

Kuntien resurssiviisauden indikaattorit

Tulokset ja laskentaperiaatteet nykytilassa

17.6.2015

Mattinen Maija, Salo Marja, Sahimaa Olli, Huuhtanen Juhani, Myllymaa Tuuli, Antikainen Riina, Jyri Seppälä
Suomen ympäristökeskus

Sisältö

Tiivistelmä.....	3
1. Työn tausta.....	4
2. Resurssiviisauden indikaattorit ja laskenta yleisesti	5
2.1. Käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt.....	6
2.2. Materiaalihäviöt	7
2.3. Ekologinen jalanjälki	8
3. Indikaattoritulokset kaupungeille	11
3.1. Jyväskylä.....	11
3.1.1. KHK- päästöt	11
3.1.2. Materiaalihäviöt.....	12
3.1.3. Ekologinen jalanjälki	13
3.2. Forssa	15
3.2.1. KHK- päästöt	15
3.2.2. Materiaalihäviöt.....	15
3.2.3. Ekologinen jalanjälki	16
3.3. Turku.....	18
3.3.1. KHK- päästöt	18
3.3.2. Materiaalihäviöt.....	18
3.3.3. Ekologinen jalanjälki	19
3.4. Lappeenranta	21
3.4.1. KHK- päästöt	21
3.4.2. Materiaalihäviöt.....	21
3.4.3. Ekologinen jalanjälki	22
3.5. Helsinki	24
3.5.1. KHK- päästöt	24
3.5.2. Materiaalihäviöt.....	24
3.5.3. Ekologinen jalanjälki	25
3.6. Tampere.....	27
3.6.1. KHK- päästöt	27
3.6.2. Materiaalihäviöt.....	27
3.6.3. Ekologinen jalanjälki	28
3.7. Pori.....	30
3.7.1. KHK- päästöt	30
3.7.2. Materiaalihäviöt.....	30
3.7.3. Ekologinen jalanjälki	32
3.8. Joensuu	33
3.8.1. KHK- päästöt	33
3.8.2. Materiaalihäviöt.....	33
3.8.3. Ekologinen jalanjälki	34
3.9. Lahti	36
3.9.1. KHK- päästöt	36
3.9.2. Materiaalihäviöt.....	36

3.9.3. Ekologinen jalanjälki	37
3.10. Yhteisiä piirteitä tulosten tulkinnassa	38
4. Tulosten yhteenveto.....	40
5. Liitteet: Indikaattorien laskennan yksityiskohtia	43
5.7. Kasvihuonekaasupäästöt	43
5.8. Materiaalihäviöt	43
5.9. Ekologinen jalanjälki.....	45
Kirjallisuus.....	47

Tiivistelmä

Sitra ja Jyväskylän kaupunki käynnistivät vuonna 2013 Jyväskylässä Resurssiviisas alue -hankekokonaisuuden. Hankkeessa kehitettiin uusia keinoja kestävästä kehityksestä edistämiseen paikallistasolla ja luotiin resurssiviisaiden kaupunkien verkosto (Fisu) ja sitä tukeva palvelukeskus. Suomen ympäristökeskus (SYKE) on yhdessä Sitran kanssa määrittänyt indikaattorit tukemaan resurssiviisasta johtamismallia. Indikaattorit kytkeytyvät Sitran määrittämiin resurssiviisaustavoitteisiin: ei päästöjä, ei jätettä, yhden maapallon elämä.

Johtamismallin kolme pääindikaattoria ovat: 1) käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden, 2) materiaalihäviöt ja 3) ekologinen jalanjälki asukasta kohden. Käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt kuvaavat alueen yritysten ja asukkaiden tuottamaa ilmastotaakkaa. Materiaalihäviöindikaattori kuvaa materiaalien kierron tehokkuutta yhdyskunnassa ja ekologinen jalanjälki kertoo siitä, onko kulutus kestävällä tasolla maapallon luonnonvarojen tuottokyvyn kannalta.

Tässä työssä SYKE laski kolme resurssiviisauden pääindikaattoria nykytilanteessa yhdeksälle kunnalle (Jyväskylä, Forssa, Turku, Lappeenranta, Helsinki, Tampere, Pori, Joensuu ja Lahti). Tulosten perusteella kuntien käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt vaihtelivat. Alhaisimmillaan ne olivat vajaat 6 hiilidioksidiekvivalenttitonnia asukasta kohden (t CO₂ ekv/as) ja ylimmillään reilut 8 t CO₂ ekv/as. Isoimmat päästöt aiheutuvat sähkön ja lämmön kulutuksesta. Materiaalihäviöindikaattori soveltuu parhaiten kaupungin oman jätetilanteen ja sen kehityksen seurantaan, koska jätemäärät kuvaavat ennen kaikkea kaupungin toimialarakennetta ja sen jätteidenkäsittelyratkaisuja. Yhdyskuntajättemäärät ovat paremmin verrannollisia, mutta nekin perustuvat osin laskennallisiin tuloksiin, joten kaupunkien välistä vertailua ei niidenkään suhteen kannata tehdä. Materiaalihäviötuloksissa keskeisiä esille nousevia asioita ovat rakentamisen materiaalivirrat (etenkin maa-ainekset), teollisuuden jätteet, jätteiden kaatopaikkasijoitus sekä poltto. Toimenpiteiden kohdistamisessa on tärkeää tuntee kaupungin toimialat sekä ominaispiirteet ja pyrkiä etsimään keinoja kaupungin tilanteen kehittämiseen. Kuntien ekologisen jalanjäljen tulokset osoittivat, että tällä hetkellä kaupunkien asukkaiden kulutustarpeet ylittävät reilusti maapallon luonnonvarojen tuotantokyvyn, ja pahimmillaan tarvittaisiin jopa neljä samanlaista planeettaa tyydyttämään asukkaiden kulutus.

