijalanjälki?

Tämä selvitys suosittelee Pariisin ilmastopimuksen 1,5 asteen tavoitteen mukaisesti pitkän aikavälin henkeä kohden lasketuiksi elämäntapojen hiilijalanjälki-tavoitteiksi 2,5 tonnia CO₂e vuoteen 2030 mennessä, 1,4 tonnia CO₂e vuoteen 2040 mennessä ja 0,7 tonnia CO₂e vuoteen 2050 mennessä. Nämä suositukset on laadittu tieteellisessä kirjallisuudessa esitettyjen päästövähennyspolkujen pohjalta olettamalla, että negatiivisia päästöjä koskevia tekniikoita käytetään mahdollisimman vähäisessä määrin. Tavoitteet esitetään maailmanlaajuisesti yhdenmukaistettuina, henkeä kohden laskettuina kotitalouksien keskimääräisen kulutuksen hiilijalanjälkitavoitteina. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä muutoksia yksilöiden ja kotitalouksien elämäntapoihin. Se edellyttää myös päättäjiltä, yrityksiltä ja muilta tahoilta systeemisiä muutoksia infrastruktuuriin sekä tavaroiden ja palveluiden tuotanto- ja toimitusjärjestelmiin.

Jos laskelmissa huomioidaan negatiivisia päästöjä koskevat teknologiat,

kuten hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS ja BECCS), henkeä kohden laskettujen hiilijalanjälkitavoitteiden ylärajat nousevat. Tällöin ne ovat 3,2 tonnia CO₂e vuonna 2030, 2,2 tonnia vuonna 2040 ja 1,5 tonnia vuonna 2050. Näiden tekniikoiden käyttöönotto vaikuttaa siis tavoitteiden raja-arvoihin: mitä enemmän turvaudutaan esimerkiksi hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin, sitä suurempi on henkeä kohden laskettu hiilijalanjälkibudjetti. Tällaisten tekniikoiden käytettävyyks ja kustannukset ovat kuitenkin toistaiseksi epävarmoja, ja luottaminen yksinomaan negatiivisia päästöjä koskevien tekniikoiden laajamittaiseen käyttöön on riskialtis ja mahdollisesti harhaanjohtava strategia. Siksi tässä tutkimuksessa esitetään päästöjen hillitsemisen kehityspolkuja, joissa ei nojata liikaa negatiivisia päästöjä koskevien tekniikoiden laajamittaiseen käyttöön tulevaisuudessa.

Kaikissa viidessä tutkimuksen kohteena olleessa maassa paljastui hälyttäviä päästövähennystarpeita. Suomen ja Japanin keskivertokansalaisten 10,4 tonnin ja 7,6

tonnin hiilijalanjälkiä on pienennettävä 80–93 prosenttia vuoteen 2050 mennessä olettaen, että 58–76 prosentin vähennystoimet käynnistetään välittömästi vuoden 2030 tavoitteen saavuttamiseksi. Kaikki viivästykset toimien täytäntöönpanossa tarkoittavat sitä, että henkeä kohden laskettuja vähennystavoitteita olisi nostettava ja että pidemmän aikavälin tavoitteista tulisi entistä tiukempia. Tutkituissa kehittyvissä maissa Kiinan keskivertokansalaisen nykyistä 4,2 tonnin,

Brasilian 2,9 tonnin ja Intian 2,0 tonnin hiilijalanjälkeä on pienennettävä 23–84 prosenttia maasta ja skenaariosta riippuen vuoteen 2050 mennessä. Nämä erot paljastavat, että vauraissa teollisuusmaissa on ryhdyttävä välittömästi merkittäviin vähennystoimiin, ja tämän lisäksi kehittyvien maiden on löydettävä vaihtoehtoisia kehityspolkuja, missä vähähiiliset infrastruktuurit sekä tuotanto- ja toimitusjärjestelmät mahdollistavat kestävät elämäntavat ensisijaisena vaihtoehtona.

5.2

Elämäntapojen hiilijalanjälkien painopisteet

Määrällisen kulutuksen perusteella laskettujen elämäntapojen hiilijalanjälkien tarkastelu paljasti useita runsaasti päästöjä aiheuttavia painopisteitä, kuten lihan ja maitotuotteiden kulutus sekä fossiilienergia ja yksityisautoilu. Nämä ovat merkittäviä ilmastomuutoksen aiheuttajia kotitalouksien kulutuksen näkökulmasta tarkasteltuna ja siten keskeisiä muutoksen painopisteitä Pariisin ilmastopimuksen mukaisten vähähiilisten elämäntapojen toteuttamiseksi.

Liha- ja maitotuotteiden kulutus, fossiilienergia ja yksityisautoilu ovat merkittäviä ilmastomuutoksen aiheuttajia kotitalouksien kulutuksessa.

Tarkastelluista kulutuksen osa-alueista elintarvikkeet, asuminen ja liikkuminen muodostavat noin 75 prosenttia elämäntapojen hiilijalanjäljestä. Näillä osa-alueilla on suurimmat mahdollisuudet saada

aikaan merkittäviä päästövähennyksiä. Liha- ja maitotuotteiden kulutus muodostaa merkittävän osuuden elintarvikkeiden kokonaishiilijalanjäljestä, sillä niiden hiili-intensiteetti on korkea. Sitä vastoin vain vähän hiilidioksidipäästöjä aiheuttavien ja ravitsevien papujen kulutus on vielä suhteellisen pientä. Asumisen hiilijalanjälkeä kasvattaa fossiilisiin polttoaineisiin perustuva, esimerkiksi hiilellä ja nesteytettyllä maakaasulla tuotettu sähkö sekä lämmön tuotanto fossiilisista polttoaineista. Uusiutuvan energian osuus on toistaiseksi pieni, mistä ainoa poikkeus on puun käyttö energiantuotannossa ja talojen lämmityksessä Suomessa. Liikkumisen hiilijalanjälkeä nostavat erityisesti runsas yksityisautoilu ja sen suuri hiili-intensiteetti. Seuraavaksi eniten hiilijalanjälkeä nostaa lentomatkataminen. Vähäpäästöisen joukkoliikenteen ja polkupyörän käyttö on vielä vähäistä.

Osa-aluekohtaisten vähennystarpeiden perusteella vauraissa teollisuusmaissa tarvittava jalanjälkivähennys vuosina 2030 ja 2050 on vähintään 47 ja 68 prosenttia elintarvikkeissa, 68 ja 93 prosenttia asumisessa ja 71 ja 95 prosenttia

liikkumisessa. Jalanjälkien vähennystarve ei koske ainoastaan kehittyneitä maita. Tässä raportissa tarkasteltujen kehittyvien maiden nykyiset hiilijalanjäljet ylittävät vuoden 2050 tavoitteet kaikilla osa-alueilla, ja liikkumiseen liittyvät hiilijalanjäljet ylittävät vuoden 2030 tavoitteen.

Selvityksessä havaittiin eri maiden välillä myös suuria eroja nykyisissä kulutustottumuksissa, hiilijalanjälkeen vaikuttavissa tekijöissä ja päästövähennysmahdollisuuksissa. Tämä johtuu tuotteiden ja palvelujen kulutustasoon ja hiili-intensiteettiin liittyvistä eroista. Maakohtaisia painopisteitä ovat esimerkiksi maitotuotteiden kulutus ja energian kokonaiskulutus Suomessa ja

fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkö Japanissa. Toisaalta auton käyttö ja lihan kulutus ovat merkittäviä painopisteitä kaikissa maissa lukuun ottamatta Intiaa, missä lihan kulutus on pientä. Koska jokaisessa maassa on oma ainutlaatuinen kulttuurinsa ja yhteiskuntansa, kulutustottumusten ja elämäntapojen muutosten voidaan odottaa vaihtelevan nyt ja tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että huolimatta henkeä kohden yhdenmukaistetuista globaaleista tavoitteista vuosille 2030 ja 2050 ratkaisut on räätälöitävä kunkin maan tilanteen mukaisesti samalla kun otetaan huomioon muutosten kiireellisyys.

5.3

Vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja

Tässä selvityksessä esitetään vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja kulutuksen eri osa-alueille ja arvioidaan noin 30 vaihtoehdon vaikutukset henkeä kohden laskettuun hiilijalanjälkeen Suomessa ja Japanissa. Vaihtoehtoja, joilla voi olla suuri vaikutus, ovat yksityisautoilun korvaaminen joukkoliikenteellä tai sähköpyörällä työ- ja vapaa-ajan matkoilla, sähkö- ja hybridiautojen käyttöönotto, ajoneuvojen polttoainetehokkuuden huomattava parantaminen, kimppakyydit, asuminen lähempänä työpaikkaa ja pienemmissä asunnoissa, uusiutuvat energialähteet sähkön ja lämmön tuotannossa, lämpöpumppujen käyttöönotto, kasvis- tai vegaaniruokavalio sekä maitotuotteiden ja punaisen lihan korvaaminen kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla. Edellä mainitut eivät ole ainoita vaihtoehtoja 1,5 asteen elämäntapojen saavuttamiseksi, mutta ne ovat lupaavimmat niistä vaihtoehdoista, joista oli saatavilla tietoa hiilijalanjälkivaikutusten arvioimiseksi. Tässä

selvityksessä esitettyjen hiilijalanjälkitavoitteiden saavuttamiseksi vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen määrää tulisi laajentaa merkittävästi, ja lisäksi tulisi ottaa huomioon radikaaleja, suuren vähennyspotentialin omaavia vaihtoehtoja.

