

Mikkelin kulutuksen kasvihuoneekaasupäästöt

Kulma-malli, tammikuu 2022

SITOWISE

Luke
LUONNONVARAKESKUS

SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto	3
Mikkelin kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt	5
Kulutusperusteiset päästöt pilottikunnissa	7
Kulma-laskentamalli	8
Energiankulutus ja rakentaminen	11
Liikkuminen	13
Ruoka	16
Tavarat ja palvelut	17
Yhteenveto laskentamalliin liittyvistä epävarmuuksista	18
Lähteet	20



Sitowise Oy

Emma Liljeström, Suvi Monni, Katja Kaartinen,
Maija Mattinen-Yuryev, Eero Puurunen

etunimi.sukunimi@sitowise.com

SITOWISE

Luonnonvarakeskus

Juha-Matti Katajajuuri

juha-matti.katajajuuri@luke.fi



Johdanto

Kulutuksesta arvioidaan aiheutuvan merkittävä osa Suomen ja maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Kotitalouksien kulutusvalinnoilla on siis merkitystä ilmastomuutoksen hillinnässä, mutta tietoa kulutusperäisistä päästöistä on toistaiseksi kuitenkin ollut tarjolla vain vähän.

Nykyisin käytössä olevat, niin kutsutut alueelliset päästölaskennat, kattavat vain osan kuntalaisten hiilijalanjäljestä. Alueellisissa päästölaskentamalleissa tarkastellaan pääsääntöisesti kunnan energiankulutuksesta ja jätehuollosta aiheutuvia päästöjä sekä muita kunnan maantieteellisellä alueella tapahtuvia päästöjä. Muut kulutuksesta aiheutuvat päästöt, kuten ruuan ja kulutustavaroiden tuotannon ja valmistuksen tai ulkomaanmatkojen päästöt, jäävät alueellisten laskentamallien ulkopuolelle. Kulutusperusteisella päästölaskennalla pyritään arvioimaan kaikki kuntalaisten kulutuksesta aiheutuvat päästöt, huolimatta siitä, missä kulutettu hyödyke on tuotettu.

Kulutusperäinen päästölaskenta ei kuitenkaan ole vaihtoehtoinen menetelmä perinteisemmälle alueelliselle päästölaskennalle, vaan menetelmät täydentävät toisiaan (katso kuva 1).

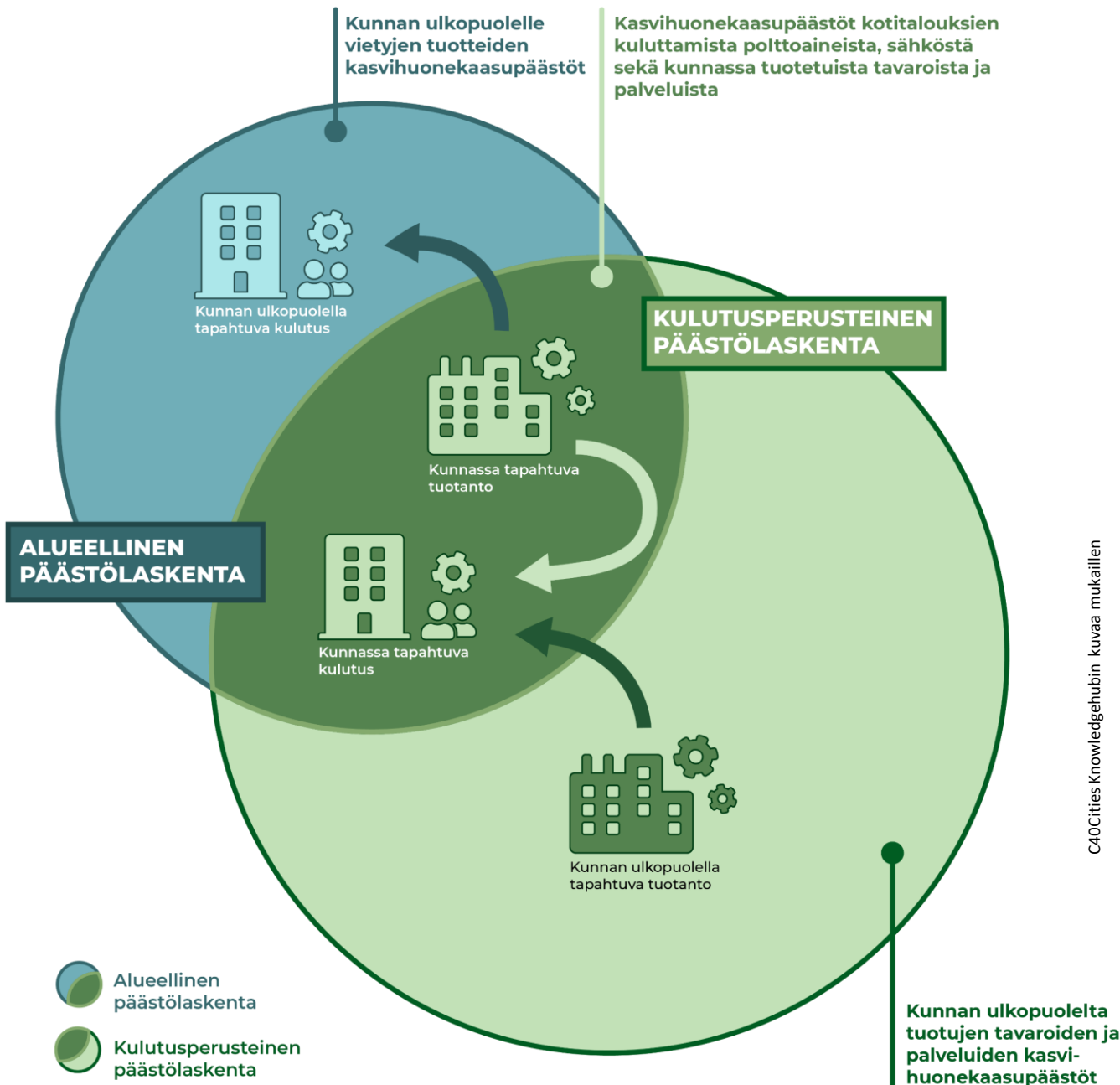
Kulma-malli

Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjen laskentamallissa, Kulmassa, kulutuksesta aiheutuvat päästöt on jaettu neljälle sektorille: energiankulutus ja rakentaminen; liikkuminen; ruoka sekä tavarat ja palvelut.

Laskentamalli kehitettiin osana Kestävä Lahti –säätiön ja Sitowise Oy:n (aikaisemmin Benviroc Oy:n) rahoittamaa hanketta. Laskentamallin kehitykseen on Sitowisen lisäksi osallistunut Luonnonvarakeskus. Mallin kehitystä on lisäksi tukenut laaja asiantuntijaverkosto.

Kulma-pilottilaskennat

Vuoden 2021 aikana toteutetussa pilottihankkeessa laskettiin kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt ensimmäistä kertaa vertailukelpoisesti suurelle joukolle suomalaisia kuntia ja kaupunkeja. Tässä raportissa on esitetty Mikkelin sekä 14 muun hankkeeseen osallistuneen kunnan kulutusperäiset kasvihuonekaasupäästöt Kulma-mallilla laskettuna.



Puhuttaessa kuntien kasvihuonekaasupäästöistä tarkoitetaan usein alueellisilla päästölaskentamalleilla, kuten CO2-raportin mallilla tai ALas-mallilla laskettuja kasvihuonekaasupäästöjä. Alueelliset päästölaskentamallit kattavat pääsääntöisesti kunnan energiankulutuksesta ja jätehuollosta aiheutuvat päästöt sekä muut kunnan maantieteellisellä alueella tapahtuvat päästöt. Esimerkiksi kunnan alueella tapahtuvasta maataloudesta ja tuotteiden valmistuksesta aiheutuvat päästöt sisältyvät laskentaan huolimatta siitä, missä tuotteet kulutetaan. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä laskettaessa laskentaan sisältyvät kaikki kuntalaisten kulutuksesta aiheutuvat päästöt, huolimatta siitä, missä kulutetut hyödykkeet on tuotettu. Esimerkiksi kuntalaisten kuluttamasta ruuasta ja tavaroista aiheutuvat päästöt sisältyvät laskentaan vaikka niiden tuotanto tapahtuisi kunnan tai Suomen rajojen ulkopuolella.

Alueelliset ja kulutukseen perustuvat päästölaskentamallit ovat osittain päällekkäisiä. Ne eivät siis ole vaihtoehtoja toisilleen vaan täydentävät toisiaan ja tarjoavat yhdessä mahdollisimman laajan tietopohjan kunnan ja kuntalaisten toiminnasta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä.

Alueellisen ja kulutusperusteisen laskentamallin eroja on avattu tarkemmin kappaleessa Kulma-laskentamalli.

Kuva 1: Alueelliset ja kulutukseen perustuvat päästölaskennat ovat osittain päällekkäisiä. Ne eivät siis ole vaihtoehtoja toisilleen vaan täydentävät toisiaan.