1. Työn tausta

Sitra ja Jyväskylän kaupunki käynnistivät vuonna 2013 Jyväskylässä Resurssiviisas alue -hankekokonaisuuden. Hankkeessa kehitettiin uusia keinoja kestäväen kehityksen edistämiseen paikallistasolla ja luotiin resurssiviisaiden kaupunkien verkosto Fisu ja sitä tukeva palvelukeskus. Resurssien tehokkaan käytön ja ilmastonmuutoksen hillintätoimet yhdistävään resurssiviisauteen ei juuri ole tarjolla alueellisia ratkaisuja tai edes indikaattoreita. Käynnissä oleva hanke antaa Jyväskylälle hyvän alkusysäyksen tielle kohti resurssiviisautta ja mahdollisuuden nousta alan edelläkävijäksi.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) on yhdessä Sitran kanssa määrittänyt indikaattorit tukemaan resurssiviisauden johtamista (Mattinen ym. 2014). Indikaattorit kytkeytyvät Sitran määrittämiin resurssiviisaustavoitteisiin: ei päästöjä, ei jätettä, yhden maapallon elämä. Valitut viisi indikaattoria kuvaavat tärkeiksi tunnistettuja teemoja: ilmastonmuutos, materiaalien kierto, luonnonvarojen käytön tarvitsema maa-ala maankäyttö/alueen toiminnan kestävyys, materiaalien käyttö ja ekologinen tuottokyky. Johtamismallin pääindikaattorit ovat: 1) käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden, 2) materiaalihäviöt ja 3) ekologinen jalanjälki asukasta kohden.

Sitran toimeksiannosta SYKE laski kolme resurssiviisauden indikaattoria nykytilanteessa kunnille. Indikaattorit laskettiin yhdeksälle kunnalle:

- Jyväskylä
- Forssa
- Turku
- Lappeenranta
- Helsinki
- Tampere
- Pori
- Joensuu
- Lahti

SYKEN työryhmään kuuluivat prof. Jyri Seppälä (hankkeen vastuullinen vetäjä), erikoistutkija Maija Mattinen (hankkeen projektipäällikkö), ryhmäpäällikkö Tuuli Myllymaa, erikoistutkija Riina Antikainen, erikoistutkija Jouko Petäjä, erikoissuunnittelija Hanna Salmenperä, vanhempi tutkija Kirsti Kalevi, vanhempi tutkija Olli-Pekka Pietiläinen, tutkija Marja Salo, tutkimusinsinööri Olli Sahimaa ja korkeakouluharjoittelija Juhani HUUHTANEN.

2. Resurssiviisauden indikaattorit ja laskenta yleisesti

Resurssiviisauden indikaattorit tukevat johtamismallia ja kytkeytyvät Sitran määrittämiin resurssiviisaustavoitteisiin: ei päästöjä, ei jätettä, yhden maapallon elämä. Lisäksi indikaattorit kuvaavat yleisesti tärkeiksi tunnistettuja teemoja: ilmastonmuutos, materiaalien kierto ja ekologinen kestävyys.

Työssä tarkastellut indikaattorit olivat käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt per asukas [t CO₂ ekv/as], 2) materiaalihäviö (=loppusijoitus alueen kaatopaikoille + Kierrätyskelpoisten poltto alueella tai alueen ulkopuolella + Kaatopaikalle loppusijoitettavien jätteiden vienti [t]) ja 3) ekologinen jalanjälki per asukas [gha/as]. Alla indikaattorit on kuvattu lyhyesti, laskennan yksityiskohtia on esitelty liitteessä (Luku 5). Lisäksi indikaattorien taustasta voi lukea raportista (Mattinen ym. 2014).

Taulukkoon 1 on koottu tärkeimmät laskennassa käytetyt tietolähteet.

Taulukko 1 Laskennan tietolähteet ja niiden julkaisuajankohdat.		
Tieto	Lähde/tuottajataho	Julkaisuajankohta
Kansalliset ekologisen jalanjäljen taulukot ja laskentakertoimet	NFA (National Footprint Account)	Vuosittain keväällä
Puutuotteiden kulutus	Metsätilastollinen vuosikirja, Luonnonvarakeskus, LUKE julkaisee (aiemmin Metsäntutkimuslaitos, Metla)	Julkaistaan vuosittain loppuvuodesta (marras/joulukuussa)
-Poltettavat jätteet -Polttoaineiden (puu ja fossiiliset) käyttö	Vahti	Tietopäivityksiä pitkin vuotta, edellisvuoden tieto julkaistaan yleensä syksyllä.
Tieliikenteen päästöt	VTT:n ylläpitämä Lipasto laskentajärjestelmä	Päivityksistä ei tietoa, viimeisin aineisto vuodelta 2012.
Rakennetut alueet, CORINE maanpeiteaineisto	Suomen ympäristökeskus/Euroopan ympäristövirasto.	Päivitykset kuuden vuoden välein, viimeisin aineisto vuodelta 2012.
Polttoöljyn (kevyt ja raskas) kulutus	Öljy- ja biopolttoaineala ry:n tilasto	Päivitykset vuosittain
Kaukolämmön tuotantotiedot	Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilasto	Päivitykset vuosittain.
Sähkönkulutustiedot	Energiateollisuus ry:n sähkönkulutustilasto	Päivitykset vuosittain (koko vuoden tiedot).
Maatalouden kasvihuonekaasu-päästöt	KASVENER-malli	Päivitystiheydestä ei tietoa.
Jätteiden määrä- ja käsittelytiedot	Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä VAHTI	Vuosittain päivittyvä, tiedot koskevat edellisen vuoden tietoja.