Jos tässä selvityksessä tarkastellut vähähiiliset vaihtoehdot otettaisiin täysimääräisesti käyttöön, kukin niistä voisi pienentää henkeä kohti laskettua vuotuista hiilijalanjälkeä merkittävästi, useilla sadoilla kilogrammoilla tai jopa yli tonnilla. Esimerkiksi jos kaikki vapaa-ajan matkat tehtäisiin auton sijaan joukkoliikenteellä, se pienentäisi keskivertokansalaisen hiilijalanjälkeä Suomessa yli 1 500 kg ja Japanissa 700 kg CO₂e/hlö/vuosi. Uusiutuvaan sähköön siirtymällä asumisen hiilijalanjälki voisi pienentyä Suomessa yli 500 kg ja Japanissa 1 200 kg CO₂e/hlö/vuosi. Kasvisruokavalioon siirtyminen voisi pienentää keskimääräistä hiilijalanjälkeä Suomessa noin 900 kg ja Japanissa 400 kg

CO₂e/hlö/vuosi. Myös muilla vaihtoehtoilla, kuten kodinkoneiden ja elintarvikkeiden tuotannon tehokkuuden parantamisella, etätyöllä, kuuman veden säästämällä, lentämisen vähentämällä, elintarvikehävikin pienentämällä ja elintarvikkeiden liiallisen kulutuksen vähentämällä, on kohtuulliset vaikutukset keskivertohiilijalanjälkeen. Näillä vaihtoehtoilla voi olla vielä suurempi vähennyspotentiaali tiettyjen yksilöiden tai väestönosien keskuudessa. Esimerkiksi lentämisen vähentämällä on vain kohtuullinen vaikutus keskiverto-suomalaisen hiilijalanjälkeen, mutta paljon lentävien henkilöiden kohdalla sen vaikutus hiilijalanjälkeen voi olla huomattava. Muita kohtalaisesti tai paljon hiilijalanjälkeä pienentäviä vaihtoehtoja ovat liikuttujen välimatkojen lyhentäminen etätyöllä tai

huonompaan. Kulutustapojen muutoksia, tehokkuuden parantamista ja määrällisen kulutuksen vähentämistä on toteutettava sekä järjestelmän laajuisten muutosten että yksilöiden ja kotitalouksien mittavien toimien avulla. Vähähiilisten tuotteiden ja palvelujen saatavuus ja niiden käyttöä helpottava infrastruktuuri ovat olennaisen tärkeitä, jotta ihmiset voivat siirtyä vähähiilisiin elämäntapoihin. Tarvitsemme yhteisiä ponnisteluja, kuten uusia hallinnon tavoitteita ja tapoja, radikaaleja muutoksia politiikassa, liiketoimintaan ja tuotanto- ja toimitusjärjestelmiin liittyviä disruptiivisiakin muutoksia sekä kansalaisyhteiskunnan osallistamista yhteiskunnan normien ja odotusten muuttamiseen. Muutoksia tarvitaan kaikilla tasoilla ja tahoilla, jotta voimme helpottaa uusien ja kestävämpien elämäntapojen muodostumista mahdollisimman pian sekä edistää niiden hyväksyttävyyttä ja haluttavuutta.

Tähän selvitykseen valittujen noin 30 vähähiilisen elämäntapavaihtoehdon yhteisvaikutusten arviointi Japanissa ja Suomessa paljasti, että ne on otettava käyttöön erittäin kunnianhimoisesti eli 60 tai 75 prosentin käyttöönottoasteella, jotta elämäntapojen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää kahden tai 1,5 asteen ilmastotavoitteiden mukaisesti vuoteen 2030 mennessä. Vuoden 2050 hiilijalanjälki-tavoitteen saavuttamiseksi tarvittaisiin vielä laajempi valikoima vähähiilisiä vaihtoehtoja ja vielä progressiivisempia toimenpiteitä tuotantojärjestelmiin, vaihtoehtojen saatavuuteen sekä poliittisiin päätöksiin. Yksilöiden elämäntapamuutosten tukemiseksi tarvitaan kiireellisesti houkuttelevia ja helposti toteutettavia vähähiilisiä ratkaisuja sekä niitä tukevaa infrastruktuuria.

Koska jokaisessa maassa on oma ainutlaatuinen kulttuurinsa ja yhteiskuntansa, ratkaisut on räätälöitävä kunkin maan tilanteen mukaisesti.

asumalla lähempänä työpaikkaa sekä energiatehokkuuden parantaminen esimerkiksi ajoneuvojen ja kodinkoneiden osalta.

Vähähiiliset vaihtoehdot voivat perustua niin kulutuksessa kuin tuotannossa toteutettaviin toimenpiteisiin. Niiden toteuttamiseen on kolme keskeistä lähestymistapaa: kulutuksen vähentäminen, tehokkuuden parantaminen ja kulutusmuodon muutos. Erityisesti siirtymällä vähähiilisempiin kulutusmuotoihin arvioidaan olevan suuria mahdollisuuksia pienentää elintarvikkeiden, asumisen ja liikkumisen hiilijalanjälkeä ilman, että yksilön tarvitsisi kokea elämänlaadussaan merkittävää muutosta

TAULUKKO 5.

**LISTA VÄHÄHIILISISTÄ
ELÄMÄNTAPAVAIHTOEHDOSTA
JA NIIDEN VAIKUTUKSESTA
KESKIVERTOSUOMALAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Tässä taulukossa on esitetty vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus absoluuttisesti (kg CO₂e/hlö/vuosi) ja suhteellisesti eli prosenttiosuutena nykyisestä keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljestä. Eri vaihtoehtojen mahdollista päällekkäisyyttä ei ole huomioitu ja oletuksena on, että vähähiilinen vaihtoehto otetaan käyttöön täysimääräisesti. Vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutusta hiilijalanjälkeen on tarkasteltu myös kuvassa 13 ja taulukossa 3 sekä täysimääräisen (100 %) että osittaisen (15 %, 30 %, 65 % tai 75 %) käyttöönoton osalta.

Suomi

Kulutuksen osa-alue	Keskivertosuomalaisen elämäntapojen hiilijalanjälki: 10 400 kg CO ₂ e/hlö/vuosi	Arvioitu hiilijalanjäljen pieneneminen, CO ₂ e/hlö/vuosi	Osuus keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljestä (%), eri vaihtoehtojen päällekkäisyyttä ei ole huomioitu
1. Liikkuminen	Vapaa-ajan matkustaminen ilman autoa (joukkoliikenne)	1560	15 %
2. Elintarvikkeet	Vegaaniruokavalio	1120	11 %
3. Liikkuminen	Sähköauto	1060	10 %
4. Elintarvikkeet	Kasvisruokavalio (lakto-ovo)	900	8,6 %
5. Liikkuminen	Hybridiauto	810	7,8 %
6. Asuminen	Uusiutuvaan energiaan perustuva lämmitys	790	7,6 %
7. Liikkuminen	Ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen	700	6,8 %
8. Asuminen	Lämpöpumpun käyttö lämmityksessä	610	5,9 %
9. Asuminen	Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen	580	5,5 %
10. Asuminen	Tuulisähkö	560	5,4 %
11. Asuminen	Vierashuoneen vuokraaminen matkailijoille (23 m ² 27 viikoksi)	540	5,2 %
12. Elintarvikkeet	Maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla tuotteilla	450	4,3 %
13. Liikkuminen	Asuminen lähempänä työpaikkaa (80 % lyhyempi matka)	410	4,0 %
14. Liikkuminen	Työmatkat ilman autoa (sähköpyörä)	400	3,9 %
15. Liikkuminen	Lentämisen vähentäminen (kotimaan ja kansainväliset lennot)	370	3,6 %
16. Liikkuminen	Työmatkat ilman autoa (joukkoliikenne)	370	3,5 %
17. Elintarvikkeet	Punaisen lihan korvaaminen kanalla ja kalalla	360	3,5 %
18. Liikkuminen	Kimppakyydit (2 henkilöä autossa)	340	3,2 %
19. Liikkuminen	Etätö (toimistotyöntekijät)	230	2,2 %
20. Asuminen	Pienempi asuintila (noin 10 % vähennys)	220	2,1 %
21. Asuminen	Kuuman veden säästäminen	140	1,3 %
22. Elintarvikkeet	Makeisten ja alkoholin kulutuksen vähentäminen	130	1,3 %
23. Asuminen	Kodin lämpötilan laskeminen (2 asteella)	130	1,3 %
24. Elintarvikkeet	Elintarviketuotannon tehokkuuden parantaminen	130	1,2 %
25. Elintarvikkeet	Elintarvikehävikin vähentäminen (tuotanto)	50	0,5 %
26. Asuminen	Kodinkoneiden tehokkuuden parantaminen	40	0,4 %
27. Elintarvikkeet	Elintarvikehävikin vähentäminen (kotitaloudet)	40	0,4 %

TAULUKKO 6.

**LISTA VÄHÄHIILISISTÄ
ELÄMÄNTAPAVAIHTOEHDOSTA
JA NIIDEN VAIKUTUKSESTA
KESKIVERTOJAPANILAISEN
HIILIJALANJÄLKEEN**

Tässä taulukossa on esitetty vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus absoluuttisesti (kg CO₂e/hlö/vuosi) ja suhteellisesti eli prosenttiosuutena nykyisestä keskivertojapanilaisen hiilijalanjäljestä. Eri vaihtoehtojen mahdollista päällekkäisyyttä ei ole huomioitu ja oletuksena on, että vähähiilinen vaihtoehto otetaan käyttöön täysimääräisesti. Vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutusta hiilijalanjälkeen on tarkasteltu myös kuvassa 14 ja taulukossa 4 sekä täysimääräisen (100 %) että osittaisen (15 %, 30 %, 65 % tai 75 %) käyttöönoton osalta.

Japani

Kulutuksen osa-alue	Keskivertojapanilaisen elämäntapojen hiilijalanjälki: 7 600 CO ₂ e/hlö/vuosi	Arvioitu hiilijalanjäljen pieneminen, CO ₂ e/hlö/vuosi	Osuus keskivertojapanilaisen hiilijalanjäljestä (%), eri vaihtoehtojen päällekkäisyyttä ei ole huomioitu
1. Asuminen	Uusiutuva energia (sähköverkko)	1250	16 %
2. Liikkuminen	Vapaa-ajan matkustaminen ilman autoa (joukkoliikenne)	720	9,5 %
3. Liikkuminen	Sähköauto	520	6,8 %
4. Liikkuminen	Kimppakyydit (2 henkilöä autossa)	430	5,7 %
5. Asuminen	Sähköntuotannon siirtymä (kansallinen suunnitelma 2030)	410	5,4 %
6. Asuminen	Paikan päällä tuotettava uusiutuva energia	400	5,3 %
7. Liikkuminen	Ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen	380	5,0 %
8. Asuminen	Kodinkoneiden tehokkuuden parantaminen	380	5,0 %
9. Elintarvikkeet	Kasvisruokavalio (lakto-ovo)	340	4,5 %
10. Liikkuminen	Asuminen lähempänä työpaikkaa (80 % lyhyempi matka)	340	4,5 %
11. Asuminen	Sähköntuotannon tehokkuuden parantaminen	330	4,3 %
12. Asuminen	Pienempi asuintila (noin 10 % vähennys)	330	4,3 %
13. Liikkuminen	Hybridiauto	300	3,9 %
14. Liikkuminen	Viikonloppuvapaan viettäminen lähempänä (80 % lyhyempi matka)	300	3,9 %
15. Liikkuminen	Työmatkat ilman autoa (joukkoliikenne)	220	2,9 %
16. Asuminen	Asunnon eristys	220	2,9 %
17. Elintarvikkeet	Punaisen lihan korvaaminen kanalla ja kalalla	210	2,8 %
18. Elintarvikkeet	Elintarviketuotannon tehokkuuden parantaminen	180	2,4 %
19. Liikkuminen	Etätyö (toimistotyöntekijät)	160	2,1 %
20. Asuminen	Kuuman veden säästäminen	160	2,1 %
21. Elintarvikkeet	Maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla tuotteilla	130	1,7 %
22. Asuminen	Lämpöpumpun käyttö lämmityksessä	90	1,2 %
23. Elintarvikkeet	Makeisten ja alkoholin kulutuksen vähentäminen	80	1,1 %
24. Liikkuminen	Lentämisen vähentäminen (kansainväliset lennot)	70	0,9 %
25. Elintarvikkeet	Elintarvikehävikin vähentäminen (tuotanto)	60	0,8 %
26. Liikkuminen	Lentämisen vähentäminen (kotimaan lennot)	50	0,7 %
27. Elintarvikkeet	Elintarvikehävikin vähentäminen (kotitaloudet)	50	0,7 %

5.4

Tutkimustulosten vieminen käytäntöön

Tämä selvitys auttaa ymmärtämään, mistä elämäntapoihin liittyvät hiilijalanjäljet rakentuvat, ja miten elämäntapojen muutokset voivat vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Jatkossa on tärkeää sisällyttää elämäntapanäkökulma kaikkiin Pariisin ilmastopimuksen täytäntöönpanoon liittyviin tutkimuksiin ja keskusteluihin.