Mikkelin kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt

Kulma-malli arvioi kulutuksesta aiheutuvia päästöjä seuraavilta sektoreilta:



Energiankulutus: 126,5 kt CO₂-ekv

Rakentaminen: 11,8 kt CO₂-ekv

Henkilöautoliikenne: 79,5 kt CO₂-ekv

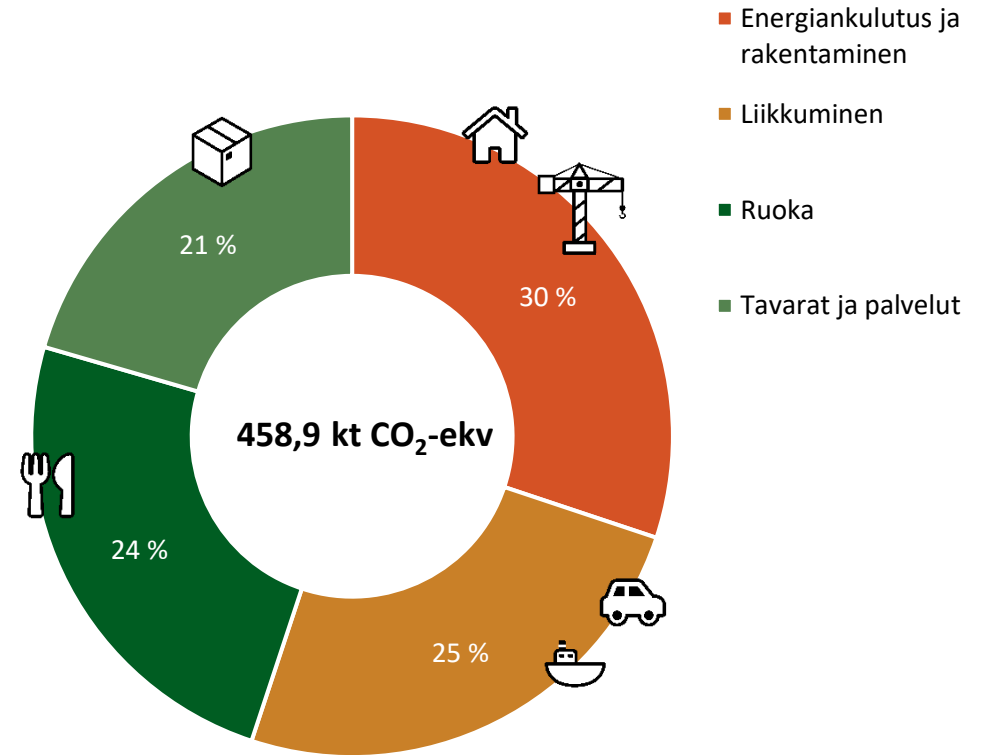
Laiva- ja lentoliikenne: 35,0 kt CO₂-ekv

Ruoka: 112,1 kt CO₂-ekv

Tavarat ja palvelut: 94,1 kt CO₂-ekv

Kuva 2:

Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt Mikkelissä vuonna 2020* olivat yhteensä 458,9 kt CO₂-ekv.

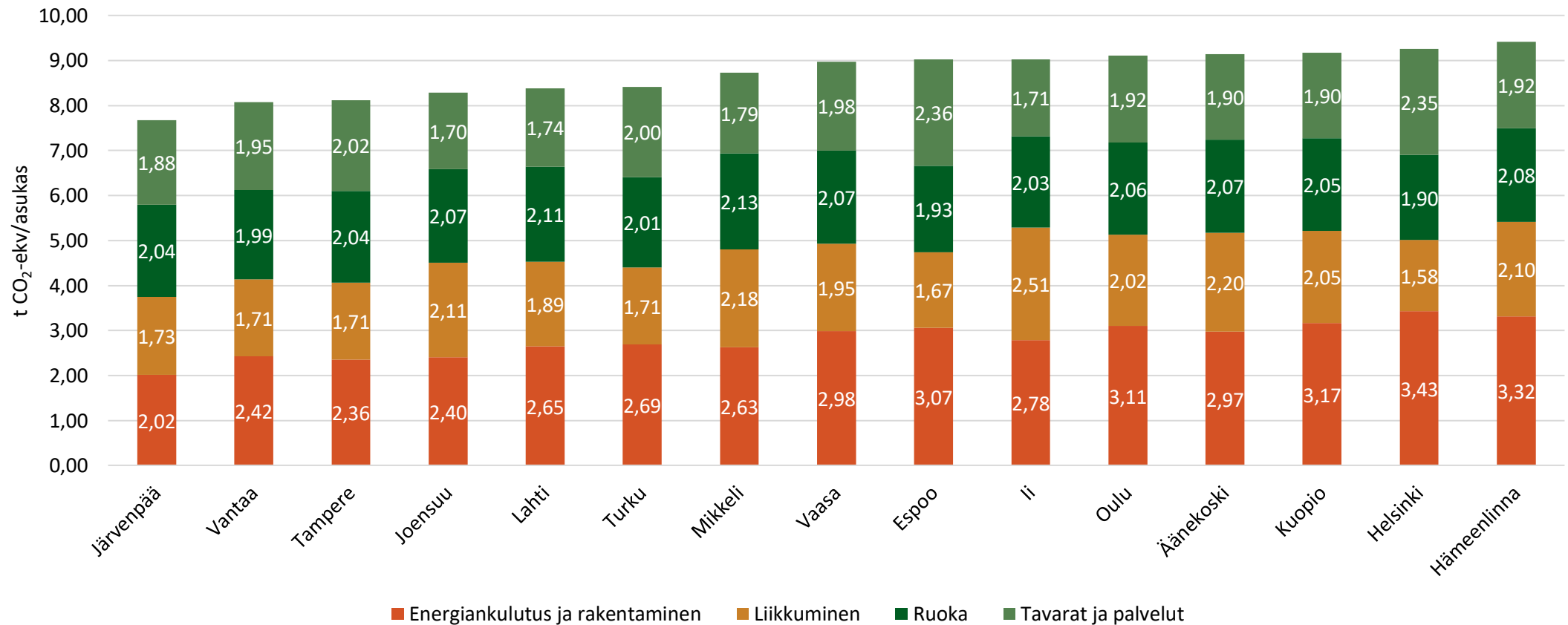


* Vuoden 2020 tietoja on täydennetty aikaisempien vuosien tiedoilla niiden sektoreiden osalta, joista tuoreempaa tietoa ei laskennan aikaan ollut saatavilla. Tällaisia olivat esimerkiksi lämmityksen ja tavarat ja palvelut -sektorin tiedot.

Mikkelin kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt

Sektori	kt CO ₂ -ekv	t CO ₂ -ekv/asukas (Asukasluku: 52583)
Energiankulutus ja rakentaminen	138,3	2,63
Sähkönkulutus	33,8	0,64
Kaukolämpö	42,2	0,80
Öljy-, maakaasu- ja puulämmitys	50,5	0,96
Rakentaminen	11,8	0,22
Liikkuminen	114,5	2,18
Henkilöautoliikenne	79,5	1,51
Lentoliikenne	31,0	0,59
Laivaliikenne	4,0	0,08
Ruoka	112,1	2,13
Tavarat ja palvelut	94,1	1,79
Yksityisen sektorin kulutus	77,8	1,48
Julkisen sektorin kulutus	16,3	0,31
Yhteensä	458,9	8,73

Kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt pilottikunnissa



Kuva 3:
Mikkelin ja muiden Kulma-pilottihankkeen kuntien kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2020 (t CO₂-ekv/asukas).

Kulma-laskentamalli

Laskentamalli ja pilottilaskennat

Sitowisen ja Luonnonvarakeskuksen Kestävä Lahti –säätöön tuella kehittämä Kulma-laskentamalli on ensimmäinen suomalainen kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjen laskentamalli, jota on sovellettu vertailukelpoisesti suurelle joukolle kuntia.

Laskentamallia pilotoitiin vuonna 2021 toteutetussa pilottihankkeessa, jossa laskettiin yhteensä 15 kunnan kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt.

Miksi kulutuksen päästöjä tulee monitoroida?

Laajempi tietopohja kunnassa syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä auttaa kuntia suunnittelemaan ja kohdentamaan ilmastotoimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi sekä monitoroimaan toteutettujen toimien vaikutuksia.

Kuntalaiset ovat merkittävä ja erittäin tärkeä sidosryhmä kuntien tavoitellessa hiilineutraaliutta. Kuitenkin useat kuntalaisten toteuttamien ilmastotoimien vaikutukset jäävät alueellisen päästölaskennan ulkopuolelle. Kulutusperusteinen päästölaskenta pyrkii vastaamaan tähän.

Joissakin kunnissa kulutukseen perustuvat kasvihuonekaasupäästöt saattavat olla huomattavasti suuremmat kuin alueperusteiset kasvihuonekaasupäästöt. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjen selvittäminen täydentää siis alueellisen kasvihuonekaasupäästö-laskennan tarjoamaa tietoa.

Kulutusperusteisen ja alueellisen päästölaskennan päällekkäisyydet ja erot

Alueelliset laskentamallit, niihin sisältyvät sektorit ja niissä käytetyt menetelmät eroavat jonkin verran toisistaan. Tässä kappaleessa Kulma-mallia on verrattu CO2-raporttiin. Erot ja päällekkäisyydet kuvaavat kuitenkin pääosin hyvin eroja ja päällekkäisyyksiä verrattaessa Kulma-mallia myös muihin alueellisiin päästölaskentamalleihin.

Asumisen energiankulutuksen osalta kulutusperusteinen ja alueellinen päästölaskenta ovat päällekkäisiä. Molemmat sisältävät asuinrakennuksissa käytetyn sähkön, kaukolämmön sekä lämmityksen polttoaineet. Kuitenkin toisin kuin CO2-raportissa, Kulma-mallissa sähkön, kaukolämmön ja lämmityksen polttoaineiden laskennassa on hyödynnetty elinkaarisia päästökertoimia.