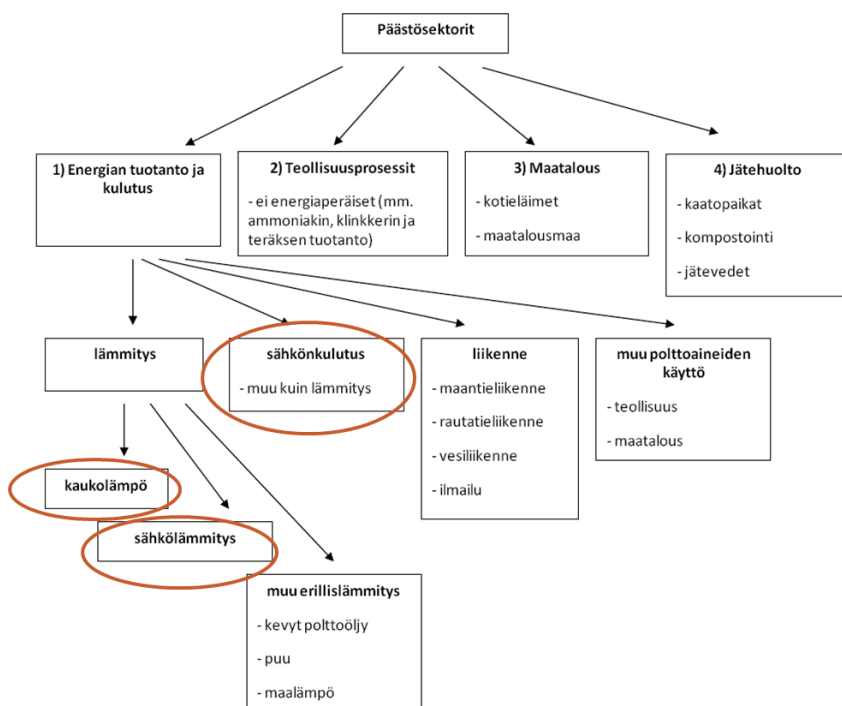
2.1. Käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt

Indikaattori kuvaa alueen kehitystä kohti hiilineutraaliutta ja siihen sisällytetään käyttöperusteisesti lasketut kasvihuonekaasupäästöt tärkeimmiltä sektoreilta: sähkö, kaukolämpö, muut fossiiliset polttoaineet (sisältäen erillislämmityksen ja teollisuuden prosessit), tieliikenne, maatalous ja jätehuolto (Kuva 1). Laskettaessa käyttö- eli kulutusperusteisia päästöjä, allokoidaan kaukolämmön ja sähkön päästöt niille alueille, joissa energia kulutetaan.

Päästökaupan piirissä oleva teollisuus on jätetty pois laskuista, lukuun ottamatta kaukolämmön tuotannosta aiheutuvaa osuutta päästöistä. Kunnan alueella olevan tuulivoimakapasiteetin arvioitu vuosituotanto lasketaan sähkön päästöjä vähentävänä kompensationsa.

Käyttöperusteisesti laskettuna alueella olevan sähköntuotannon päästöjä ei lasketa mukaan, vaan alueella kulutetun sähkön päästöt lasketaan valtakunnallisen päästökertoimen avulla. Päästökertoimenä käytetään hyödynjakomenetelmällä laskettua kerrointa, jonka vuosittaisia heilahduksia tasataan käyttämällä viiden vuoden liukuvaa keskiarvoa. Fossiilisten polttoaineiden päästöt jakautuvat energiantuotantoon (sähkö ja kaukolämpö) käytettäviin polttoaineisiin, teollisuuden polttoaineisiin ja erillislämmitykseen käytettäviin öljytuotteisiin (kevyt ja raskas polttoöljy). Kaukolämmöntuotannon päästöt on laskettu erikseen ja muut fossiilisten polttoaineiden kulutuksen päästöt (erillislämmitys ja teollisuus) esitetään yhtenä lukuna.

Tieliikenteen päästöt on saatu VTT:n Lipasto-laskentajärjestelmän LIISA-mallista. Maatalouden päästöt ovat peräisin KASVENER-mallista ja jätehuollon päästöt on laskettu Suomen vuosittaisen keskimääräisen jätehuollon päästökertoimen ja kunnan asukasluvun perusteella.



Kuva 1. Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa huomioitavat osa-alueet (KASVENER-mallia mukailten). Ympyröityjen osa-alueiden kohdalla käyttöperusteinen laskenta erottuu verrattuna alueperusteiseen laskentaan. Kuva O-P Pietiläinen, SYKE.

2.2. Materiaalihäviöt

Kulutuksen käyttöön otettujen materiaalien säilyttäminen kulutuksen kierroissa mahdollisimman pitkään, tehokkaasti, huonontamatta materiaalien laatua ja säilyttäen materiaalien arvon on kiertotalouden tavoite. Resurssitehokkuutta voidaan käyttää kiertotalouden toimivuuden mittarina arvioimalla materiaalien käyttöä ja syntyneen hukan, eli materiaalikiirroista poistuneiden materiaalien määrää. Kiertotalouden periaatteiden mukaisena tavoitetilana on tehokas materiaalien kierto, jossa kaatopaikalle tai poltettavaksi päätyvien jätteiden määrä minimoidaan ja materiaalien tuottama lisäarvo maksimoidaan luomalla materiaalikiirroista uutta liiketoimintaa.

Massoiltaan suurimmat jätevirrat syntyvät Suomessa rakentamisen toimialalla, joten maamassojen hyötykäytön sekä rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen edistäminen ovat tärkeitä keinoja tukea kiertotalouden toteutumista. Tärkeää on panostaa myös sellaisten määrillään vähäisempien materiaalien kiertojen sulkemiseen, joilla on taloudellista arvoa esimerkiksi sisältämiensä arvometallien vuoksi. Kiertotalouden toteutumisen kannalta keskeistä on huomioida materiaalien eroteltavuus, haitattomuus ja kierrätettävyyys jo rakennuksien ja tuotteiden suunnitteluvaiheessa.

Materiaalien kierron indikaattoriksi valittu materiaalihäviö-indikaattori linkittyy "ei jätettä" -visioon. Indikaattori kuvaa sitä, miten hyvin materiaalit pysyvät kierrossa. Koska halutaan tarkastella alueen materiaalitehokkuutta kokonaisvaltaisesti, indikaattoriin sisällytetään sekä yhdyskuntajäte että teollisuuden jätevirrat.