Ilmastonmuutokseen liittyvissä päästövähennysskenaarioissa ja -ratkaisuissa luotetaan usein teknologisiin ratkaisuihin, kuten negatiivisten päästöjen tuottamiseksi tarkoitettuun teknologiaan ja tuotannon tehokkuuden parantamiseen. Tässä selvityksessä esitellään erilainen näkökulma osoittamalla, miten tärkeää on muuttaa elämäntapojamme, jotta hiilijalanjälkemme pienenisivät tavoitteiden mukaisesti 80–93 prosenttia vuoteen 2050 mennessä.

Vähähiilisiä vaihtoehtoja ei pitäisi tulkita pelkästään rajoittavina, vaan uusina liiketoiminnan, työllisyyden ja elämänlaadun parantamisen mahdollisuuksina.

Selvityksen esittämiä vähähiilisiä vaihtoehtoja ei pitäisi tulkita pelkästään rajoittavina toimenpiteinä, vaan sen sijaan uusina liiketoiminnan, työllisyyden ja elämänlaadun parantamisen mahdollisuuksina. Monet vähähiiliset vaihtoehdot, kuten ruokailutottumusten muuttaminen ja liikaravitsemuksen vähentäminen, polkupyöräily, lähempänä sijaitsevat työ- ja vapaa-ajanviettopaikat tai etätyö, tarjoavat positiivisten ympäristövaikutusten lisäksi myös muita elämänlaatua parantavia etuja. Tämä voi näkyä esimerkiksi terveyden kohentumisena sekä liikunnan, vapaa-ajan tai käyttövarojen lisääntymisenä.

Kaikkien eri tahojen toimia tarvitaan hiilijalanjälkien pienentämiseksi tässä selvityksessä esitetyllä tavalla. Päättäjillä ja yrityksillä on keskeinen rooli infrastruktuurin uudistamisessa sekä tuotteiden ja palvelujen saatavuuden varmistamisessa. Yksilöillä tulisi olla paremmat kannustimet muuttamaan elämäntapojaan mahdollisimman pian.

Hallinto ja päättäjät voivat parantaa julkista liikennettä, edistää kevyen liikenteen väyliä vähähiilisen kaupunkisuunnittelun avulla ja helpottaa siirtymistä uusiutuviin energia-lähteisiin energiantuotantojärjestelmiä kehittämällä. Veroja, tukia ja muita poliittisia ohjauskeinoja voidaan käyttää kannustamaan siirtymistä vähähiilisempiin elämäntapoihin. Hallinnolla on merkittävä rooli niiden olemassaolevien ja uusien palvelujen saatavuuden parantamisessa, jotka edistävät hiili-intensiteetin pienentämistä ja kulutuksen vähentämistä kaikilla kulutuksen osa-alueilla.

Yritykset voivat kehittää vähähiilisiä tuotteita ja palveluita esimerkiksi etätyöhön, jakamistalouden alustoihin, elintarvikehävikin pienentämiseen, liha- ja maitotuotteiden kasvipohjaisiin vaihtoehtoihin liittyen. Yritysten olisi myös sisällytettävä 1,5 asteen liiketoimintamallit osaksi strategiaansa, investointipäätöksiään ja prosessikehitystään. Päättäjien ja yritysten toimien helpottamiseksi kuluttajat voivat osoittaa tukensa sekä äänestämällä että käyttämällä ostovoimaansa harkiten. Systeeminen muutos kulutuksen vähentämiseksi, tehokkuuden parantamiseksi ja kulutusmuotojen muuttamiseksi vähähiilisempiin vaihtoehtoihin erityisesti liikkumisen, asumisen ja ravinnon osa-alueilla on käynnistettävä välittömästi.

Vaikka kotitalouksien elämäntavat ovat osittain lukittuneet olemassa olevan järjestelmän tarjoamiin ratkaisuihin, on yksilöillä runsaasti mahdollisuuksia muuttaa elämäntapojaan ja kulutustottumuksiaan, myös lyhyellä aikavälillä. Yksilöt voivat esimerkiksi

käyttää enemmän joukkoliikennettä, polkupyörää ja muita vähähiilisiä ajoneuvoja sekä vähentää yksityisautoilua ja lentomatkustusta. Asumisen hiilijalanjälkeä voi pienentää ostamalla tai tuottamalla uusiutuvaa sähköä sekä satsaamalla vähähiilisiin asumisratkaisuihin ja laitteisiin, kuten ilmalämpöpumpuihin ja talojen parempaan eristämiseen. Ruokavaliota voi muuttaa siirtymällä

kasvispohjaisiin vaihtoehtoihin ja vähentämällä liha- ja maitotuotteiden kulutusta sekä elintarvikehävikkiä. Vähähiilisten tuotteiden ja palveluiden valitseminen aina niiden ollessa saatavilla on ratkaisevan tärkeää vähähiilisten markkinoiden vahvistamiseksi. Kiinnostuksen osoittaminen vähähiilisiä ratkaisuja kohtaan on tärkeä viesti myös hallinnolle ja poliittisille päättäjille.

5.5

Mitä seuraavaksi?

Tässä selvityksessä on ehdotettu ja analysoitu elämäntapojen hiilijalanjälkiä, jotka on määritellyt kotitalouden kulutuksesta suoraan ja välillisesti aiheutuviksi kasvihuonekaasupäästöiksi. Tätä tutkimusta varten kehitettyjä menetelmiä voidaan laajentaa ilmastomuutoksen lisäksi maapallon kantokyvyn muiden tekijöiden analysointiin, esimerkiksi makean veden käytön ja typen kierron tai muiden biogeokemiallisten virtojen tarkasteluun elämäntapojen näkökulmasta. Tutkimuksen viitekehystä hyödyntämällä on mahdollista tarkastella muitakin kestäväen kehityksen tavoitteiden ulottuvuuksia, kuten erilaisten elämäntapojen materiaalijalanjälkeä tai niistä muodostuvan jätteen määrää.

Jatkossa elämäntapojen hiilijalanjälkien ja painopisteiden analysointia voidaan laajentaa myös muihin kuin tässä selvityksessä tarkasteltuihin maihin, tai hiilijalanjälkiä voitaisiin tutkia esimerkiksi kaupunkien tasolla. Myös loppukysynnän ja pääomainvestointien hiilijalanjäljet voidaan ottaa mukaan muiden kuin elämäntapoihin liittyvien hiilijalanjälkien tarkastelemiseksi. Tällainen analyysi on mahdollista toteuttaa yksilöiden tasolla käyttämällä interaktiivista elämäntapojen hiilijalanjäljen arviointityökalua tai kyselytutkimuksen tietojen tai kuluttajien käyttäytymisestä kerätyn massadatan perusteella. Lisäksi olisi hyvä tarkastella uusia vähähiilisiä elämäntapavaihtoehtoja ja ottaa huomioon paikalliseen kulttuuriin, kuluttajien käyttäytymismalleihin

sekä infrastruktuurin ja palveluntarjoajien erityispiirteisiin liittyvät erityiset näkökohdat. Tutkimuksen helpottamiseksi ja vertailukelpoisuuden varmistamiseksi elämäntapojen hiilijalanjälkien arvioinnin menetelmäkuvausta voidaan edelleen kehittää ja laajentaa olemassa olevien tuotteiden ja organisaatioiden hiilijalanjälkien arviointimenetelmien lisäksi.

Ymmärryksen hiilijalanjälkitavoitteista, elämäntapavaihtoehtojen painopisteistä ja hiilijalanjälkien pienentämismahdollisuuksista tulisi heijastua yritysten strategioihin ja poliittiseen päätöksentekoon sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Vähähiilisten elämäntapojen strategioiden kehittämistä voisi tukea dynaaminen kehittämistyökalu, joka perustuu tässä selvityksessä käytettyyn lähestymistapaan. Työkalun avulla olisi mahdollista korostaa nykyisten kulutustottumusten todellisia vaikutuksia hiilijalanjälkeen ja tarkastella erilaisten räätälöityjen vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen käyttöönoton arvioituja vaikutuksia. Vaihtoehtoja, joiden vaikutus hiilijalanjälkeen on suuri, voitaisiin tulevaisuudessa tutkimushankkeissa kokeilla oikeissa kotitalouksissa, naapurustoissa ja kaupungeissa, jotta niiden toteutuskelpoisuus, hyväksyttävyys ja laajamittaisen käyttöönoton mahdollisuus voitaisiin paremmin ymmärtää. Tutkimusta ja kokeiluja yhdistämällä edistettäisiin edelleen päätöksentekoa, liiketoiminnan kehittämistä ja yksittäisiä toimia kohti 1,5 asteen elämäntapoja.

Lähteet

Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2018). Heisei 28 Nendo Niokeru Enerugi Jukyu Jisseki Kakuhou [Raportti energian tarjonnasta ja kysynnästä vuonna 2016]. http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_024.pdf.

Akenji, Lewis (2014). Consumer Scapegoatism and Limits to Green Consumerism. *Journal of Cleaner Production* 63, 13–23.

Akenji, Lewis, Magnus Bengtsson, Raimund Bleischwitz, Arnold Tukker & Heinz Schandl (2016). Ossified Materialism: Introduction to the Special Volume on Absolute Reductions in Materials Throughput and Emissions. *Journal of Cleaner Production* 132, 1–12.

Akenji, Lewis & Huizhen Chen (2016). A Framework for Shaping Sustainable Lifestyles. Nairobi: United Nations Environment Programme.

All Nippon Airways (2018). ANA Gurupu Jisseki [ANA-ryhmän tulos, maaliskuu 2018]. <https://www.ana.co.jp/group/pr/pdf/20180508-2.pdf> (ladattu 20.3.2018).

Arto, Iñaki, José M. Rueda-Cantuche & Glen P. Peters (2014). Comparing the GTAP-MRIO and WIOD Databases for Carbon Footprint Analysis. *Economic Systems Research* 26 (3), 327–53.

Barker, Terry., Igor Bashmakov, Awwad Alharthi, Markus Amann, Luis Cifuentes, John Drexhage, Maosheng Duan, Ottmar Edenhofer, Brian Flannery, Michael Grubb, Monique Hoogwijk, Francis I. Ibitoye, Catrinius J. Jepma, William A. Pizer, and Kenji Yamaji (2007). Mitigation from a cross-sectoral perspective. Teoksessa 1185 Regional Context Chapter 21 21 Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Toim. Metz, Bert, Ogunlade Davidson, Peter Bosch, Rutu Dave, and Leo Meyer. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 619-690.