Kulma-laskentamalli

Rakentamisesta aiheutuvat päästöt sisältyvät Kulma-malliin. Alueelliseen päästölaskentaan sisältyy rakentamisen osalta ainoastaan työmaiden energiankulutus (esim. työkoneet). Rakennusmateriaalit jäävät alueellisen päästölaskennan ulkopuolelle, mikäli ne on tuotettu kunnan ulkopuolella.

Henkilöautoliikenteen osalta Kulma-mallissa arvioidaan kuntalaisten ajamista henkilöautoliikenteen kilometreistä aiheutuvia päästöjä huolimatta siitä, minkä kunnan alueella ajo tapahtuu. Laskenta eroaa alueellisesta laskennasta, jossa arvioidaan kunnan alueella tapahtuvan henkilöautoliikenteen päästöjä, huolimatta siitä minkä kunnan asukas autoa ajaa.

Niin ikään laiva- ja lentoliikenteessä on Kulma-mallissa pyritty arvioimaan kuntalaisten matkustamisesta aiheutuvia päästöjä, huolimatta siitä mihin matkat suuntautuvat. Laiva- ja lentoliikenteen arviot ovat kuitenkin karkeita. Alueellisessa päästölaskennassa tarkastellaan kunnan alueella tapahtuvia liikkumisen päästöjä.

Ruuantuotannon osalta Kulma-mallissa arvioidaan kunnassa kulutetun ruuan (kotitalouksien ostama ruoka, ravintolat ja ateriapalvelusektorin kautta kulutettu ruoka) tuotantoketjun päästöt.

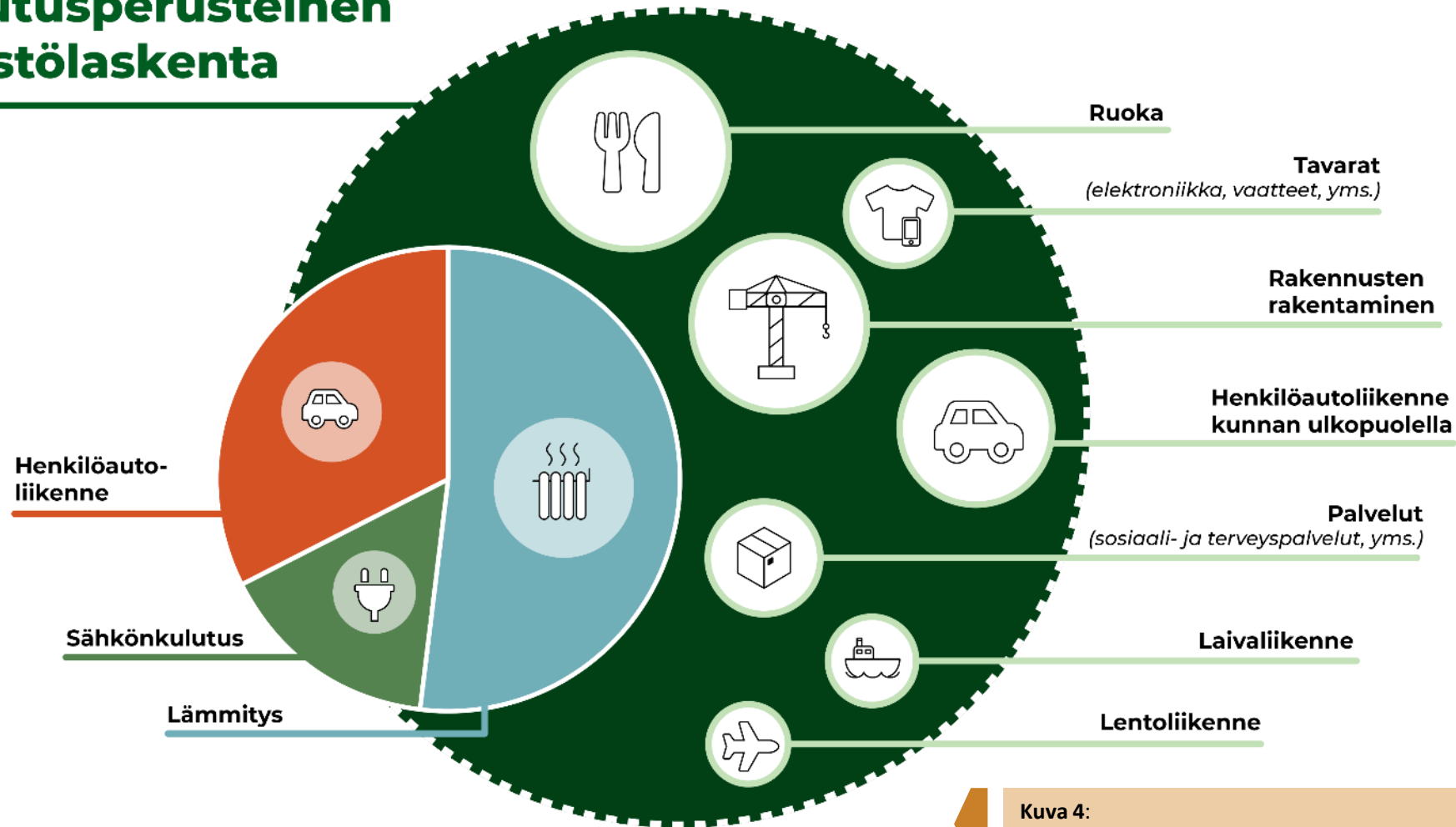
Verrattaessa alueelliseen päästölaskentaa voidaan sektoria verrata maataloussektoriin, jonka osalta alueellisessa laskennassa lasketaan kunnan alueen maatalouden päästöt, huolimatta siitä missä kunnassa maataloustuotteet lopulta kulutetaan.

Kulutusperusteinen laskenta sisältää kuntalaisten kuluttamien tavaroiden ja palveluiden koko tuotantoketjun päästöt, riippumatta siitä, missä tavara tai palvelu on tuotettu. Alueellinen laskenta puolestaan sisältää kunnan alueella tapahtuvan teollisuustuotannon päästöt sekä alueella sijaitsevien palveluiden energiankulutuksen.

Haasteet kulutuksen päästöjen arvioinnissa

Kulutusperusteisten päästöjen laskennassa joudutaan aina turvautumaan mallintamiseen ja oletuksiin, sillä jokaisen kunnassa kulutetun tuotteen tai palvelun jäljittäminen on mahdotonta. Seuraavilla kalvoilla on kuvattu kullekin sektorille sisältyvät kulutuksen päästöt, tietolähteet sekä laskentaan liittyvät epävarmuudet ja mahdolliset päällekkäisyydet.

Kulutusperusteinen päästölaskenta



Kuva 4:

Kulutusperusteisella päästölaskennalla pyritään arvioimaan kaikki kuntalaisten kulutuksesta aiheutuvat päästöt, huolimatta siitä, missä kulutettu hyödyke on tuotettu. Yhdessä alueellisen päästölaskennan kanssa saadaan kattavasti tietoa kunnassa ja kuntalaisten toiminnan seurauksena aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä.

Energiankulutus ja rakentaminen

Energiankulutus

Sektorin kuvaus: Laskenta sisältää sähkönkulutuksen, kaukolämmön kulutuksen, öljy- ja maakaasulämmityksen sekä pienpuun käytön lämmityksessä. Laskennassa polttoaineille on hyödynnetty polttoaineen elinkaarivaikutukset huomioon ottavia elinkaarikertoimia (LCA). Näin ollen mukana on myös esimerkiksi polttoaineiden ”extraction”, jalostuksen ja kuljetuksen päästöt. Biomassapolttoaineiden osalta mukana on myös vaikutus metsän hiilivarastoon. Teollisuuden energiankulutus ei sisälly energiasektorin laskentaan, sillä tuotannon päästöt kuuluvat kulutus-peräisessä laskennassa osaksi esimerkiksi tavaroiden ja rakennusmateriaalien elinkaarisia päästöjä.

Tietolähteet: 1) Kunnittainen sähkönkulutus, Energiateollisuus ry, 2) Kaukolämpötilasto, Energiateollisuus ry, 3) Selvitys pienistä lämpölaitoksista, Kuntaliitto, 3) Öljylämmityksen tiedot, CO2-raportti ja kuntien toimittamat öljylämmityksen tiedot, 4) Luken tilasto polttopuun käytöstä, 5) LCA-kertoimet, tuotettu useiden lähteiden perusteella 6) Polttoaineluokitus, Tilastokeskus, 7) Tietokyselyt

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Öljynkulutus rakennusten lämmityksessä on mallinnettu ja laskenta sisältää epävarmuuksia.

Sähkönkulutus sisältää myös sähköisten ajoneuvojen lataukseen käytettävän sähkön. Tietopohja ei tällä hetkellä mahdollista lataussähkön erottelua muusta sähkönkulutuksesta. Kaksoislaskennan välttämiseksi sähkönkulutus on käsitelty liikennesektorin laskennassa päästöttömänä.

Sektori sisältää myös maatalouden sähkönkulutuksen, mikä saattaa johtaa kaksoislaskentaan ruuan päästövaikutusten kanssa.

Palvelurakennusten energiankulutuksen hiilijalanjälki pohjautuu kunnan alueella tapahtuvaan kulutukseen. Menetelmä todennäköisesti yliarvioi keskustaupunkien päästöjä ja aliarvioi muiden kuntien päästöjä, sillä monet palvelut sijoittuvat isompiin keskuksiin.