Materiaalihäviöiden laskenta sisältää kolme ainevirtaa, jotka lasketaan massayksikköinä yhteen: jätevirrat kaatopaikoille, kierrätettävien jätteiden poltto ja kaatopaikalle loppusijoitettavien jätteiden vienti (Kuva 2, ks. tarkemmat laskentaperusteet liitteestä 2). Jätteiden polttoon menevistä virroista huomioidaan kierrätettävät materiaalit, joiksi tässä työssä on määritelmällisesti laskettu kaikki uusiutumattomat materiaalit, seosmateriaaleista DOC-kertoimella laskettu ei-biohajoava osuus sekä sellaiset biottiset materiaalit tai materiaaliseokset, joille on jätelainsäädännössä asetettu kierrätykseen kytkeytyviä tavoitteita. Esimerkkejä tällaisista jätteistä ovat keräyspaperi, kuitupakkaukset ja rakentamisessa syntyvä puujäte. Jätteiden viennissä tarkastellaan kunnan ulkopuolelle kaatopaikalle vietävien jätevirtojen määrää. Virrat lasketaan tonneina ja summataan yhteen ilman painotuksia. Tämä tarkoittaa, että eri materiaalien virtojen oletetaan olevan keskenään samanarvoisia.



Kuva 2. Materiaalihäviöiden laskenta.

Materiaalihäviö-indikaattorin tuottamiseen on käytetty ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (nk. VAHTI-järjestelmä) tietoja kaupunkien alueella toimivien yritysten tuottamista jätteistä. VAHTI on valtakunnallisesti kattavaa valvontajärjestelmää, joka sisältää mm. tiedot ympäristölupavollisten yritysten vuosittain tuottamista ja käsittelemistä jätteistä. VAHTI on osa ympäristönsuojelulaissa (2014, 27§) ylläpidettäväksi edellytettävää ympäristönsuojelun tietojärjestelmää ja se kattaa ympäristölupavollisten toimijoiden kuormitustiedot, joista jätteet ovat yksi kuormitusmuoto. Ympäristölupavolliset toimijat tallentavat järjestelmään ympäristöluvassa esitettyjen määräysten mukaisesti tiedot päästöistä vesiin ja ilmaan sekä

toiminnassa syntyneistä ja käsitellyistä jätteistä. Järjestelmä on luotu lupavalvonnan ja -käsittelyn työkaluksi yritysten ympäristölupien valvojille ja ympäristölupahakemusten käsittelijöille sekä kuntien lupakäsittelyn ja -valvonnan tehtäviä hoitaville virkamiehille. Aineisto muodostaa pohjan kansalliselle ympäristökuormituksen seurannalle, raportoinnille ja tilastoinnille. Järjestelmään on kirjattuna tällä hetkellä noin 30 000 asiakkaan kuormitus- ja sijaintitiedot. Yritykset raportoivat koko vuotta koskevat kuormitustietonsa järjestelmään seuraavan kalenterivuoden keväällä, joten uusimmatkin tallennetut tiedot koskevat aina mennyttä aikaa.

2.3. Ekologinen jalanjälki

Alueen toiminnan kestävyttä voidaan tarkastella mm. ekologisen jalanjäljen kautta, joka on maankäyttöön perustuva indikaattori. Ekologinen jalanjälki kertoo, kuinka paljon maa- ja vesialueita tarvitaan alueen kulutuksen tyydyttämiseen, käytettyjen uusiutuvien luonnonresurssien tuottamiseen ja kulutuksen liittyvien hiilidioksidipäästöjen sitomiseen. Toisin sanoen ekologinen jalanjälki kuvaa sitä maa- ja vesipinta-alaa, joka tarvitaan tuottamaan tietyn yhteisön kuluttamat resurssit ja toisaalta käsittelemään tuotetut jätteet. Näin ollen ekologinen jalanjälki kertoo alueen kulutuksesta ja luonnonvarojen tarpeesta. Vertaamalla ekologista jalanjälkeä käytettävissä olevaan tuottavaan maapinta-alaan (biokapasiteetti), voidaan saada käsitys siitä, onko alueen toiminta kestävyuden rajoissa (Borucke ym. 2013). Ekologinen jalanjälki ilmaistaan globaalihehtaareina, eli keskimääräisenä tuottavan maan pinta-alaana, joka tarvitaan resurssien tuottamiseen ja jätteiden käsittelyyn.

Ekologisessa jalanjäljessä tarkastellaan kuutta eri maatyyppeä: viljelys-, laidun-, ja metsämaata, kalastusalueita, rakennettua maata sekä hiilidioksidin sitomiseen tarvittavaa maata (Kuva 3). Kuntakohtaisten laskelmien pohjatietoina käytettiin Global Footprint Networkin (GFN) tuottamaa National Footprint Account (NFA) tieto- ja laskenta-aineistoa koko Suomen ekologisesta jalanjäljestä. Tuorein alkuvuonna 2015 saatavilla oleva aineisto perustuu vuoden 2010 tietoihin. Tämä aineisto toimi pohjana tässä työssä tehdyille kuntakohtaisille laskelmille, joita skaalattiin useisiin tietolähteisiin perustuen vastaamaan kunkin kunnan väestöä, energiantuotantoa ja –kulutusta sekä liikennesuoritteita. Seuraavassa tarkastellaan laskentaa ja lähtötietoja ekologisen jalanjäljen maankäyttöluokittain.