Barrett, John, Harry Vallack, Andrew Jones & Gary Haq (2002). A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York. Stockholm: Stockholm Environment Institute.

Blanford, Geoffrey, James Merrick, Richard Richels & Steven Rose (2014). Trade-Offs between Mitigation Costs and Temperature Change. *Climatic Change* 123 (3-4), 527–41.

Boitier, Baptiste (2012). CO₂ Emissions Production-Based Accounting vs Consumption: Insights from the WIOD Databases. WIOD Conference Paper, huhtikuu 2012.

Buhl, Johannes (2014). Revisiting Rebound Effects from Material Resource Use. Indications for Germany Considering Social Heterogeneity. *Resources* 3 (1), 106–22.

Buitenkamp, Maria, Henk Venner & Teo Wams (1992). Sustainable Netherlands: Action Plan for a Sustainable Development of the Netherlands. Vereniging Milieudefensie: Amsterdam.

C40 Cities Climate Leadership Group (2018). Consumption based GHG Emissions of C40 Cities. <http://www.c40.org/researches/consumption-based-emissions>.

Clausen, Jens, Katrin Bienge, Jaya Bowry & Martina Schmitt (2017). The five Shades of Sharing. *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift* 32 (4), 30–34.

Creutzig, Felix, Blanca Fernandez, Helmut Haberl, Radhika Khosla, Yacob Mulugetta & Karen C. Seto (2016). Beyond Technology: Demand-Side Solutions for Climate Change Mitigation. *Annual Review of Environment and Resources* 41 (1), 173–98.

Dao, Hy, Pascal Peduzzi, Bruno Chatenoux, Andrea De Bono, Stefan Schwarzer & Damien Friot (2015). *Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary*. Geneva: Swiss Federal Office for the Environment.

Dietz, Thomas, Gerald T. Gardner, Jonathan Gilligan, Paul C. Stern & Michael P. Vandenbergh (2009). Household Actions Can Provide a Behavioral Wedge to Rapidly Reduce US Carbon Emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 (44), 18452–56.

Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf.

Energiatollisuus (2016). Sähköntuotanto energialähteittäin. https://energia.fi/en/energy_sector_in_finland/energy_production/electricity_generation (ladattu 20.1.2016).

Figge, Frank, William Young & Ralf Barkemeyer (2014). Sufficiency or Efficiency to Achieve Lower Resource Consumption and Emissions? The Role of the Rebound Effect. *Journal of Cleaner Production* 69 (huhtikuu), 216–24.

Food and Agriculture Organisation (2017). FAOSTAT: Food Balance Sheet. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS> (ladattu 12.12.2017).

Foxon, Timothy J. (2002). Technological and Institutional ‘Lock-in’ as a Barrier to Sustainable Innovation. Imperial College Centre for Policy and Technology Working Paper.

Frieske, Benjamin, Matthias Klötzke, Danny Kreyenberg, Katrin Bienge, Philipp Hillebrand, Hanna Hüging, Thorsten Koska et al. (2015). Begleitforschung zu Technologien, Perspektiven und Ökobilanzen der Elektromobilität: STROMbegleitung; Abschlussbericht des Verbundvorhabens” [Täydentävä tutkimus sähköiseen liikkuvuuteen liittyvistä teknologioista, näkökulmista ja elinkaari-arvioinnista: STROMbegleitung; yhteisen tutkimushankkeen loppuraportti]. Stuttgart: Dt. Zentrum für Luft- und Raumfahrt. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-59663>.

Fuss, Sabine, Josep G. Canadell, Glen P. Peters, Massimo Tavoni, Robbie M. Andrew, Philippe Ciais, Robert B. Jackson et al. (2014). Betting on Negative Emissions. *Nature Climate Change* 4 (10), 850–53.

Girod, Bastien & Peter De Haan (2010). More or Better? A Model for Changes in Household Greenhouse Gas Emissions due to Higher Income. *Journal of Industrial Ecology* 14 (1), 31–49.

Greenhouse Gas Protocol (2011). Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard. http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf.

Hawken, Paul (2017). *Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Roll Back Global Warming*. Penguin.

Hersey, J., N. Lazarus, T. Chance, S. Riddlestone, P. Head, A. Gurney & S. Heath (2009). *Capital Consumption: The Transition to Sustainable Consumption and Production in London*. London: Greater London Authority.

Hertwich, Edgar G. (2005). Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review. *Environmental Science & Technology* 39 (13), 4673–84.

Hertwich, Edgar G. & Glen P. Peters (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science and Technology* 43 (16), 6414–20.

Hoekstra, Arjen Y. & Thomas O. Wiedmann (2014). Humanity's Unsustainable Environmental Footprint. *Science* 344 (6188), 1114–17.

IGES (Institute for Global Environmental Strategies), Aalto University and D-mat Ltd. (2019). 1.5-Degree lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints. Technical report. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

IPCC (2014a). Summary for Policymakers. *Teoksessa Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

——— (2014b). Summary for Policymakers. *Teoksessa Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

——— (2018). Summary for Policymakers. *Teoksessa Global Warming of 1.5 °C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*.

ISO (2018a). *Greenhouse Gases - Carbon Footprint of Products - Requirements and Guidelines for Quantification*. ISO 14067.

——— (2018b). *Greenhouse Gases - Part 1: Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals*. ISO 14064-1.

Ivanova, Diana, Konstantin Stadler, Kjartan Steen-Olsen, Richard Wood, Gibran Vita, Arnold Tukker & Edgar G. Hertwich (2016). Environmental Impact Assessment of Household Consumption. *Journal of Industrial Ecology* 20 (3), 526–36.

Japan Airlines (2017). JAL Bin Goriyou Jisseki (JAL-yhtiön lentojen käyttöä koskevat tiedot). <http://press.jal.co.jp/ja/items/17019/6d358b246374b5d557c4bcd575ffea3e49dc5b8e.pdf> (ladattu 20.3.2018).

Japan Environmental Management Association For Industry (2012). *Kabon Futto Purinto Comyunikeshon Puroguramu Kihon Detabesu Katsuyou Gaido* [Hiilijalanjälkeä koskevan viestintäohjelman perustietokannan käyttöohje]. https://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/pdf/katsuyo_guide_ver1_20120717.pdf

Jones, Christopher M. & Daniel M. Kammen (2011). Quantifying Carbon Footprint Reduction Opportunities for U.S. Households and Communities. *Environmental Science & Technology* 45 (9), 4088–95.

Katajajuuri, Juha-Matti, Kirsi Silvennoinen, Hanna Hartikainen, Lotta Heikkilä & Anu Reinikainen (2014). Food Waste in the Finnish Food Chain. *Journal of Cleaner Production* 73 (kesäkuu), 322–29.

Kotakorpi, Elli, Satu Lähteenoja & Michael Lettenmeier (2008). Household MIPS - Natural Resource Consumption of Finnish Households and Its Reduction. *The Finnish Environment* 43. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38369/FE_43en_2008.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Lacroix, Karine (2018). Comparing the Relative Mitigation Potential of Individual pro-Environmental Behaviors. *Journal of Cleaner Production* 195 (syyskuu), 1398–1407.

Lähteenoja, Satu, Michael Lettenmeier & Arto Saari (2006). LiikenneMIPS – Suomen liikennejärjestelmän luonnonvarojen kulutus. Ympäristöministeriö. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40369/FE_820en.pdf?sequence=3

Lettenmeier, Michael, Senja Laakso & Viivi Toivio (2017). Future Households: Smaller Footprint, Better Life. Teoksessa Christian Ludwig & Cecilia Matasci (toim.), 293–97. Boosting Resource Productivity by Adopting the Circular Economy. Villigen: Paul Scherrer Institut.

Lettenmeier, Michael, Christa Liedtke & Holger Rohn (2014). Eight Tons of Material Footprint—suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland. *Resources* 3 (3), 488– 515.

Lorek, Sylvia & Joachim H. Spangenberg (2014). Sustainable Consumption within a Sustainable Economy – beyond Green Growth and Green Economies. *Journal of Cleaner Production* 63 (tammikuu), 33–44.

Magné, Bertrand, Socrates Kypreos & Hal Turton (2010). Technology Options for Low Stabilization Pathways with MERGE. *Energy Journal* 31, 83–108.

Material Economics (2018). *The Circular Economy: A Powerful Force for Climate Mitigation*. Stockholm: Material Economics Sverige AB.

Meyer, Aubrey (2000). *Contraction & Convergence: The Global Solution to Climate Change*. Green Books.

Michaelis, Laurie & Sylvia Lorek (2004). *Consumption and the Environment in Europe — Trends and Futures*. Teoksessa Danish Environmental Protection Agency, Environmental Project No. 904 2004.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2014). Syokuhin Rosu Toukei Chousa: Setai Chousa Heisei 26 Nendo [Tilastollinen selvitys elintarvikehävikistä: kotitalouskysely 2014]. http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/syokuhin_loss/.

Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan (2004). Heisei 16 Nen Zenkoku Shouhi Jittai Chousa [Kansallinen kyselytutkimus perheiden tuloista ja menoista 2004]. <https://www.stat.go.jp/data/zensho/2004/index.html>

——— (2009). Heisei 17 Nen Sangyou Renkan Hyou [Japanin vuoden 2005 panos-tuotostaulukot]. <http://www.soumu.go.jp/english/dgpps/data/io/io05.htm>.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan (2017). Heisei 27 Nendo Zenkoku Douro Gairo Koutsuu Jousei Tyousa: Jidousya Kishuten Chousa OD Chousa Shuukei Kekka No Sokuhou Nitsuite [Selvitys autojen alkuperästä ja määräpaikasta 2015, nopea arviointi]. <http://www.mlit.go.jp/common/001194564.pdf>.

Ministry of the Environment, Japan (2016). Sapurai Chain Wo Tsuujita Soshiki No Onshitsu Kouka Gasu Haishutsu Nado No Santei No Tamenno Haishutsu Gentani Detabesu Ver. 2.3 [Päästötasetietokanta organisaatioiden toimitusketjun kasvihuonekaasupäästöjen arvioimiseksi, versio 2.3]. http://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/tools/DB_v2.3_r.pdf

——— (n.d.). Syokuhin Haikibutsu Nado No Riyou Joukyou Nado, Heisei 26 Nendo Suikei, Gainenzu [Elintarvikejätteen käytön tilanne: käsiteläavio 2014]. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/105509.pdf>.

Moore, Jennie (2013). Getting Serious about Sustainability: Exploring the Potential for One-Planet Living in Vancouver. University of British Columbia. <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/24/items/1.0074187>.

——— (2015). Ecological Footprints and Lifestyle Archetypes: Exploring Dimensions of Consumption and the Transformation Needed to Achieve Urban Sustainability. *Sustainability* 7(4), 4747–4763.