Jätepolttoaineen energiakäytön päästöissä sekä tavaroiden ja ruuan elinkaaripäästöissä voi olla päällekkäisyyttä.



Energiankulutus ja rakentaminen

Rakentaminen

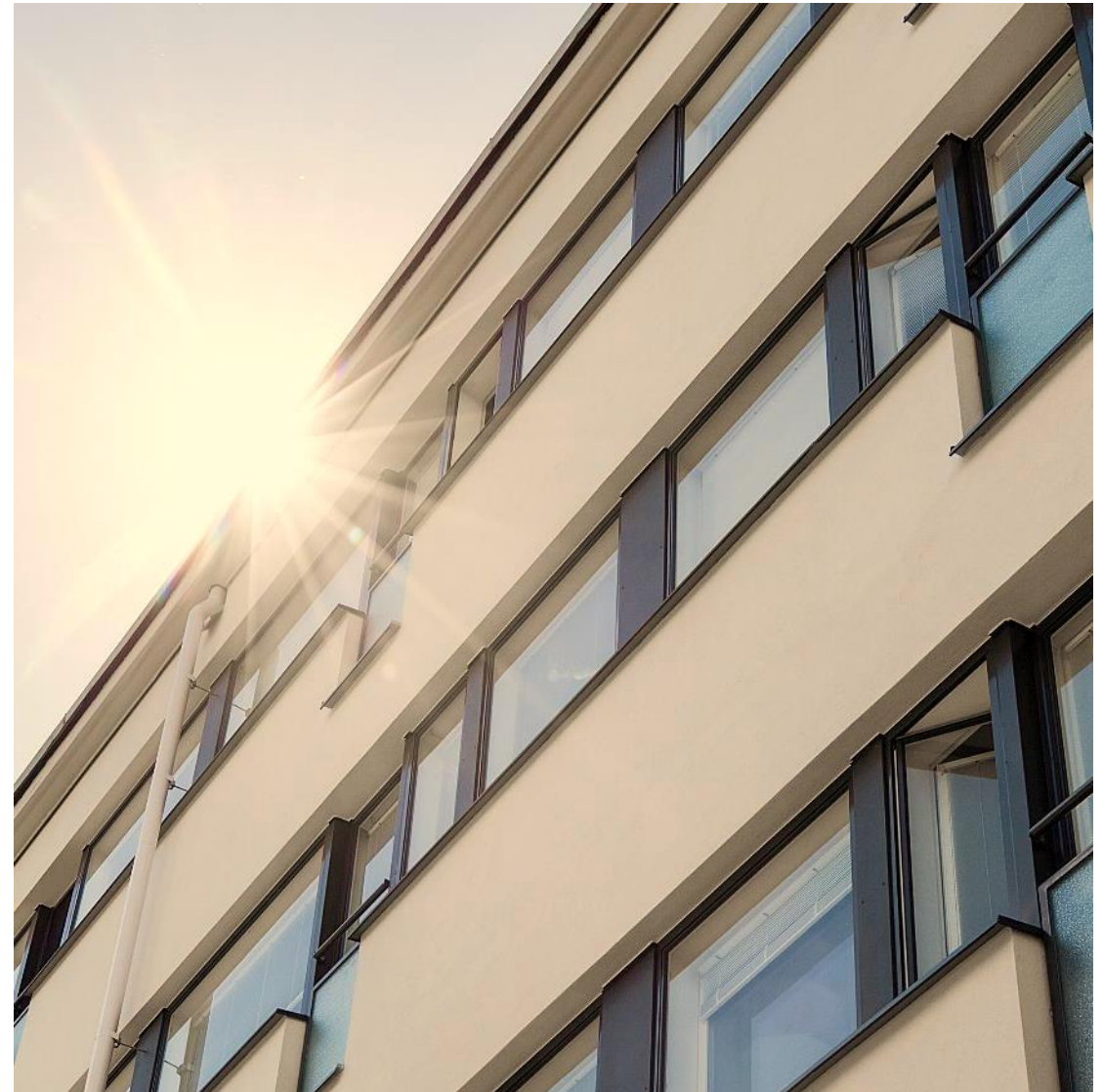
Sektorin kuvaus: Laskenta sisältää laskentavuonna rakennetut uudisrakennukset. Rakentamisen päästöt sisältävät standardin EN 15804 mukaiset elinkaaren vaiheet, jotka ovat tuotteiden valmistus, kuljetukset työmaalle ja rakentaminen. Pien- ja rivitalojen perustamistavaksi on oletettu sokkeli- ja anturaperustus. Muiden rakennusten osalta on oletettu, että 75 % rakennuksista perustetaan paaluperustukselle, ja päästöarvoja on painotettu tämän oletuksen mukaisesti. Laskennassa otetaan huomioon puurakentamisen myönteinen vaikutus rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin.

Tietolähteet: 1) Rakennetut kerrosneliöt rakennusten käyttötyyppittäin, Tilastokeskus, 2) Carbon Footprint Limits for Common Building Types, Bionova (pohjautuu ympäristöministeriön menetelmän mukaisesti tehtyihin hiilijalanjälkilaskelmiin, 3) KEKO (kaavoituksen ekolaskuri), 4) Tilastokeskuksen tietokanta rakennusten runkomateriaaleista

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Laskennan ulkopuolelle jää infrarakentaminen, johon sisältyy mm. tie-, katu- ja rataverkko, tunnelit, sillat ja muut taitorakenteet, yms.

Rakentamisen päästökertoimiin sekä oletukseen perustamistavasta sisältyy huomattava epävarmuus.

Työmaalla kulutettu sähköenergia sisältyy rakentamisen päästökertoimiin sekä energiankulutussektorille. Tästä aiheutuva kaksoislaskenta on kuitenkin varsin pienessä roolissa rakentamisen kokonaispäästöissä.



Liikkuminen

Henkilöautoliikenne

Sektorin kuvaus: Mallissa tarkastellaan henkilöautoliikenteen päästöjä. Lähtökohtana on kunnan asukkaiden liikkuminen ja siitä syntyvät päästöt. Laskennassa polttoaineille on hyödynnetty polttoaineen hankinnan ja valmistuksen huomioon ottavia kertoimia. Näin ollen mukana ovat myös esimerkiksi polttoaineiden ”extraction”, jalostuksen ja kuljetuksen päästöt.

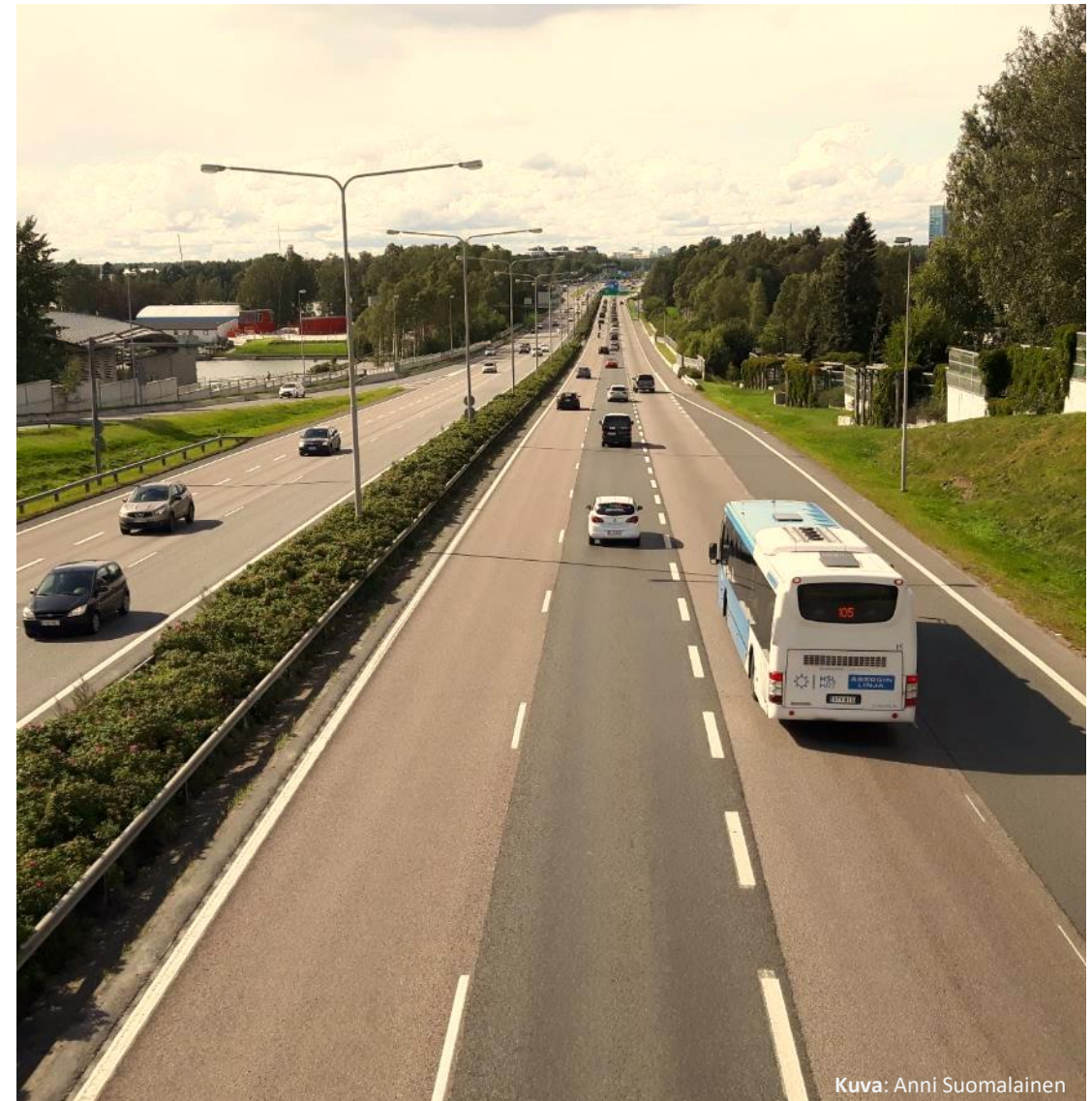
Tietolähteet: 1) Väestötieto kaupunki-maaseutu jaottelulla, Tilastokeskus, 2) Henkilöliikennetutkimus, Liikennevirasto, 3) Henkilöautokannan yksikköpäästöt, Traficom, 4) Polttoaineiden valmistuksen ja hankinnan kertoimet, Suomen Ilmastopaneeli/Autokalkulaattori