Viljelytuotteet [t]	/	Viljelysmaan sato [t/ha]	X	Viljelysmaan ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	Viljelysmaan jalanjälki [gha]
Eläintuotteet [t]	/	Laitumen sato [t/ha]	X	Laitumen ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	Laitumen jalanjälki [gha]
Kalat [t]	/	Kalan sato [t/ha]	X	Kalastuksen ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	Kalastuksen jalanjälki [gha]
Metsätuotteet [t]	/	Metsän sato [t/ha]	X	Metsän ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	Metsän jalanjälki [gha]
CO ₂ päästöt [t CO ₂]	/	Hiilen sidontakerroin [t CO ₂ /ha]	X	Metsän ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	CO ₂ jalanjälki [gha]
Rakennettu alue [ha]			X	Viljelysmaan ekvivalenssiluku [gha/ha]	=	Infrastruktuurin jalanjälki [gha]

Kuva 3. Ekologisen jalanjälkilaskenta. Kuva Borucke ym. (2013) mukaan.

Ravinto eli viljely- ja eläintuotteet sekä kalat

Ravintoon liittyvä laskenta perustuu kansallisella tasolla Food and Agriculture Organization of the United Nations'n (FAO) maakohtaisesti tuotettuihin tilastoihin maataloustuotteista. Tilastojen perusteella lasketaan tuotantoon tarvittava maapinta-ala ja kalastusalueet. Suomessa ei ole kuntatasolla saatavissa tietoa elintarvikkeiden kulutuksesta ja kulutuksen mahdollisista eroista. Tämän vuoksi kunnille tehty laskelma perustuu väkimäärään. Jokaisen suomalaisen oletettiin kuluttavan elintarvikkeita samalla tavalla. Kunnalle laskettuun ruoan ekologiseen jalanjälkeen vaikuttaa näissä laskelmissa vain väestö.

Suomessa Luonnonvarakeskus vastaa ravintotaseen ylläpidosta ja toimittaa kansalliset tiedot edelleen FAO:lle. Ravintotaseesta nähdään, paljonko suomalaiset keskimäärin kuluttavat eri tuoteryhmien elintarvikkeita. Vuoden 2010 kulutuksesta voidaan tuoda esiin esimerkiksi seuraavaa (Ravintotase):

- Viljoja 79,3 kg /hlö vuodessa
- Vihanneksia 60,2 kg /hlö vuodessa
- Lihaa 76,4 kg /hlö vuodessa
- Kalaa 15,2 kg /hlö vuodessa

Vaikka elintarvikkeiden kulutuksen henkilöä kohden laskettu tilanne (vuonna 2010) on sama kaikissa kunnissa, ekologisen jalanjäljen laskenta voi olla apuna arvioitaessa elintarvikkeisiin, kuten hävikkiin tai raaka-ainevalintoihin, liittyvien toimien vaikutusten suuruusluokan arvioinnissa karkealla tasolla. Hyvin yksityiskohtaisten toimien, kuten lähiruoka tai luomuvaihtoehtojen vertailuun suhteessa nykytilaan, arviointiin ekologinen jalanjälki ei tällä tarkastelutavalla sovi.

Puutuotteet ja puupolttoaineet

Puun kulutusta tarkastellaan ekologisen jalanjäljen laskelmissa kahtena ryhmänä: puun energiakäyttö ja puutuotteet (Lazarus ym. 2014: 85). Puun energiakäytöstä on mahdollista saada kuntakohtaista tietoa. Puutuotteiden kulutuksesta ei kuitenkaan ole saatavilla kuntakohtaisia tietoja, joten laskelmissa puutuotteiden metsäjalanjäljen on oletettu olevan jokaisella suomalaisella yhtä suuri.

Puun energiakäytön lähteenä käytettiin ympäristöhallinnon Vahti-tietokantaa. Vahti ei sisällä pientalojen, maatilojen ja vastaavien tietoja, joten näiden puun energiakäytöstä käytettiin kuntakohtaisia SYKEN tekemiä arvioita (Paunu ym. 2013). Puun energiakäyttöä tarkasteltiin kulutus pohjaisesti, eli vientiteollisuudeksi luokitellun päästökauppasektorin teollisuuden puupolttoaineiden käytöstä kunnalle jyvitetään tuotetun kaukolämmön osuus sekä sähkön tuotanto siltä osin kuin se ei mene vientiteollisuuden käyttöön. Näiden rajausten tarkoituksena on poistaa sellaisen teollisuuden puun kulutus, joka vastaa kunnan ulkopuoliseen ja kansainväliseen kysyntään.

Puutuotteiden laskennassa hyödynnettiin kansallista lopputuotteiden (sahatavarat, puulevyt, paperi ja kartonki) kulutustilastointia, jossa tuonti ja vienti on huomioitu. Kulutuksen perusteella suomalainen kuluttaa vuodessa sahatavaraa 0,79 m³, puulevyjä 0,14 m³ sekä paperia ja kartonkia 260 kg.

CO₂-jalanjälki

Ekologisessa jalanjäljessä huomioidaan hiilidioksidipäästöt siten, että lasketaan metsäpinta-ala, jonka päästöjen sitominen vaatisi. Laskennassa ei huomioida hiilidioksidin lisäksi muita kasvihuonekaasupäästöjä. Laskelmassa huomioitiin seuraavat päästölähteet: energiankäyttö

(sähkö, lämpö), tieliikenne, tuontituotteet, sekä tuotteiden kuljettamiseen liittyvät kansainväliset kuljetuspäästöt (nk. bunker fuel).

CO₂-jalanjäljen laskelmassa hyödynnettiin kuntakohtaisia päästölaskelmia, jotka on laskettu samaan tapaan kuin hiilineutraalit kunnat –verkostolle SYKEssä tehtävät laskelmat (ks. tarkemmin yllä, sekä tämän raportin liitteet). Käytännössä jätehuollosta ja maataloudesta ei synny hiilidioksidipäästöjä, joten näitä sektoreita ei tarkastella CO₂-jalanjäljessä.