Moore, Jennie, Meidad Kissinger & William E. Rees (2013). An Urban Metabolism and Ecological Footprint Assessment of Metro Vancouver. *Journal of Environmental Management* 124 (heinäkuu), 51–61.

Nansai, Keisuke, Yasushi Kondo, Shigemi Kagawa, Sangwon Suh, Kenichi Nakajima, Rokuta Inaba & Susumu Tohno (2012). Estimates of Embodied Global Energy and Air-Emission Intensities of Japanese Products for Building a Japanese Input-Output Life Cycle Assessment Database with a Global System Boundary. *Environmental Science & Technology* 46 (16), 9146–54.

Nelldal, Bo-Lennart & Evert Andersson (2012). Mode Shift as a Measure to Reduce Greenhouse Gas Emissions. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 48 (tammikuu), 3187–97.

Norwegian University of Science and Technology (2018). Environmental Footprint Explorers. <https://environmentalfootprints.org/> (ladattu 19.4.2018).

Nissinen, Ari, Juha Grönroos, Eva Heiskanen, Asmo Honkanen, Juha-Matti Katajajuuri, Sirpa Kurppa, Timo Mäkinen, Ilmo Mäenpää, Jyri Seppälä, Päivi Timonen, Kirsi Usva, Yrjö Virtanen & Pasi Voutilainen (2007). Developing Benchmarks for Consumer-Oriented Life Cycle Assessment-Based Environmental Information on Products, Services and Consumption Patterns. *Journal of Cleaner Production* 15 (6), 538–49.

Nykvist, Björn, Åsa Persson, Fredrik Moberg, Linn Persson, Sarah Cornell & Johan Rockström (2013). National Environmental Performance on Planetary Boundaries. Swedish Environmental Protection Agency. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6576-8.pdf>.

- OECD (2002). Towards Sustainable Household Consumption? Trends and Policies in OECD Countries. Policy Brief. Organisation for Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org/greengrowth/consumption-innovation/1938984.pdf>
- Opschoor, Hans & Lucas Reijnders (1991). Towards Sustainable Development Indicators. Teoksessa Onno Kuik & Harmen Verbruggen (toim.), 7–27. In Search of Indicators of Sustainable Development. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ottelin, Juudit, Jukka Heinonen & Seppo Junnila (2017). Rebound Effects for Reduced Car Ownership and Driving. Teoksessa Nordic Experiences of Sustainable Planning: Policy and Practice. Routledge.
- Owen, Anne, Kjartan Steen-Olsen, John Barrett, Thomas Wiedmann & Manfred Lenzen (2014). A Structural Decomposition Approach to Comparing MRIO Databases. *Economic Systems Research* 26 (3), 262–83.
- Peters, Glen P. & Edgar G. Hertwich (2008). Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production versus Consumption. *Climatic Change* 86 (1), 51–66.
- Posada, Francisco & Cristiano Façanha (2015). Brazil Passenger Vehicle Market Statistics - International Comparative Assessment of Technology Adoption and Energy Consumption. The International Council of Clean Transportation. <https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Brazil%20PV%20Market%20Statistics%20Report.pdf>.
- Ranger, N., L. K. Gohar, J. A. Lowe, S. C. B. Raper, A. Bowen & R. E. Ward (2012). Is It Possible to Limit Global Warming to No More than 1.5°C? *Climatic Change* 111 (3), 973–81.
- Rockström, Johan, Owen Gaffney, Joeri Rogelj, Malte Meinshausen, Nebojsa Nakicenovic & Hans Joachim Schellnhuber (2017). A Roadmap for Rapid Decarbonization. *Science* 355 (6331), 1269–71.
- Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart Chapin 3rd, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton et al. (2009). A Safe Operating Space for Humanity. *Nature* 461 (7263), 472–75.
- Rogelj, Joeri, William Hare, Jason Lowe, Detlef P. van Vuuren, Keywan Riahi, Ben Matthews, Tatsuya Hanaoka, Kejun Jiang & Malte Meinshausen (2011). Emission Pathways Consistent with a 2 °C Global Temperature Limit. *Nature Climate Change* 1 (8), 413–18.
- Rogelj, Joeri, Gunnar Luderer, Robert C. Pietzcker, Elmar Kriegler, Michiel Schaeffer, Volker Krey & Keywan Riahi (2015). Energy System Transformations for Limiting End-of-Century Warming to below 1.5 °C. *Nature Climate Change* 5 (6), 519–27.
- Salo, Marja & Ari Nissinen (2017). Consumption Choices to Decrease Personal Carbon Footprints of Finns. Reports of the Finnish Environment Institute 30. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/225779/SYKERe_30_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sanne, Christer (2002). Willing Consumers —or Locked-in? Policies for a Sustainable Consumption. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics* 42, 273–87.
- Schanes, Karin, Stefan Giljum & Edgar Hertwich (2016). Low Carbon Lifestyles: A Framework to Structure Consumption Strategies and Options to Reduce Carbon Footprints. *Journal of Cleaner Production* 139, 1033–43.

Schmidt-Bleek, Friedrich (1993a). *Wieviel Umwelt Braucht Der Mensch -- MIPS, Das Maß Für Ökologisches Wirtschaften* [Kuinka paljon ympäristöä ihmiset tarvitsevat – MIPS, ekologisen talouden mittari]. Verlag Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.

Schmidt-Bleek, Friedrich (1993b). *Revolution in Resource Productivity for a Sustainable Economy. A New Research Agenda*. *Fresenius Environmental Bulletin* 2 (8), 485–90.

Seppälä, Jyri, Ilmo Mäenpää, Sirkka Koskela, Tuomas Mattila, Ari Nissinen, Juha-Matti Katajajuuri, Tiina Härmä, Marja-Riitta Korhonen, Merja Saarinen & Yrjö Virtanen (2009). Suomen kansantalouden materiaaliveirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. *The Finnish Environment* 20: 2009.

Seppälä, Jyri, Ilmo Mäenpää, Sirkka Koskela, Tuomas Mattila, Ari Nissinen, Juha-Matti Katajajuuri, Tiina Härmä, Marja-Riitta Korhonen, Merja Saarinen & Yrjö Virtanen (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), 1833–41.

Sitra (2017). 100 fiksua arjen tekoa. <https://www.sitra.fi/hankkeet/100-fiksua-arjen-tekoa/#100-fiksua-tekoa> (ladattu 1.5.2018).

Sorrell, Steve (2007). *The Rebound Effect: An Assessment of the Evidence for Economy-Wide Energy Savings from Improved Energy Efficiency*. UN Energy Research Centre. [https://doi.org/ 1-903144-0-35](https://doi.org/1-903144-0-35).

——— (2012). *Mapping Rebound Effects from Sustainable Behaviours: Key Concepts and Literature Review*. SLRG Working Paper 01-10. Guildford: The Sustainable Lifestyles Research Group (SLRG).
Steen-Olsen, Kjartan, Anne Owen, Edgar G. Hertwich & Manfred Lenzen (2014). Effects of Sector Aggregation on CO₂ Multipliers in Multiregional Input–Output Analyses. *Economic Systems Research* 26 (3), 284–302.

Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, Sarah E. Cornell, Ingo Fetzer, Elena M. Bennett, Reinette Biggs et al. (2015). *Sustainability. Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet*. *Science* 347 (6223), 1259855.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2017). LIPASTO - Yksikköpäästöt. 2017. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/indexe.htm>.

Teubler, Jens, Sebastian Kiefer & Christa Liedtke (2018). Metals for Fuels? The Raw Material Shift by Energy-Efficient Transport Systems in Europe. *Resources* 7 (3), 49.

Tukker, Arnold, Maurie J. Cohen, Klaus Hubacek & Oksana Mont (2010). The Impacts of Household Consumption and Options for Change. *Journal of Industrial Ecology* 14 (1), 13–30.

Tukker, Arnold, Gjalte Huppes, Jeroen Guinée, Reinout Heijungs, A. de Koning, Laurant Oers, Sangwon Suh et al. (2006). *Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25*. Technical Report Series, EUR 22284 EN, 1 - 136 (2006).

Tynkkynen, Oras (toim.) (2015). *Green to Scale. Low-Carbon Success Stories to Inspire the World*. Vol. 105. Sitra Studies. Helsinki: Sitra.

——— (2016). Nordic Green to Scale: Nordic Climate Solutions Can Help Other Countries Cut Emissions. Denmark: Nordic Council of Ministers.

UNFCCC (2015). Report of the Conference of the Parties on Its Twenty-First Session, Held in Paris from 30 November to 13 December 2015. Addendum-Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties.

United Nations (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision. <https://esa.un.org/unpd/wpp/> (ladattu 20.3.2018).

UNEP (2016). The Emissions Gap Report 2016. Nairobi: United Nations Environment Programme.
UN Environment (2017). The Emissions Gap Report 2017. Nairobi: United Nations Environment Programme.

UN Environment (2018). The Emissions Gap Report 2018. Nairobi: United Nations Environment Programme.

Unruh, Gregory C. (2000). Understanding Carbon Lock-In. *Energy Policy* 28 (12), 817–30.

Vandenbergh, Michael P., Jack N. Barkenbus & Jonathan M. Gilligan (2008). Individual Carbon Emissions: The Low-Hanging Fruit. *UCLA Law Review*. University of California, Los Angeles. School of Law 55 (6), 1701–58.

Van Vuuren, Detlef P., Michel G. J. Den Elzen, Paul L. Lucas, Bas Eickhout, Bart J. Strengers, Bas Van Ruijven, Steven Wonink & Roy Van Houdt (2007). Stabilizing Greenhouse Gas Concentrations at Low Levels: An Assessment of Reduction Strategies and Costs. *Climatic Change* 81 (2), 119–59.

Van Vuuren, Detlef P., Elke Stehfest, David E. H. J. Gernaat, Maarten van den Berg, David L. Bijl, Harmen Sytze de Boer, Vassilis Daioglou et al. (2018). Alternative Pathways to the 1.5 °C Target Reduce the Need for Negative Emission Technologies. *Nature Climate Change* 8 (5), 391–97.

VR-Yhtymä Oy (2017). Vastuullisuusraportti 2017. <https://2017.vrgroupraportti.fi/fi/>.

Wackernagel, Mathis & William Rees (1998). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers.

Wernet, Gregor, Christian Bauer, Bernhard Steubing, Jürgen Reinhard, Emilia Moreno-Ruiz & Bo Weidema (2016). The Ecoinvent Database Version 3 (part I): Overview and Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment* 21 (9), 1218–30.

Weterings, R. & J. B. Opschoor (1992). *The Ecocapacity as a Challenge to Technology Development*. RMNO (Advisory Council for Research on Nature and Environment), Rijswijk, The Netherlands.

Wiedmann, Thomas & Jan Minx (2008). A Definition of 'carbon Footprint'. *Ecological Economics Research Trends* 1, 1–11.

Wynes, S. & K. A. Nicholas (2017). The Climate Mitigation Gap: Education and Government Recommendations Miss the Most Effective Individual Actions. *Environmental Research Letters* 12, 074024.