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Traficomin tuottama avoin data on parasta tietoa, mitä Suomen henkilöautokannasta on saatavissa ja vastaavia tilastoja käytetään mm. VTT:n Lipaston taustalla. Tästä huolimatta CO₂-päästötieto puuttuu noin 15 %:lle rekisteröidyistä henkilöautoista. Kulma-mallissa käytetty CO₂-päästötieto perustuu niihin henkilöautoihin, joista tieto on saatavilla.

Laskennan lähtötietona käytetyn henkilöliikennetutkimuksen aineiston laajuus ei riitä kuntakohtaiseen tarkasteluun, vaan tarkastelu on tehty perustuen seitsemään eri aluetyyppiin ja kunnan väestön sijoittumiseen niihin. Epävarmuutta aiheuttaa myös henkilöliikennetutkimuksen pitkä päivityssykli.

Ajoneuvojen lataussähkö sisältyy energiankulutus -sektorin laskentaan ja siksi se on käsitelty tällä sektorilla päästöttömänä.

Tavaraliikenteen päästöt sisältyvät tavarat ja palvelut -sektorille.



Kuva: Anni Suomalainen

Liikkuminen

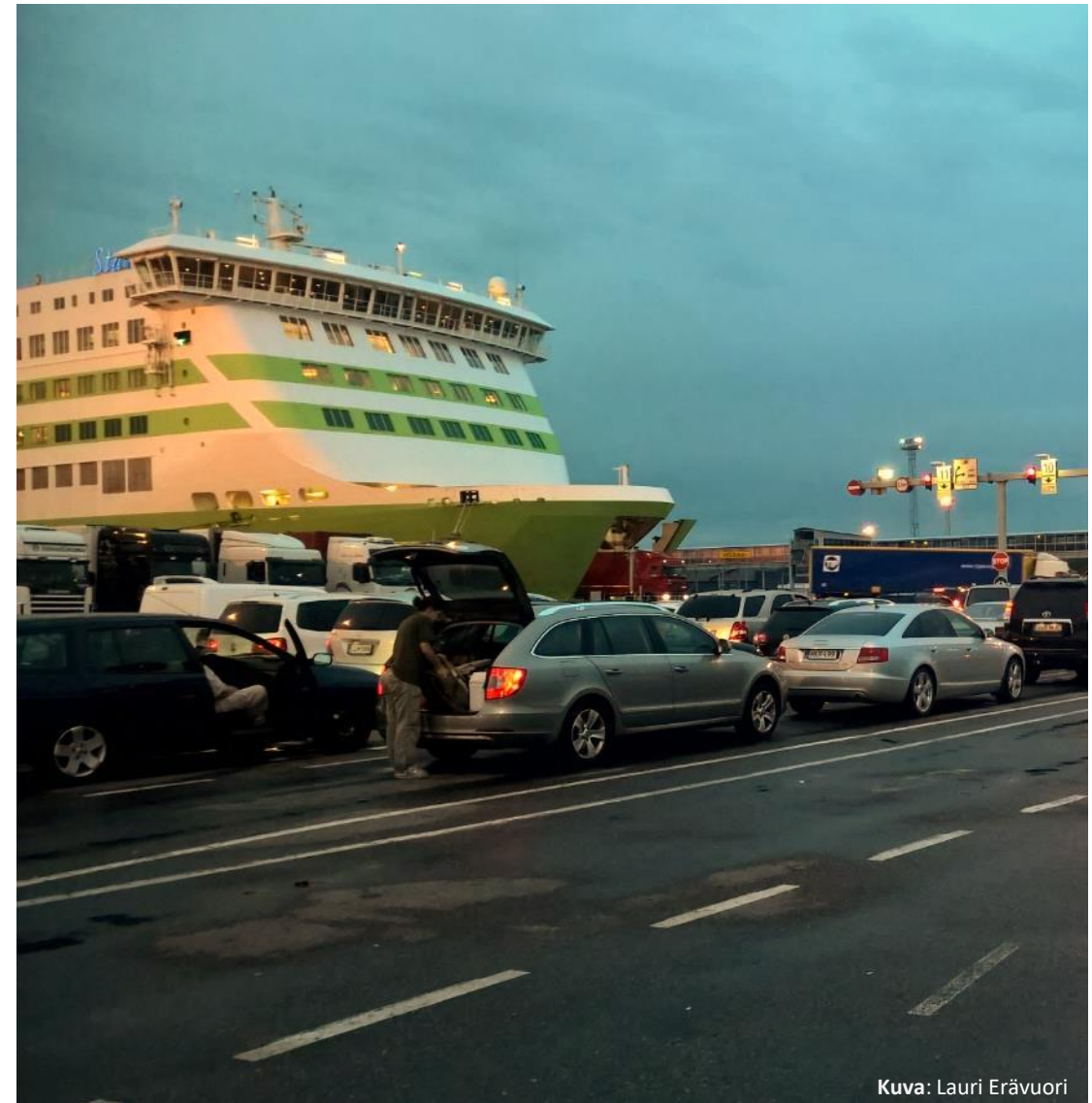
Laivaliikenne

Sektorin kuvaus: Karkea arvio kuntalaisten kansainvälisen laivaliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Malli ei sisällä muuta vesiliikennettä, eli esimerkiksi huviveneiden päästöt eivät sisälly laskentaan.

Tietolähteet: 1) Tilastokeskuksen tuottamat laivaliikenteen matkamäärät eri aluetyypin kunnille (taajaan asutut kunnat, maaseutumaiset kunnat ja kaupunkimaaiset kunnat), 2) Tilastokeskuksen tiedot matkustajamäärien jakautumisesta Helsinki-Tallinna, Helsinki-Tukholma, Turku-Tukholma reiteille (98 % kaikista matkustajista), 3) kertoimet perustuvat VTT:n LIPASTO-järjestelmän yksikköpäästötietoihin sekä kansainväliseen tutkimusaineistoon

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Laivaliikenteen arvio on hyvin karkea ja erot kaupunkimaisten kuntien, maaseutumaisten kuntien ja taajaan asuttujen kuntien välillä syntyvät pääasiassa väestömäärästä. Tämä johtaa siihen, että kahden hyvin samanlaisen kunnan keskinäinen vertailu ei välttämättä ole kovinkaan mielekäs. Laivaliikenteen päästöjen tarkastelua voidaan kuitenkin hyödyntää suhteuttamalla sen kokoluokka esimerkiksi muihin liikkumisen päästöihin tai muihin Kulma-mallilla arvioituihin päästöihin.

Tavara- ja rahtiliikenteen päästöt allokoituvat tavarat- ja palvelut sektorille.