Valmistuksen elinkaariset päästöt, joilla tarkoitetaan Suomessa kulutettuihin, mutta muualla tuotettuihin tuotteisiin liittyviä päästöjä huomioitiin laskelmissa jyvittämällä valmistuksen ekologinen jalanjälki tasan kaikille suomalaisille. Samaan tapaan tuotteiden kansainvälisiin kuljetuksiin liittyvä ekologinen jalanjälki jaettiin tasan suomalaisille.

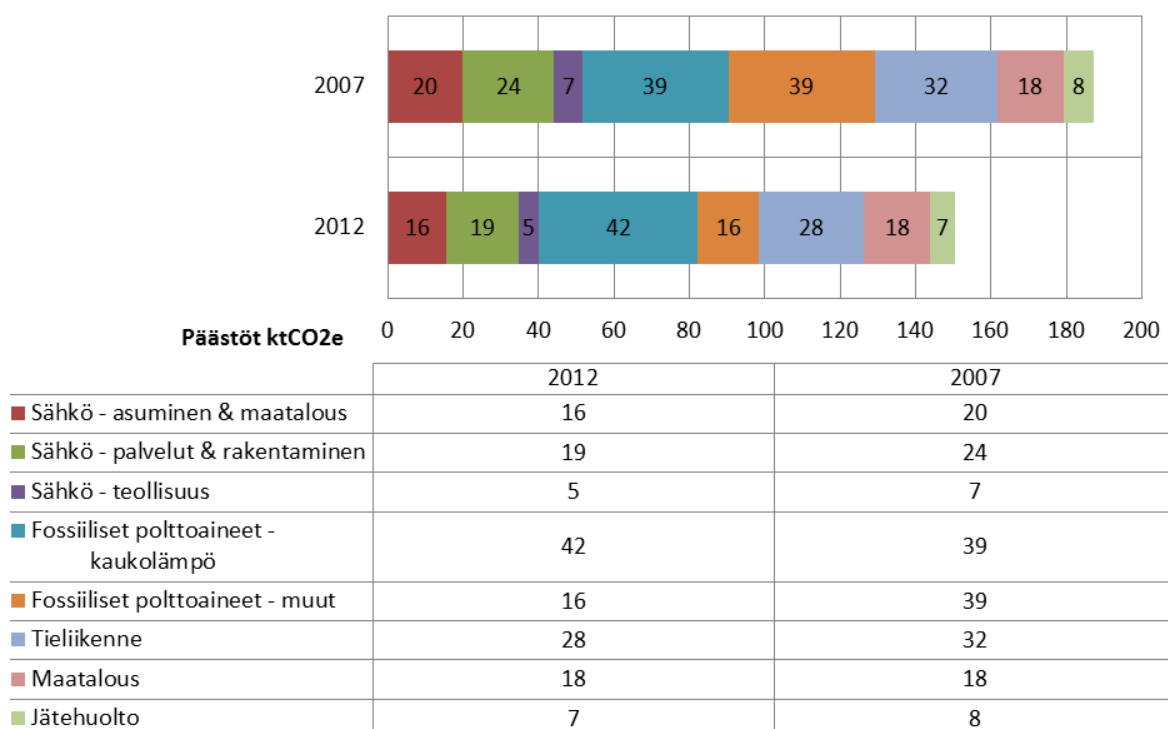
Vaikka hiilidioksidipäästöistä on olemassa kattavat valtakunnalliset tilastot, on kuntatasolla laskenta hankalaa. Tämä johtuu mm. ristikkäiskaupasta sekä tuonnista ja viennistä, ja näiden vaikeasta määrittävyydestä ja tietopuutteista. Laskennan tavoitteiden kannalta tärkeintä olisi kuitenkin päästä kiinni alueen asukkaiden ja julkisen sektorin kulutukseen.

Rakennetun maan jalanjälki

Rakennettuun maahan liittyvään ekologiseen jalanjälkeen sisällytetään infrastruktuuriin sekä vesivoimaan liittyvä maankäyttö. Infrastruktuuriin liittyvä jalanjälki laskettiin hyödyntämällä koko Suomen kattavaa satelliittikuvausaineistoa (SYKE, 2014), josta selviää rakennetun maan määrä kuntakohtaisesti. Vesivoimaan liittyvä jalanjälki jaettiin tasan kaikille suomalaisille, koska energiantuotannon ajateltiin palvelevan kaikkia suomalaisia.

3.2. Forssa

3.2.1. KHK- päästöt



Kuva 7. Forssan kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden vuosina 2007 ja 2012 (päästökauppa poistettu).

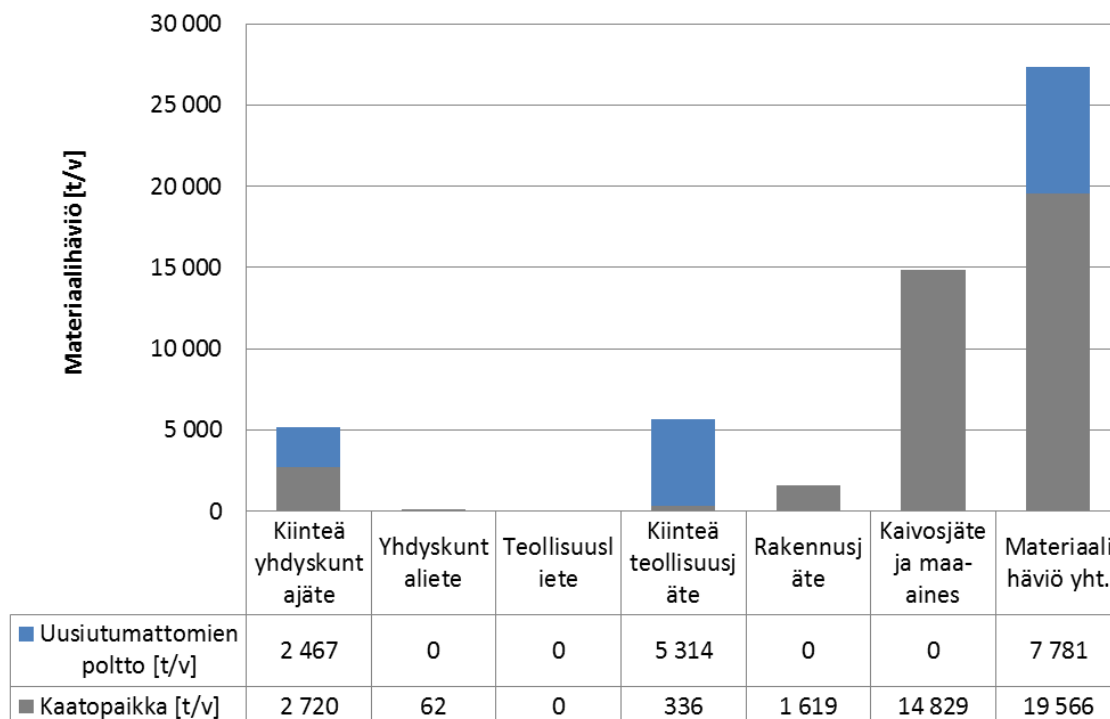
Forssan kasvihuonekaasupäästöt on esitetty kuvassa 7. Vuonna 2012 asukaskohtaiset päästöt olivat 8,4 tCO₂e. Merkittävimmät sektorit ovat kaukolämpö, liikenne sekä sähkö. Jätehuollon ja maatalouden osuus kokonaispäästöistä on melko vähäinen.