Liitteet

Vähähiilisiä vaihtoehtoja koskevat oletukset

Tässä tutkimuksessa on arvioitu valittujen vähähiilisten elämäntapavaihtoehtojen vaikutuksia keskivertosuomalaisen ja -japanilaisen hiilijalanjälkeen. Vaihtoehdot valittiin teknisen raportin (IGES et al. 2019) liitteessä E olevan kirjallisuuskatsauksen perusteella laaditusta luettelosta niiden paikallisen sovellettavuuden ja tietojen

saatavuuden mukaisesti. Täysimääräisen eli 100-prosenttisen käyttöönoton (vähennysten enimmäistaso) määrittelemisessä käytetyt oletukset ja tietolähteet on lueteltu liitteessä 1 (Suomi) ja liitteessä 2 (Japani). Luvussa 4 esitetyt täysimääräisen (100 %) ja osittaisen (15 %, 30 %, 65 % tai 75 %) käyttöönoton arvioidut vaikutukset perustuvat näihin oletuksiin.

LIITE 1.

OLETUKSET VÄHÄHIILISTEN ELÄMÄNTAPOJEN TÄYSIMÄÄRÄISESTÄ (100 %) KÄYTTÖÖNOTOSTA SUOMESSA

Osa-alue	Vaihtoehto	Oletus	Tietolähde (jos on)
Elintarvikkeet	Punaisen lihan korvaaminen kanalla ja kalalla	Puolet punaisesta lihasta (naudanliha ja muut) korvataan kanalla ja puolet kalalla.	
	Kasvisruokavalio (lakto-ovo)	Elintarvike- ja juomaostosten kokonaismäärä säilyy samana, mutta erilaisten elintarvikkeiden kulutuksen osuus on yhdysvaltalaisen kasvisruokavaliota koskevien tietojen mukainen. Tämä ei vaikuta alkoholin kulutukseen, koska erillistä tietoa kasvissyöjien alkoholin kulutuksesta ei ollut saatavilla.	Orlich et al. (2014)
	Maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla tuotteilla	Maitotuotteiden (maito) hiili-intensiteetti korvataan kauramaidon hiili-intensiteetillä, ja maitotuotteet (muut) korvataan soijajogurtin hiili-intensiteetillä.	

	Vegaaniruokavalio	Elintarvike- ja juomaostosten kokonaismäärä säilyy samana, mutta erilaisten elintarvikkeiden saannin osuus on suomalaisten vegaaniruokavaliota koskevien tietojen mukainen. Tämä ei vaikuta alkoholin kulutukseen, koska erillistä tietoa vegaanien alkoholin kulutuksesta ei ollut saatavilla.	Elorinne et al. (2016)
	Makeisten ja alkoholin kulutuksen vähentäminen	Makeisten/pikkupurtavien ja alkoholin kulutus lopetetaan.	
	Elintarvikehävikin vähentäminen (kotitaloudet)	Elintarvikehävikki poistetaan kotitalouksien tasolla (pienentää ostettujen elintarvikkeiden määrää).	Katajajuuri et al. (2014)
	Elintarvikehävikin vähentäminen (tuotanto)	Elintarvikehävikki poistetaan tuotanto- ja jakeluvaiheissa (pienentää elintarvikkeiden hiili-intensiteettiä).	Katajajuuri et al. (2014)
	Elintarvikkeiden tuotannon tehokkuuden parantaminen	Kaikki elintarvikealat saavuttavat intensiteettiin perustuvan hiilidioksidin/ energian vähentämistä koskevan tavoitteen (9,5 %) vuoteen 2030 mennessä kansallisen ilmasto- ja energiapolitiikan (maa- ja metsätalousministeriö) mukaisesti (kohdennettu jäljellä oleville vuosille: -7,3 % intensiteettiperusteista vähennystä / vuosi)	Maa- ja metsätalousministeriö, Suomi (2014)
Asuminen	Tuulisähkö	Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkö korvataan kokonaan tuulivoimaan perustuvalla verkkosähköllä.	
	Uusiutuvaan energiaan perustuva lämmitys	Siirtyminen kokonaan (100 %) muusta kuin sähköntuotantoon käytettävistä fossiilista polttoaineista sähköverkon ulkopuoliseen uusiutuvaan energiaan, kuten puupellettien käyttöön.	
	Kodin lämpötilan laskeminen (2 asteella)	Kodin lämpötilan laskeminen 2 asteella tarkoittaa 10 prosentin säästöä lämmityskustannuksissa.	Motiva (2018a); Suomen virallinen tilasto (2017a) Lämmityksessä käytetyn energian ja sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
	Pienempi asuintila (noin 10 % vähennys)	Asuintila on 12 prosenttia (noin 5 m ²) pienempi, ja oletuksena on, että lämmitykseen käytettävän energian ja sähkön määrä pienenee samassa suhteessa asunnon koon pienenemisen kanssa. Asuintilojen koon pienennys perustuu Low Carbon Finland 2050 -hankkeen Inno-skenaarioon.	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2012) Lämmityksessä käytetyn energian ja sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)

	Lämpöpumpun käyttö lämmityksessä	Kaikki maakaasu- ja öljylämmitys sekä kaukolämpö korvataan ilmalämpöpumpulla.	Motiva (2018b); Suomen virallinen tilasto (2017a) Lämmityksessä käytetyn energian osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
	Kuuman veden säästäminen	Kuuman veden ja veden käyttöä vähennetään 33 prosenttia (sama osuus kuin vettä säästävällä suihkulla), mikä vähentää siihen liittyvää lämmitysenergiankulutusta.	Motiva (2018c); Suomen virallinen tilasto (2017a) Veden lämmityksessä käytetyn energian ja sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
	Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen	Rakennusten parantaminen vähentää lämmityksen tarvetta 43 prosenttia (kWh/m ²), mikä on Low Carbon Finland 2050 -hankkeen kolmen vaihtoehtoisen skenaarion keskiarvo.	Suomen virallinen tilasto (2017a); Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2012) Lämmityksessä käytetyn energian ja sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
	Vierashuoneen vuokraaminen matkailijoille (23 m ² 27 viikoksi)	23 m ² tilan vuokraaminen 27 viikoksi. Oletuksena on, että henkilö säästää tilaa sekä lämmitykseen ja valaistukseen käytettyä sähköä ja lämmitykseen käytettyä energiaa vuokratun tilan osalta kyseessä olevan viikon aikana. Vuokratun tilan koko on Suomen keskimääräisen huonekoon mukainen. Täyttöaste perustuu Suomen hotellien ja muiden majapaikkojen täyttöasteeseen.	Suomen virallinen tilasto (2017b); Suomen virallinen tilasto (2018a, b) Lämmitykseen käytetyn energian osuus sekä lämmitykseen ja valaistukseen käytetyn sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
	Tehokkuuden parantaminen (kodinkoneet)	Sähköllä toimivien kodinkoneiden tehokkuutta parannetaan 19 prosenttia (kodinkonevalmistajan kunnianhimoisinta tavoitetta vastaava vuotuinen tehokkuuden parantuminen).	Suomen virallinen tilasto (2017a); Panasonic (n.d.) Kodinkoneiden käyttämän sähkön osuus: Suomen virallinen tilasto (2017a)
Liikkuminen	Lentämisen vähentäminen (kotimaan ja kansainväliset lennot)	Kaikki kotimaan lennot korvataan junamatkoilla. Kaikki kansainväliset lennot korvataan junalla tehtävillä kotimaanmatkoilla, joiden pituus on vain yksi kymmenesosa lentomatoista.	
	Vapaa-ajan matkustaminen ilman autoa (joukkoliikenne)	Kaikki yksityiset autolla kuljetut muut kuin työmatkat korvataan juna- (50 prosenttia) ja linja-automatkoilla (50 prosenttia).	Liikennevirasto (2018)
	Työmatkat ilman autoa (joukkoliikenne)	Kaikki yksityiset autolla tehtävät työ- ja koulumatkat korvataan joukkoliikenteellä eli linja-autolla (33 prosenttia), junalla (33 prosenttia) ja raitiovaunulla/ metrolla (33 prosenttia).	Liikennevirasto (2018)

	Työmatkat ilman autoa (sähköpyörä)	Kaikki yksityiset autolla tehtävät työ- ja koulumatkat korvataan sähköpyörällä.	Liikennevirasto (2018); Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2017)
	Hybridiauto	Kaikki polttomoottoriautot korvataan hybridiautoilla.	
	Asuminen lähempänä työpaikkaa (80 % lyhyempi matka)	Kaikkien yksityisten autolla, linja-autolla, junalla ja raitiovaunulla tai metrolla tehtävien työ- ja koulumatkojen pituus on yksi viidesosa alkuperäisestä, ja ne korvataan siten, että 50 prosenttia niistä tehdään polkupyörällä ja 50 prosenttia kävelen.	Liikennevirasto (2018)
	Ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen	Kaikenlaisten autojen, moottoripyörien ja linja-autojen tehokkuutta parannetaan 29 prosenttia. Oletuksena on sama vuotuinen tehokkuuden paraneminen vuosina 2017–2030 kuin autonvalmistajien vuodeksi 2050 tekemässä sitoumuksessa.	Toyota Motor Corporation (2016)
	Sähköauto	Kaikki polttomoottoriautot korvataan sähköautoilla. Oletus käytetystä sähköstä perustuu vuoden 2017 tietoihin Suomen sähköntuotannosta energialähteittäin.	
	Etätyö (toimistotyöntekijät)	Kaikki yksityiset autolla, linja-autolla, junalla ja metrolla/ raitiovaunulla tehtävät työmatkat lopetetaan toimistotyöntekijöiden osalta.	Liikennevirasto (2018); Suomen virallinen tilasto (2018c)
	Kimppakyydit (2 henkilöä autossa)	Kaikkien yksityisautojen ja taksien täyttöaste on 2 henkilöä / auto.	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2017)
Tavarat	Tavaroiden vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen tavaroiden kulutusta koskevalla osa-alueella.	
Vapaa-aika	Vapaa-aikaan liittyvä vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen vapaa-aikaan liittyvällä osa-alueella.	
Palvelut	Palveluihin liittyvä vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen palveluihin liittyvällä osa-alueella.	

LIITE 2.