Kuva: Lauri Erävuori

Liikkuminen

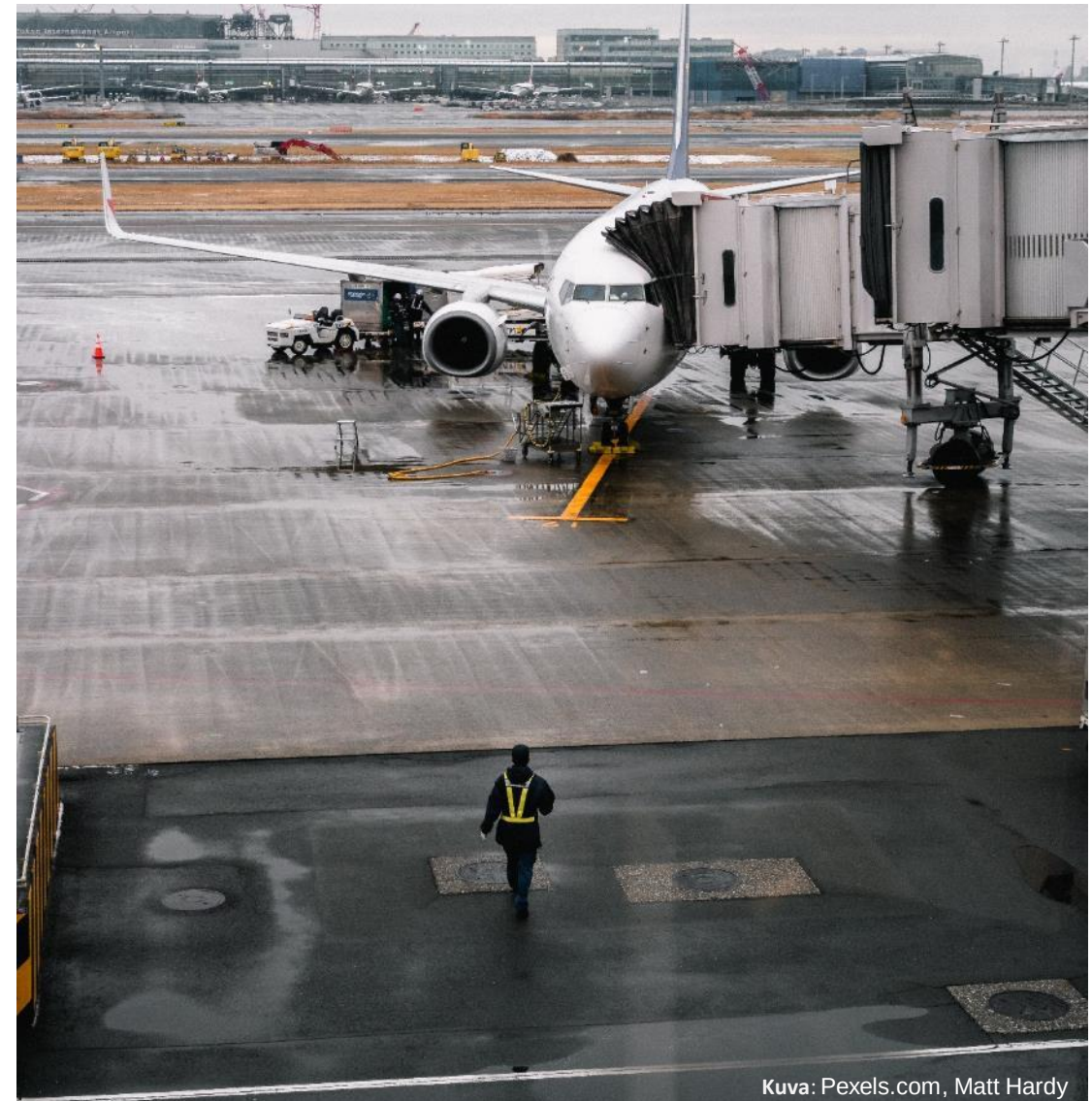
Lentoliikenne

Sektorin kuvaus: Karkea arvio kuntalaisten kansainvälisen lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Malli sisältää lentomatkat ulkomaille sekä kotimaan matkat, joihin sisältyy yöpyminen.

Tietolähteet: 1) Tilastokeskuksen tuottamat lentoliikenteen matkamäärät eri aluetyypin kunnille (taajaan asutut kunnat, maaseutumaiset kunnat ja kaupunkimaiset kunnat), 2) Finavian kohdemaatilastot painottaen Euroopan yhteyksiä, 3) kertoimet ICAO:n (Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö) aineistosta

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Lentoliikenteen arvio on hyvin karkea ja erot kaupunkimaisten kuntien, maaseutumaisten kuntien ja taajaan asuttujen kuntien välillä syntyvät pääasiassa väestömäärästä. Tämä johtaa siihen, että kahden hyvin samanlaisen kunnan keskinäinen vertailu ei välttämättä ole kovinkaan mielekäs. Lentoliikenteen päästöjen tarkastelua voidaan kuitenkin hyödyntää suhteuttamalla sen kokoluokka esimerkiksi muihin liikkumisen päästöihin tai muihin Kulma-mallilla arvioituihin päästöihin.

Tavara- ja rahtiliikenteen päästöt allokoituvat tavarat- ja palvelut sektorille.



Kuva: Pexels.com, Matt Hardy

Ruoka

Sektorin kuvaus: Ruokaan sisältyvät kauppojen ja ravintoloiden sekä ateriapalvelusektorin kautta käytetyt ruoka-aineet ja näiden elinkaariset päästöt aina maatalouden panosteollisuudesta ja alkutuotannosta valmiiksi jalostetuiksi tuotteiksi saakka. Maaperän hiilivarastojen muutokset kotimaisten ruoka-aineiden taustalla ovat myös karkealla tasolla mukana laskennassa.

Tietolähteet: Laskennan taustalla ovat kahdet erityyppiset tietoaineistot: 1) kuluttajien syömän/tarjolla olleen ruoan keskeisin tietolähde on S-ryhmältä saadut kuntakohtaiset tuoteryhmätasoiset ruokamyyntitiedot (kg), jotka vakioitiin kuntakohtaisesti ruoan kokonaisostomäärien kautta. Skaalaaminen koko vähittäiskaupan tasolle tehtiin S-ryhmän valtakunnallisen markkinaosuuden mukaan. Kauppojen kautta kulkevan ruoan lisäksi arvioitiin yksityisen ja julkisen ateriapalvelusektorin (ml. esim. koulut) ruoka. 2) Lukuisat ruokien ja ruoka-aineiden, mahdollisimman tuoreet ilmastovaikutustutkimukset ja Luken taustatietokanta, mahdollisuuksien mukaan alkuperää painottaen, sekä RuokaMinimi-tutkimuksen maaperähiilen laskennan menettelytapaa kotimaisten elintarvikkeiden osalta.

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Laskennassa on useita epävarmuustekijöitä, mm. ruoka-aineiden kuntakohtaisen kokonaiskulutuksen määrän arviointiin liittyen. Erityisesti ateriapalvelusektorin, joka on arvio koronaolosuhteiden ajalta, liittyy merkittävää epävarmuutta. Myös kauppojen osuudessa laskennan skaalaukset voivat aiheuttaa epävarmuutta kuntakohtaisissa ruokamäärissä. Tähän vaikuttaa myös se, miten ihmiset keskittävät ostojaan eri kunnissa tai kuinka paljon kuntalaiset tekevät ostoksia oman kuntansa ulkopuolella. Joka tapauksessa kaupoista myydyin ruoan osalta saatiin luotettava lähtöaineisto kuntakohtaisesti eri tuoteryhmien osalta, joka ylipäätään mahdollisti kuntakohtaisen laskennan.

Elintarvikeryhmien pilkkominen laskennassa yksittäisiin elintarvikkeisiin aiheuttaa tiettyä epävarmuutta. Ruokatuotteiden ilmastovaikutustutkimuksissa voi olla isoja LCA-menetelmällisiä eroja, jotka aiheuttavat epävarmuutta ruoka-aineryhmien tason laskennassa. Lisäksi tuotteissa ja tuoteryhmissä on niin kotimaista kuin kansainvälistä ruoan tuotantoa, ja näiden tuotannon välillä voi olla merkittäviäkin tuotannollisia eroja. Maaperän hiilivarastojen laskenta on hyvin uusi aihealue ja se aiheuttaa osaltaan merkittäviä epävarmuutta tuloksiin, mutta ei toisaalta heijastu kuntien keskinäiseen vertailuun.