3.2.2. Materiaalihäviöt

Forssa on lounais-suomalainen teollisuuskaupunki, jonka suurin teollisuudenala on elintarviketuotanto. Työpaikoista vuoden 2012 lopussa palveluissa oli 62,6 %, jalostuksessa 34,4 % ja alkutuotannossa 2,1 % (Tilastokeskus, 2015b). HK Ruokatalo Oy on keskittänyt merkittävän määrän toimintaansa paikkakunnalle. Lisäksi kaupungissa toimii elintarviketeollisuusyritys Atria Yhtymä. Paikallista elintarviketeollisuutta edustaa lihajalostusyritys Hakala Oy. Muita alueen suuria yksityisen sektorin työnantajia ovat ForssaPrint Oy, Osuuskauppa Hämeenmaa, ympäristö- ja kiinteistöpalveluita tarjoava Lassila & Tikanoja Oyj sekä rakennustuotealalla toimiva Saint-Cobain Isover Oy (Forssan kaupunki, 2015).

Forssan materiaalihäviöiden kokonaismäärä vuonna 2012 oli 27 300 tonnia (Kuva 8). Tästä määrästä kaatopaikalle päätyviä jätteitä oli yli 70 % eli 19 600 tonnia. Kaatopaikalle toimitetut jätteet koostuivat pääosin maa-aineksista (14 800 tonnia) ja kiinteistä yhdyskuntajätteistä (2 700 tonnia). Kaatopaikalle sijoitetut maa-ainekset olivat lähes yksinomaan pilaantuneita maa-aineksia. Lisäksi kaatopaikalle sijoitettiin 1 600 tonnia rakennusjätettä ja muutama sata tonnia kiinteitä teollisuusjätteitä. Rakennusjätteistä yli 1000 tonnia oli asbestijätettä.

Forssassa ei poltetu lainkaan alueella syntyneitä jätteitä. Alueelta vietiin muualle polttoon kierrätettäviä materiaaleja 7 800 tonnia. Näistä 2 500 tonnia oli kiinteää yhdyskuntajätettä ja loput kiinteää teollisuusjätettä. Kiinteä teollisuusjäte koostui pääosin REF1-polttoaineesta ja kiinteä yhdyskuntajäte sekajätteestä.

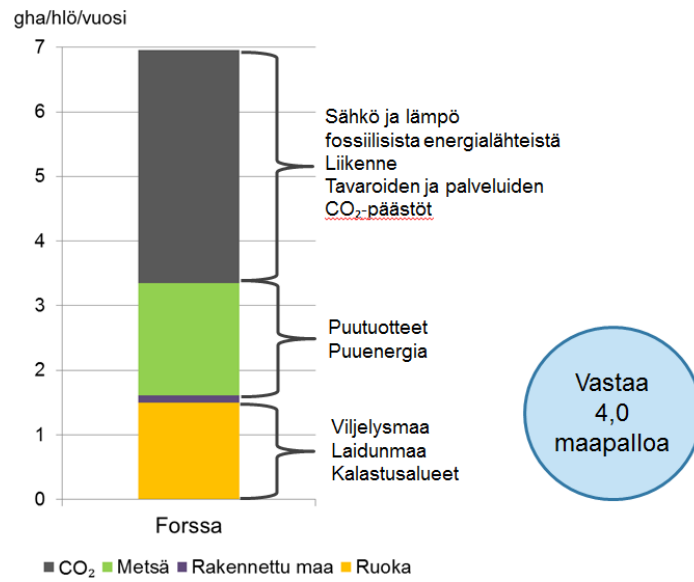


Kuva 8. Forssan materiaalihäviöt vuonna 2012.

3.2.3. Ekologinen jalanjälki

Forssan ekologisen jalanjälkilaskelman tulokset on esitetty kuvassa 9 ja taulukossa 3. Laskelman perusteella forssalainen käyttää puupohjaista energiaa noin 7800 kWh/hlö. Keskimääräisen forssalaisen kulutuksen ekologinen jalanjälki on noin 7,0 globaalihehtaaria vuodessa. Jos kaikki maailman ihmiset kuluttaisivat yhtä paljon luonnonvaroja kuin forssalaiset, maapallon tuotantokyky ei riittäisi, vaan tarvittaisiin neljä maapalloa tyydyttämään nämä kulutustarpeet.

Maatyyppi	Ekologinen jalanjälki [gha/hlö]
Viljelysmaa	0,88
Laidunmaa	0,23
Kalastus	0,39
Metsä	1,7
Rakennettumaa	0,11
CO ₂	3,6
Yhteensä	7,0



Kuva 9. Forssalaisen ekologinen jalanjälki.