**OLETUKSET VÄHÄHIILISTEN
ELÄMÄNTAPOJEN
TÄYSIMÄÄRÄISESTÄ (100 %)
KÄYTTÖÖNOTOSTA JAPANISSA**

Osa-alue	Vaihtoehto	Oletus	Tietolähde (jos on)
Ravinto	Punaisen lihan korvaaminen kanalla ja kalalla	Puolet punaisesta lihasta (naudanliha ja muut) korvataan kanalla ja puolet kalalla.	
	Kasvisruokavalio (lakto-ovo)	Elintarvike- ja juomaostosten kokonaismäärä säilyy samana, mutta muiden kuin juomien osuus on japanilaisen kasvisruokavalio-opiaan (ei kalaa eikä lihaa) mukainen.	Nakamoto et al. (2009)
	Maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla tuotteilla	Maitotuotteiden (maito) hiili-intensiteetti korvataan kauramaidon hiili-intensiteetillä, ja maitotuotteet (muut) korvataan soijajogurtin hiili-intensiteetillä.	
	Maitotuotteiden korvaaminen kasvipohjaisilla tuotteilla	Maidon ja maitotuotteiden hiili-intensiteetistä tulee sama kuin papujen/pähkinöiden.	
	Makeisten ja alkoholin kulutuksen vähentäminen	Makeisten/pikkupurtavien ja alkoholin kulutus lopetetaan.	
	Elintarvikehävikin vähentäminen (kotitaloudet)	Elintarvikehävikki poistetaan kotitalouksien tasolla (pienentää ostettujen elintarvikkeiden määrää).	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2014a)
	Elintarvikehävikin vähentäminen (tuotanto)	Elintarvikehävikki poistetaan tuotanto- ja jakeluvaiheissa (pienentää elintarvikkeiden hiili-intensiteettiä).	Ministry of Environment, Japan, (2017)
	Elintarviketuotannon tehokkuuden parantaminen	Kaikenlaisten elintarvikkeiden tarjonnan tehokkuutta parannetaan 13 prosenttia siten, että oletuksena on sama vuotuinen tehokkuuden paraneminen vuosina 2017–2030 kuin 30 prosentilla kunnianhimoisimmista intensiteettiperusteisista hiilidioksidin tai energian vähentämistä vuoteen 2030 mennessä koskevilla vapaaehtoisilla elintarvikealojen tavoitteilla.	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2014b)
Asuminen	Sähköntuotannon siirtymä (kansallinen suunnitelma 2030)	Sähköntuotannossa siirrytään yhdistelmään, jota on ehdotettu hallituksen energianlähteiden yhdistelmää koskevassa suunnitelmassa (nesteytetty maakaasu 27 %, öljy 3 %, hiili 26 %, ydinvoima 20–22 %, uusiutuvat energialähteet 22–24 %).	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan (2015)

	Uusiutuva energia (sähköverkko)	Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkö korvataan kokonaan uusiutuvalla sähköverkon sähköllä.	
	Paikan päällä tuotettava uusiutuva energia	Siirtyminen kokonaan (100 %) muusta kuin sähköntuotantoon liittyvistä fossiilisista polttoaineista (kerosiini, nestekaasu, kaupunkikaasu) sähköverkon ulkopuoliseen uusiutuvaan energiaan.	
	Pienempi asuintila (asunnon keskikoko)	Asunto vaihdetaan pienempään, asuntojen keskikoon mukaiseen (26,2 m ² /hlö) ja oletuksena on, että ilmastointiin ja valaistukseen käytettävä energia (27 prosenttia asumisen kokonaisenergiasta) vähenee samassa suhteessa asuintilojen pienentämisen kanssa.	Asunnon koko: Ministry of Internal Affairs and Communication, Japan (2013) Ilmastoinnin ja valaistuksen osuus: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (n.d.)
	Lämpöpumpun käyttö lämmityksessä	Kaikki kerosiinilla ja kaasulla tapahtuva lämmitys korvataan ilmastointilaitteella, ja oletuksena on, että lämmitykseen tarvittavan energian määrä vähenee energianmuuntotehokkuuden paranemisen myötä (lämpökerroin 0,85:stä 4:ään).	Lämmitysenergian osuus: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016a) Energianmuuntotehokkuuden paraneminen: Mitsubishi Electric (n.d.)
	Asunnon eristys	Asunnon kaikki eristeet täyttävät kansallisen vuoden 1999 standardin vaatimukset, mikä tarkoittaa 45,7 prosentin painotettua keskiarvoista parannusta lämmitys- ja jäähdytysenergian käytössä (25,7 prosenttia asumisen energiasta) osalta.	Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016b)
	Kuuman veden säästäminen	Kuuman veden ja veden käyttöä vähennetään 35 prosenttia (sama osuus kuin vettä säästävällä suihkulla), mikä vähentää siihen liittyvää lämmitysenergiankulutusta.	Kuuman veden osuus asumisen kokonaisenergiasta: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016a) Polttoaineiden osuus veden lämmityksestä: Energy Information Center (2017) Vettä säästävän suihkunvaikutus veden käyttöön: TOTO Ltd. (n.d.)
	Sähköntuotannon tehokkuuden parantaminen	Fossiilisten polttoaineiden sähköntuotannon tehokkuutta parannetaan 20–30 prosenttia siten, että tuotannon tasoksi on oletettu integroitu hiilen kaasutus yhdistetyssä kierrossa (Integrated Coal Gasification Fuel Cells, IGFC) ja kaasuturbiini-polttockennojen yhdistetty kierto (Gas Turbine Fuel Cells combined cycle (GTFC).	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan (2015)

	Kodinkoneiden tehokkuuden parantaminen	Kodinkoneiden tehokkuutta parannetaan sähkökäyttöisten kodinkoneiden osalta 22,9 prosenttia ja polttoaineella toimivien kodinkoneiden osalta 14,0 prosenttia siten, että oletuksena on sama vuotuinen tehokkuuden parantamisprosentti vuosina 2017–2030 kuin kotitaloustavaroiden valmistajien kunnianhimoisin tavoite vuodelle 2030.	Sähkölaitteet: Panasonic Corporation (n.d.) Kaasulaitteet: Rinnai (2018)
Liikkuminen	Lentämisen vähentäminen (kotimaan lennot)	Kaikki kotimaan lennot korvataan luotijunamatkoilla.	
	Lentämisen vähentäminen (kansainväliset lennot)	Kaikki kansainväliset vapaa-ajan lennot korvataan luotijunalla tehtävillä kotimaanmatkoilla, joiden pituus on vain 10 prosenttia lentomatkoiista.	Vapaa-ajan ulkomaanmatkojen osuus: JTB Tourism Research and Consulting (2016)
	Vapaa-ajan matkustaminen ilman autoa (julkinen liikenne)	Kaikki yksityiset autolla kuljetut muut kuin työmatkat korvataan 50-prosenttisesti junamatkoilla ja 50-prosenttisesti linja-automatkoiilla.	Autolla kuljettavien muiden kuin työmatkojen osuus: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (2012)
	Työmatkat ilman autoa (julkinen liikenne)	Kaikki yksityiset autolla tehtävät työ- ja koulumatkat korvataan 50-prosenttisesti junamatkoilla ja 50-prosenttisesti linja-automatkoiilla.	Autolla kuljettavien työmatkojen osuus: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (2012)
	Hybridiauto	Kaikki polttomoottoriautot korvataan hybridiautoilla.	
	Asuminen lähempänä työpaikkaa (80 % lyhyempi matka)	Kaikkien yksityisten autolla, linja-autolla ja tavallisella junalla tehtävien työ- ja koulumatkojen pituus on 20 prosenttia alkuperäisestä pituudesta, ja ne korvataan siten, että 50 prosenttia niistä tehdään polkupyörällä ja 50 prosenttia kävellen.	
	Viiikonloppuvapaan viettäminen lähempänä (80 % lyhyempi matka)	Kaikkien yksityisten autolla, linja-autolla ja tavallisella junalla tehtävien työ- ja koulumatkojen pituus on 20 prosenttia alkuperäisestä pituudesta, ja ne korvataan siten, että 50 prosenttia niistä tehdään polkupyörällä ja 50 prosenttia kävellen.	
	Ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantaminen	Kaikenlaisten autojen, moottoripyörien ja linja-autojen tehokkuutta parannetaan 29 prosenttia, minkä oletuksena on sama vuotuinen taso vuosina 2017–2030 kuin autonvalmistajien vuodeksi 2050 tekemässä sitoumuksessa.	Toyota Motor Corporation (2016)

	Sähköauto	Kaikki polttomoottoriautot korvataan sähköautoilla.	
	Etätyö (toimistotyöntekijät)	Kaikki yksityiset autolla, linja-autolla ja tavallisella junalla tehtävät työmatkat lopetetaan toimistotyöntekijöiden osalta.	Työmatkojen osuus: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (2012) Toimistotyöntekijöiden osuus: Statistics Bureau, Japan (2018)
	Kimppakyydit (2 henkilöä autossa)	Kaikkien yksityisautojen ja taksien täyttöaste on 2 henkilöä / auto.	Nykyinen keskimääräinen täyttöaste: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan (2017c)
Tavarat	Tavaroiden vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen tavaroiden kulutusta koskevalla osa-alueella.	
Vapaa-aika	Vapaa-aikaan liittyvä vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen vapaa-aikaan liittyvällä osa-alueella.	
Palvelut	Palveluihin liittyvä vähentäminen	Hiilijalanjälkien yhdenmukainen pienentäminen palveluihin liittyvällä osa-alueella.	

Liitteiden lähteet

Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016a). Heisei 27 Nendo Enerugi Nikansuru Nenji Houkoku: Enerugi Hakusho 2016 [Tilikauden 2015 vuosikertomus energiasta (Energiaan liittyvä valkoinen kirja 2016)]. <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016html>.

——— (2016b). Shouene Kenzai Shoukai Paneru: Nihon No Juutaku No Yaku 4 Wari Ga Mudannetsu Joutai [Energiaa säästävän rakennusmateriaalin käyttöönotto: noin 40 prosenttia japanilaisista kodeista ei ole eristetty]. http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/2016shoueneseisaku/pdf/008.pdf.

——— (n.d.) Katei Enerugi Shouhi No Jittai [Kotitalouksien energiankulutuksen nykytilanne]. http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/actual/ (ladattu 1.11.2018).

Energy Information Center (2017). Gasu to Denryoku Wo Hikaku Suru: Enerugi No Riyou Youto to Jiyuuka Niyoru Kyousou [Kaasun ja sähkön vertailu: Energian käytön tarkoitus ja kilpailu purkamalla sääntelyä]. <https://pps-net.org/column/33578> (viimeksi ladattu 7.3.2017).

JTB Tourism Research and Consulting Co. (2016). 2016 Nen No Kaigai Ryokou Ni Tsuite No Kinkyu Chousa [Kyselytutkimus kansainvälisistä matkoista vuonna 2016]. https://www.jtbcorp.jp/scripts_hd/image_view.asp?menu=news&id=00044&news_no=42 (ladattu 6.6.2010).

Liikennevirasto (2012). Henkilöliikennetutkimus 2010-2011. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf.

——— (2018). Henkilöliikennetutkimus 2018. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2018-01_henkiloliikennetutkimus_2016_web.pdf.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2014b). Shokuhin Sangyo Niokeru Teitanso Shakai Jikkou Keikaku Nitsuite: Heisei 25 Nendo No Forouappu Chousa Kekka [Sitoutuminen vähähiiliseen yhteiskuntaan elintarvikealalla: jatkokyselytutkimuksen tulokset tilivuonna 2013]. http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/ondanka/o_zisyu/attach/pdf/index-2.pdf (ladattu lokakuussa 2014).

Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan (2015). Japan's Energy Plan. http://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/energy_plan_2015.pdf.

Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan (2013). Heisei 25 Nen Jyutaku Tochi Tokei Chousa [Asumista ja maankäyttöä koskeva kyselytutkimus 2013]. <https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2013/tyousake.html>.

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (2012). Toshi Ni Okeru Hitono Ugoki: Heisei 22 Nen Zenkoku Toshi Koutsuu Tokusei Chousa Shuukei Kekka Kara [Matkustajien liikkuminen kaupungeissa: kaupunkiliikenteen ominaisuuksia vuonna 2010 kartoittaneen kyselytutkimuksen tulosten perusteella]. <http://www.mlit.go.jp/common/001032141.pdf>.

——— (2017c). Heisei 27 Nendo Zenkoku Douro Gairo Koutsuu Jousei Tyousa: Jidousya Kishuten Chousa OD Chousa Shuukei Kekka No Sokuhou Nitsuite” [Selvitys autojen alkuperästä ja määräpaikasta 2015, nopea arviointi]. <http://www.mlit.go.jp/common/001194564.pdf>.

Ministry of the Environment, Japan (2017). Syokuhin Haikibutsu Nado No Riyou Joukyou Nado, Heisei 26 Nendo Suikei, Gainenzu [Elintarvikejätteen hyödyntämisen tilannearviointi vuonna 2014: käsiteläpö]. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/105509.pdf>.

Mitsubishi Electric (n.d.) Comparing Heat Pumps to Other Forms of Heating. <https://www.mitsubishi-electric.co.nz/heatpump/benefits.aspx> (ladattu 1.11.2018).

Motiva (2018a). Hallitse huonelämpötiloja. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hallitse_huonelampotiloja.

——— (2018b). Lämpöä ilmassa – lämmitysjärjestelmät ja ilmalämpöpumput. <https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>.

——— (2018c). Lämmin vesi. Motiva 2018. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/remontoi_ja_huolla/energiatohokas_sahkolammitys/lammin_vesi.

Nakamoto, Keiko, Masako Arashi, Somboon Noparatanawong, Seika Kamohara, Tim Radak, Mitsuru Tuchida, Kyoichi Miyazaki, Sanae Watanabe, Hideki Kudo & Akira Tanaka (2009). A New Japanese Vegetarian Food Guide. *Asia-Pacific Journal of Public Health* 21 (2), 160–69.

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2017a). Asumisen energiankulutus [verkkajulkaisu]. ISSN=2323-3273. 2017, Liitetaulukko 2. Asumisen energiankulutus energialähteittäin vuonna 2017, GWh. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 25.3.2018]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/asen/2017/asen_2017_2018-11-22_tau_002_fi.html.

——— (2017b). Suomalaisten matkailu [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-8837. 2017, Liitetaulukko 6. Ulkomaan vapaa-ajanmatkat lähialueille 2015-2017 ja vuosimuutos. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 18.5.2018]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/smat/2017/smat_2017_2018-03-29_tau_009_fi.html.

——— (2018a). Majoitustilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-6309. 2017, Liitetaulukko 1. Kaikkien majoitusliikkeiden kapasiteetti ja sen käyttö vuonna 2017. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 17.5.2018]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/matk/2017/matk_2017_2018-04-19_tau_001_fi.html.

——— (2018b). Asunnot ja asuinolot [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-6745. 2017, Appendix table 3. Pinta-ala huoneistoa kohti (m²) asunnon talotyyppin mukaan 1970-2017, koko asuntokanta. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 17.5.2018]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/asas/2017/asas_2017_2018-05-17_tau_003_fi.html.

——— (2018c). Työvoimatutkimus [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-7830. Tammikuu 2019. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 24.1.2019]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/tyti/2019/01/tyti_2019_01_2019-02-26_tie_001_fi.html.

Panasonic Corporation (n.d.). Approaches to CO₂ Reduction. Environment: CO₂ Reduction. <https://www.panasonic.com/global/corporate/sustainability/eco/co2.html> (ladattu 30.10.2018).

Rinnai (2018). Rinnai Chuuki Keiei Keikaku to 2018 Nendo Keikaku [Rinnain puolivälin hallintasuunnitelma ja vuoden 2018 vuosisuunnitelma]. <https://www.rinnai.co.jp/ir/document/pdf/201803outlook.pdf> (ladattu 9.5.2018).

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2012). Low Carbon Finland 2050. https://www.vtt.fi/Documents/2012_V2.pdf.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2017). LIPASTO yksikköpäästötietokanta. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/indexe.htm> (muokattu viimeksi 7.7.2017).

TOTO Ltd. (n.d.) 1 Pun De Wakaru Kankyo Gijutsu: Eain Shawa [Ympäristöteknologia yhdessä minuutissa: Air-In-suihku]. <https://jp.toto.com/greenchallenge/technology/airinshower.htm> (ladattu 1.11.2018).

Toyota Motor Corporation (2016). Sustainability Data Book 2016. https://www.toyota.co.jp/jpn/sustainability/report/archive/sr16/pdf/sustainability_data_book16_fj.pdf.

Kiitokset

Tämä selvitys perustuu tekniseen raporttiin *1.5-degrees lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints* (IGES et al. 2019), joka on laadittu osana Absolute REDUCTIONS (”Reducing Environmental Degradation and Unsustainable Consumption Trends and Impacts On Nature and Society: Research, Policy and Practice”) -hanketta yhteistyössä Hot or Cool -verkoston tutkijoiden kanssa.

Teknisen raportin ovat laatineet Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Aalto-yliopisto ja D-mat Oy Sitran ja KR Foundationin tuella.

Teknisen raportin oikoluku ja kommentit

Jennie Moore (British Columbia Institute of Technology), Mariana Nicolau (Collaborating Centre for Sustainable Consumption and Production), Ari Nissinen (Suomen ympäristökeskus), Pirkko Heikinheimo, Johanna Kentala-Lehtonen, Matti Kuittinen ja Taina Nikula (ympäristöministeriö), Sudarmanto Budi Nugroho, Mikiko Kainuma, Satoshi Kojima, Nanda Kumar Janardhanan, Chen Liu, Xianbing Liu, Yuji Mizuno ja Diego Silva Herran (IGES), Kate Power (KR Foundation), Arnold Tukker (Leidenin yliopisto), Fritz Reusswig (Potsdam Institute for Climate Impact Research), Aarne Granlund, Emma Hietaniemi, Anu Mänty, Lari Rajantie ja Markus Terho (Sitra), Chris West (Stockholm Environment Institute, Yorkin yliopisto), Andreas Hauser (Swiss Federal Office for the Environment), Garrette Clark (YK:n ympäristöohjelma), Tomohiko Ihara ja Jun Nakatani (Tokion yliopisto), Chris Weber (Maaailman luonnonsäätiö), Stefan Lechtenböhmer (Wuppertal-instituutti).

Kirjoittajat

Michael Lettenmeier (Aalto-yliopisto)
Lewis Akenji (Helsingin yliopisto, IGES)
Viivi Toivio (D-mat Oy)
Ryu Koide; Aryanie Amellina (IGES)

Avustajat

Sonja Nielsen (Aalto-yliopisto), Miho Kamei (IGES)

Viestintä

Sanna Autere (Sitra), Tiina Toivola (Aalto-yliopisto), Rie Sugihara (IGES) ja Kanae Sho (IGES).

Tekijät

MICHAEL LETTENMEIER

Tohtori Michael Lettenmeier tutkii ”yhden planeetan” elämäntapoja. Hän konsultoi ja kouluttaa aiheesta kotitalouksia, yrityksiä, julkishallintoa sekä järjestöjä. Hän on kehittänyt ”kahdeksan tonnin materiaalijalanjälki”-käsitteen, joka määrittelee kestävä kehityksen mukaisen ylärajan luonnonvarojen käytölle, sekä lukuisia laskureita, joilla voi arvioida elämäntapojen jalanjälkiä. Hän on D-mat oy:n perustaja ja toimitusjohtaja, Wuppertal Instituutin kestävä tuotannon ja kulutuksen osaston ulkopuolinen jäsen sekä Aalto-yliopiston kestävä muotoilun NODUS-tutkimusryhmän jäsen.

LEWIS AKENJI

Lewis Akenji on kestävä kulutuksen ja tuotannon johtava asiantuntija IGES-instituutissa (Institute for Global Environmental Strategies). Lewis johtaa tulevaisuuden kestävien elämäntapojen tiimiä ja hankkeita, jotka keskittyvät luonnonvarojen käyttöön ja kestävä kehityksen hallintoon. Hän on yksi Hot or Cool -verkoston perustajista, johon kuuluu kestäviin elämäntapoihin perehtyneitä tiedemiehiä ja muita toimijoita.

VIIVI TOIVIO

Viivi Toivio on D-mat Oy:n analyytikko, joka kehittää menetelmiä ja työkaluja kotitalouksien elämäntavan sekä yksittäisten tuotteiden hiili- ja materiaalijalanjäljen laskemiseksi. Hän työskentelee konsulttina ja kouluttaa yksittäisiä kotitalouksia, viranomaisia sekä yrityksiä kohti ”yhden planeetan” ajatusmallia. Viivillä on ympäristötieteiden maisterintutkinto, ja hänelle on kertynyt työkokemusta kenttä- ja laboratoriotyöstä ympäristöasioiden parissa sekä ympäristökasvatuksesta eri viranomaisten ja kuntien kanssa.

RYU KOIDE

Ryu Koide on IGES-instituutin (Institute for Global Environmental Strategies) tutkija, joka keskittyy kestävä kulutusta ja tuotantoa sekä vähähiilisiä elämäntapoja koskevan politiikan arviointiin ja data-analyysiin. Ryu on aiemmin perehtynyt luonnonvaroihin ja ympäristötekniikkaan sekä kehitystutkimukseen ja tilastolliseen analytiikkaan. Nyt hänen työnsä keskiössä on kuluttajien elämäntapojen monitieteinen tutkimus sekä kestäväan yhteiskuntaan siirtymistä edistävien hankkeiden ja päätöksenteon arviointi.

ARYANIE AMELLINA

Aryanie Amellina on ilmasto- ja energiapoliitiikan tutkija ja analyytikko IGES-instituutissa (Institute for Global Environmental Strategies). Hän työskentelee hallinnon parissa ja kehittää malleja kasvihuonekaasupäästöjen ja kansallisesti määriteltyjen päästövähennystavoitteiden mittaamiseen, raportointiin ja todentamiseen. Hän tutkii kansainvälisiä markkinamekanismeja, kansallisia päästölaskelmia ja päästövähennysten seurannan läpinäkyvyyttä. Lisäksi hän kehittää menetelmiä, joita voidaan hyödyntää etenkin uusiutuvaan energiaan liittyvissä ilmastohankkeissa.

SITRa

SITRAN SELVITYKSIÄ 148

Sitran selvityksiä -sarjassa
julkaistaan sitran tulevaisuustyön ja
kokeilujen tuloksia.

SITRA.FI

Itämerenkatu 11–13
PL 160
00181 Helsinki
P. +358 294 619 991
 @SitraFund