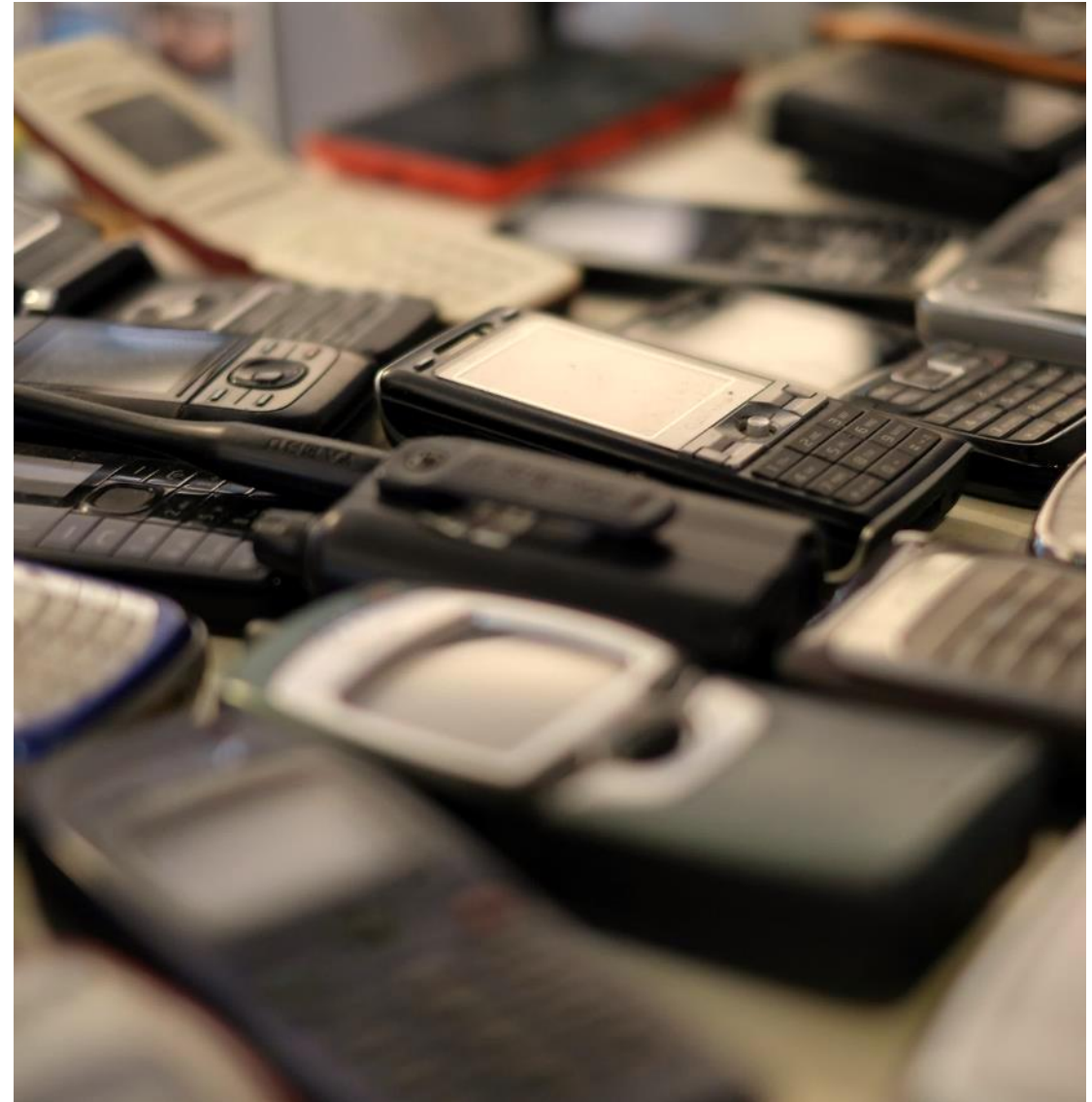
Tavarat ja palvelut

Sektorin kuvaus: Tavaroiden ja palveluiden laskentaan sisältyvät yksityisen kulutuksen sekä julkisten hankintojen päästöt. Kasvihuonekaasupäästöt arvioidaan Suomen kansantalouden tilinpitoon pohjautuvan ENVIMAT-mallin tietoihin sekä kuntakohtaisiin tilastotietoihin perustuen. Laskennassa johdetaan kuntakohtaisesta asutokuntien tuloaineistosta lähtien kulutukseen ohjautuva osuus poistamalla verojen, säästöjen sekä asunto- ja muiden investointien osuus. Tästä kulutukseen ohjautuvasta osuudesta arvioidaan edelleen tavaroihin ja palveluihin ohjautuva vuosikulutus. Europerusteinen päästöintensiteetti ei ota huomioon sitä, että saman hintaluokan tuotteilla voi todellisuudessa olla hyvin erilainen hiilijalanjälki, tai sitä, että vähähiilisempi tuote voi olla päästöintensiivistä kalliimpi. Kaksoislaskennan välttämiseksi elintarvikkeiden (ml. ravintolat) sekä asumiseen liittyvien kulutuserien (esim. energia) laskenta on rajattu tavarat ja palvelut -sektorin ulkopuolelle, sillä elintarvikkeiden ja energian päästöjä tarkastellaan laskentamallin muilla sektoreilla.

Tietolähteet: 1) Kuntakohtaiset asutokuntien menot (keskimäärin/henkilö), Tilastokeskus, 2) Kunnan vuotuiset hankintamenot, Tilastokeskus, 3) Kulutusmenojen päästöintensiteetit ENVIMAT-kerrointen pohjalta, Suomen ympäristökeskus

Epävarmuudet, puutteet ja mahdolliset päällekkäisyydet: Tavaroiden ja palveluiden päästöt on arvioitu käyttäen yleistettyjä ENVIMAT-malliin perustuvia päästöintensiteettejä, mikä tuo epävarmuutta päästöarviointiin.

Palveluiden osalta tavarat ja palvelut sekä energiankulutus ja rakentaminen -sektoreiden päästöissä on todennäköisesti kaksoislaskentaa. Tämä johtuu siitä, että Tilastokeskuksen aineistoista sekä ENVIMAT-päästöintensiteeteistä ei ole mahdollista erotella ja vähentää kaikkia energiaan liittyviä eriä. Esimerkiksi osa vuokratuloista saattaa sisältää energiankulutuksesta johtuvia menoeriä ja toisaalta palveluiden tuottamisessa panos-tuotos malli huomioi myös palvelun tuottamiseen tarvittut energiapanokset.



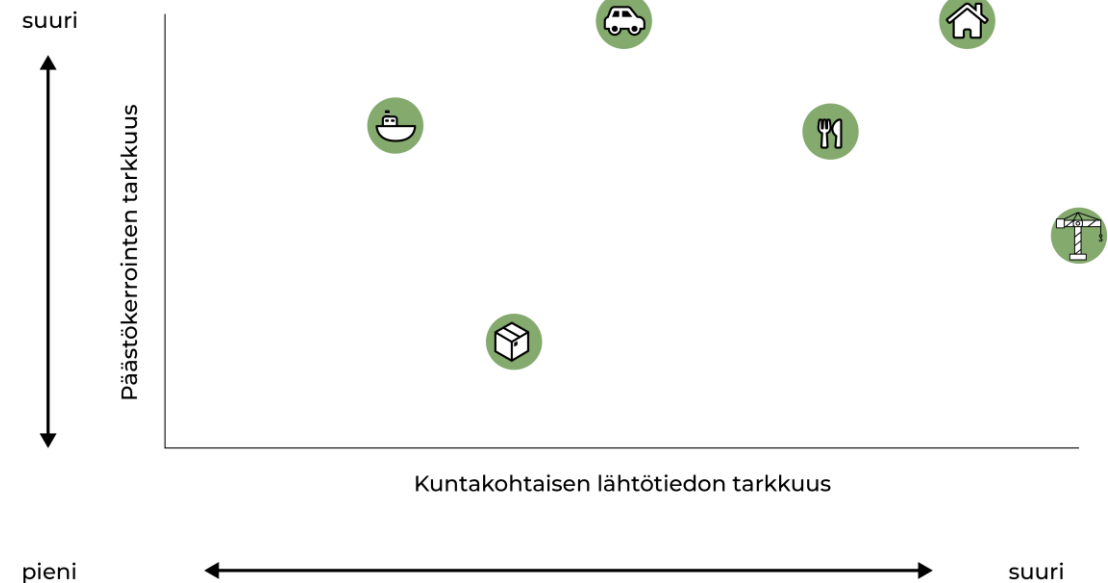
Yhteenveto laskentamalliin liittyvistä epävarmuuksista

Laskentamallin tarkkuuteen liittyvät huomiot

Kulutuksen päästöjen arviointi on haasteellista ja laskentamenetelmään liittyy useita epävarmuuksia. Puutteellisen lähtötietodatan takia on tiettyjen sektoreiden osalta jouduttu turvautumaan oletuksiin, jotka soveltuvat heikosti kuntien välisten erojen esiintuomiseen. Laskennan eri sektoreiden tarkkuustasoa päästökerrointen sekä kuntakohtaisten lähtötietojen osalta on tarkasteltu kuvassa 5. Energiankulutuksen ja rakentamisen sekä henkilöautoliikenteen ja laiva- ja lentoliikenteen laskentamallien tarkkuutta on arvioitu erikseen, jotta kyseisten sektoreiden sisäisiä eroja on saatu tuotua paremmin esille.

Kuva 5:

Arvio Kulma-mallin sektoreiden kuntakohtaisen lähtötiedon sekä mallissa käytettyjen päästökerrointen tarkkuudesta.



Yhteenvedo laskentamalliin liittyvistä epävarmuuksista

Energiankulutus ja rakentaminen

Energiankulutuksen (🏠) osalta käytettävien lähtötietojen laatu on pääosin erittäin hyvää. Ainoastaan lämmitysöljyn kulutusta joudutaan arvioimaan mallinnukseen perustuen. Myös rakentamisen (🏗️) osalta kuntakohtaisten lähtötietojen tarkkuus on hyvä ja vertailukelpoinen ja suurimmat epävarmuudet liittyvät keskiarvoistettuihin rakennustyyppikohtaisiin päästökertoimiin.

Liikkuminen

Liikkumisen osalta kuvassa 5 on arvioitu mallin tarkkuutta erikseen henkilöautoliikenteen (🚗) ja laiva- ja lentoliikenteen (✈️) osalta. Henkilöautoliikenteen päästöjen laskennassa käytettyjä päästökertoimia voidaan pitää laadultaan hyvinä ja mallin epävarmuudet liittyvätkin kuntalaisten matkasuoritteisiin. Niin ikään laiva- ja lentoliikenteen päästökerrointen laatu on hyvä mutta kuntakohtaisiin lähtötietoihin liittyy merkittäviä epävarmuuksia.

Ruoka

Ruuan (🍴) osalta laskenta perustuu S-ryhmältä kuntakohtaisesti saatuihin tietoihin, jotka on skaalattu ensin samalle keskimääräiselle kokonaisruoankäytön tasolle.

Tietoja voi pitää hyvin luotettavana kokonaisuutena, joka vertautuu hyvin erilaisiin yleisiin ruoankäyttötietoja koskeviin tutkimuksiin. S-ryhmän suuresta markkinaosuudesta johtuen myös kuntakohtaisia tuoteryhmien suhteellisia ruoka-aineryhmien osuuksia voi pitää melkoisen luotettavana. Lähtötiedot perustuvat todellisiin ostoihin mikä lisää tiedon luotettavuutta. Ateriapalvelusektorin lähtötietojen osalta pohjana on kaikille alueille yhteisesti tehty oletus, joka aiheuttaa epävarmuutta kuntakohtaiseen vertailuun. Ruoka-aineiden päästöjen arvioinnissa erityisen epävarma osa-alue ovat maaperän hiilivarastojen päästöt, joista tehtiin Kulma-malliin karkea kokonaisarvio. Ruokatuotteiden yksityiskohtaista menetelmällistä laskentaohjeistusta ollaan vasta laatimassa.

Tavarat ja palvelut

Tavaroiden ja palveluiden (📦) hiilijalanjäljen laskentaan liittyy merkittäviä epävarmuuksia, mm. käytettävien päästökerrointen osalta. Europerusteinen päästöintensiteetti ei ota huomioon sitä, että saman hintaluokan tuotteilla voi todellisuudessa olla hyvin erilainen hiilijalanjälki, tai sitä, että vähähiilisempi tuote voi olla päästöintensiivistä kalliimpi. Tavaroiden ja palveluiden päästölaskenta on kuitenkin lähtöaineistoltaan sekä päästökertoimien osalta vertailukelpoinen eri kuntien välillä.

Lähteet

- **Autoalan tiedotuskeskus, 2020. Ladattavien autojen käyttäjätutkimus - selvitys ladattavien hybridien ja täyssähköautojen käyttötavoista.**
Saataavana: https://www.aut.fi/files/2117/Ladattavien_autojen_tutkimus_tiivistelma.pdf [Viitattu 10.11.2021]
- **Bionova, 2021. Carbon Footprint Limits for Common Building Types.**
Saataavana: https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/Bionova_MinEnv_Finland_embodied_carbon_limit_values_report_FINAL_19JAN2021_ed.pdf
- **CO2-raportti 2021, Öljy- ja maakaasulämmityksen tiedot.**
- **Ecoinvent, 2021. Ecoinvent database.**
Saataavana: <https://ecoinvent.org/>
- **EDA (European Dairy Association) 2018. Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products. PEFCR for Dairy Products, April 2018 (Version 1.0). 144 p + appendices.**
- **Energiateollisuus ry, 2021. Sähkötillastot (päivittyy vuosittain).**
Saataavana: <https://energia.fi/tillastot/sahkotillastot>
- **Energiateollisuus ry, 2020. Kaukolämpötillastot (päivittyy vuosittain).**
Saataavana: <https://energia.fi/tillastot/kaukolampotillastot>
- **Finavia, 2021. Lentoliikenteen tillastot: Matkustajatillastot aiemmilla vuosilla (Excel).**
Saataavana: <https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetillastot/liikennetillastot-vuosittain>
- **Flysjö, A., Thrane, M. & Hermansen, J. E. 2014. Method to assess the carbon footprint at product level in the dairy industry. Int Dairy J 34 (2014):86–92.**
- **Hartikainen, H., Heusala, H., Harrison, E., Silvenius, F. & Katajajuuri, J.-M. 2021. Harmonising and Communicating Carbon Footprints of Food purchases. Manuscript.**

Lähteet

- Hietala, S., Heusala, H., Katajajuuri, J.-M., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huuskonen, Arto & Nousiainen, J. 2021. Environmental life cycle assessment of Finnish beef – cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production. *Agricultural systems* 194: 14.
Saatavana: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21002031>
- Hietala, S., Usva, K., Vieraankivi, M.-L., Vorne, V., Nousiainen, J. and Leinonen, I. 2021b. Environmental Life Cycle Assessment of Finnish pork production – focus in global warming potential and water scarcity. Manuscript
- IATA, 2021. ICAO Carbon Emissions Calculator.
Saatavana: <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>
- Ilmasto-opas, 2021 (päivitetty 17.2.2021). Kotitalouksien kulutuksella on merkittävä ilmastovaikutus.
Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/28259fe8-7b5e-4806-8ab6-7c06739ef5cc/kotitalouksien-kulutuksella-on-merkittava-ilmastovaikutus.html>
- Koffi, B., Cerutti, A. K., Duerr, M., Iancu, A., Kona A., Janssens-Maenhout G., 2017. Covenant of Mayors for Clime and Energy: Default emission factors for local emission inventories. JRC Technical reports.
Saatavana: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC107518/jrc_technical_reports_-_com_default_emission_factors-2017.pdf
- Liikennevirasto, 2018. Henkilöliikennetutkimus 2016. Liikenne ja maankäyttö. Helsinki 2018. Liikenneviraston tilastoja 1/2018. ISSN-L 1798-811x (pdf), ISSN 1798-8128 (pdf), ISBN 978-952-317-513-6 (pdf)
- Luonnonvarakeskus, 2021, Elintarvikkeiden elinkaariarviointimetodologian kehittäminen ja harmonisointi
Saatavana: <https://www.luke.fi/projektit/LCAFoodPrint/>
- Moro, A., Lonza, L., 2018. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles
Saatavana: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920916307933>

Lähteet

- Nissinen ja Savolainen (toim.), 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2009.
- Pingoud, Kim, Tommi Ekholm, and Ilkka Savolainen, 2012. "Global warming potential factors and warming payback time as climate indicators of forest biomass use." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 17, no. 4 (2012): 369-386.
- Saarinen, M., Kaljonen, M., Niemi, J., Antikainen, R., Hakala, K., Hartikainen, H., Heikkinen, J., Joensuu, K., Lehtonen, H., Mattila, T., Nisonen, S., Ketoja, E., Knuuttila, M., Regina, K., Rikkonen, P., Seppälä, J. & Varho, V. 2019. Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ja muutosta tukevat politiikkayhdistelmät: RuokaMinimi-hankkeen loppuraportti
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A. Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaaliavirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. *Suomen ympäristö* 20/2009: 134 p. Silvenius, F. & Katajajuuri, J.-M. 2021. Reduction of the climate impact of Finnish greenhouse vegetables achieved by energy acquisitions between 2004 and 2017. *J Horti Sci Res* 4 (1):135-145.
- Silvennoinen, K., Nisonen, S. & Katajajuuri, J.-M. 2022. Food Waste Amount, Type and Climate Impact in Urban and Suburban Regions in Finnish Households. Scientific manuscript submitted to peer-review referee process
- Silvennoinen, K., Nisonen, S. & Lahti, L. 2020. Ravitsemispalveluiden elintarvikejäte - jätteen määrä 2018–2019 ja seurannan kehittäminen. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 1/2020, Luonnonvarakeskus.
- SYKE (Suomen ympäristökeskus. Puun korjuu energiaksi –laskuri
Saataavana: <https://laskurit.hiilineutraalisuomi.fi/nielu/>
- SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2016. KEKO-laskennan kuvaus, 2016-04 Energia, kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö: rakennuskanta, uudisrakennukset ja energiakorjaukset, energiantuotanto, liikenneverkko.
Saataavana: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/KEKO__Kaavoituksen_ekolaskuri/Tietoa_KEKOlaskennasta
- S-ryhmän toimittamat kuntakohtaiset tuoteryhmätasoiset ruokamyyntitiedot (kg). [Tiedot toimitettu luottamuksellisesti Luonnonvarakeskukselle.]

Lähteet

- **Tilastokeskus, 2021a. Sektoritilit neljännesvuosittain.**
Saatavana: <https://stat.fi/til/sekn/2020/04/>
- **Tilastokeskus, 2021b. Asuntokuntien lukumäärät, tulot ja tulojen rakenne kunnittain.**
Saatavana: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tul__tjt__asuntokuntien/stat-fin_tjt_pxt_118w.px/
- **Tilastokeskus, 2021c. Kuntien kulu- ja tuottolajierittelyitä.**
Saatavana: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_talous_ja_toiminta/Kuntien_talous_ja_toiminta__Kunnat__6._Kayttotalouserittelyt__6.2_Kuntien_kulu_ja_tuotanto/008_kta_16_2019.px/
- **Tilastokeskus, 2021d. Matkustajaliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä satamittain ja maittain, 1970-2021.**
Saatavana: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/Stat-Fin__lii__uvliik__vv/statfin_uvliik_pxt_12j4.px/?rxid=e6450b84-c219-45bc-a662-88a97aba6593
- **Tilastokeskus, 2021e. Suomalaisten matkailu. [Tarkempi aluekohtainen tieto toimitettu sähköpostilla]**
- **Tilastokeskus 2012, ajankäyttötutkimus, ruokailupaikka yhteensä, osuus kaikesta ruokailusta.**
Saatavana: https://www.stat.fi/artikkelit/2012/art_2012-09-24_007.html?s=0
- **Traficom, 2021. Ajoneuvojen avoin data 5.14.**
Saatavana: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/avoin-data?toggle=Ajoneuvojen%20avoin%20data%205.14>
- **Transport & Environment. 2019. One Corporation to Pollute Them All - Luxury cruise air emissions in Europe.**
Saatavana: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/One%20Corporation%20to%20Pollute%20Them%20All_English.pdf
- **Usva, K., Hietala, S., Vieraankivi, M.-L., Vorne, V., Nousiainen, J., Jallinoja, M. and Leinonen, I. 2021. Life cycle assessment of an average Finnish broiler chicken utilising real farm data. Manuscript.**

SITOWISE



Espoon kaupunki
Helsingin kaupunki
HSY
Hämeenlinnan kaupunki
lin kunta
Ilmastopaneeli
Järvenpään kaupunki
Joensuun kaupunki

Kotkan kaupunki
Kuntaliitto
Kuopion kaupunki
Lahden kaupunki
Lappeenrannan kaupunki
Mikkelin kaupunki
Motiva
Oulun kaupunki

Suomen ympäristökeskus
Tampereen kaupunki
Turun kaupunki
Turun yliopisto
Vaasan kaupunki
Vantaan kaupunki
Äänekosken kaupunki

SITOWISE