3.10. Yhteisiä piirteitä tulosten tulkinnessa

Kasvihuonekaasupäästöt

Merkittävimmät sektorit ovat kaukolämpö, liikenne sekä sähkö ja nämä sektorit selittävät myös eroja kaupunkien välillä. Jätehuollon ja maatalouden osuus kokonaispäästöistä on melko vähäinen.

Sähkönkulutuksesta aiheutuvat päästöt riippuvat kulutuksen sekä valtakunnallisen päästökertoimen muutoksista. Kulutuksen vähentämiseen johtavia keinoja ovat esimerkiksi valaistusratkaisujen vaihtaminen energiatehokkaampiin (esimerkiksi LED-valot), muiden sähkölaitteiden uusiminen energiatehokkaampiin sekä sähkölämmityksen korvaaminen esimerkiksi lämpöpumpuilla. Myös kiinteistökohtainen ja muu pientuotanto uusiutuvalla energialla (esimerkiksi aurinkopaneelit) pienentää ostosähkön kulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä.

Kaukolämmön polttoainevalinnoilla voidaan vaikuttaa kokonaispäästöihin merkittävästi. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla, puupohjaisilla polttoaineilla pienentää päästökerrointa. Kulutuksen vähentäminen kiinteistökannan energiatehokkuutta parantamalla vähentää lämmöntuotannon polttoaineiden käyttöä.

Muiden fossiilisten päästöjen vähentämisessä öljylämmitysratkaisuista eroon pääseminen on merkittävässä roolissa. Tieliikenteen päästöihin vaikuttaa energiatehokkuuden parantuminen, vaihtoehtoihin energialähteisiin siirtyminen, liikennemäärien vähentäminen ja kulkutapojen muutokset. Tasaisesti kasvava polttoainetehokkuus vähentää keskikulutusta autokannan uusiutuessa. Erilaiset uusiutuvat polttoaineet (esim. biokaasu, biodiesel) ja sähköautojen yleistyminen vähentävät fossiilisten liikennepolttoaineiden kulutusta. Liikennemääriin ja kulkutapajakaumiin voidaan vaikuttaa maankäytön ja liikenteen suunnittelulla sekä toimintojen sijoittamisella siten, että joukkoliikenne, kävely ja pyöräily ovat sujuvia kulkutapoja. Yhteiskuljetukset sekä uudet palvelumallit voivat vähentää henkilöauton käyttötarvetta alueilla, joilla edellytykset perinteisille joukkoliikennepalveluille eivät ole otolliset.

Materiaalihäviöt

Materiaalihäviöt syntyvät pääasiassa erilaisista maarakentamisen massoista sekä teollisuuden jätevirroista, joiden määrät hallitsevat suhteessa yhdyskuntajätteisiin. Näin ollen materiaalihäviöindikaattorit kuvaavat ennen kaikkea kaupunkien toimialarakennetta, eivät sellaisenaan niinkään kaupunkien paremmuutta tai huonommuutta kyseisen indikaattorin suhteen. Indikaattorit osoittavat selkeästi, että tietyntyyppisille maamassoille ja teollisuuden jätteille ei vielä ole hyödyntämismenetelmiä tai kuljettaminen on liian kallista.

Materiaalihäviöindikaattori soveltuukin parhaiten kaupungin oman jätetilanteen ja sen kehityksen seurantaan, koska olennaista on, että kaupungit tuntevat oman toimialapohjansa ja pyrkivät kehittämään oman alueensa materiaalitehokkuutta vallitsevissa olosuhteissa. Kaupunkien väliseen vertailuun indikaattori sopii huonosti juuri eri alueiden erilaisuuden vuoksi. Yhdyskuntajättemäärät ovat eri alueilla periaatteessa verrannollisia, mutta VAHTI-aineistoja käytettäessä kohdistaminen kaupunkitasolla on tehtävä jätehuoltoalueittain laskennallisesti, mikä vähentää tulosten vertailuarvoa. Materiaalihäviöindikaattorin tuloksissa keskeisiä asioita ovat rakentamisen materiaalivirrat (mm. maa-ainekset), jätteiden kaatopaikkasijoitus sekä poltto. Toimenpiteiden kohdistamisessa on tärkeää tuntea kaupungin toimialat sekä ominaispiirteet.

Ekologinen jalanjälki

Tarkasteltujen kaupunkien ekologiset jalanjäljet ovat rakenteeltaan hyvin lähellä toisiaan. Ruoan, tuontituotteiden hiilidioksidipäästöjen ja puutuotteiden kulutuksen osalta samankaltaisuus johtuu käytetyistä kansallisiin tietoihin perustuvista aineistoista. Alueellisista ominaispiirteistä huolimatta asuminen, liikkuminen ja energiantuotanto ovat suomalaisissa kaupungeissa ekologisen jalanjäljen tarkkuustasolla tarkasteltuna hyvin samantyyppisiä. Rakennetun maan osuus kaupungeittain vaihtelee maankäytön tehokkuuden mukaan, mutta sen osuus ekologisesta jalanjäljestä on kuitenkin pieni.

Ekologinen jalanjälki osoittaa kulutustasomme haasteet globaalissa mittakaavassa. Jos kaikki maailmassa kuluttaisivat kuin keskimääräinen minkä tahansa tarkastellun suomalaisen kunnan asukas, tarvittaisiin useita maapalloja.

Suurimmat tekijät kaupunkilaisten ekologisessa jalanjäljessä ovat ruoan tuottamiseen vaadittava maa-ala (viljelysmaa, laidunmaa ja kalastusalueet), puutuotteiden ja -energian vaatima metsämaa, sekä hiilidioksidipäästöjen sitomiseen tarvittava maa-ala.

Lyhyellä aikavälillä ekologinen jalanjälki voi olla maapallolla saatavilla olevaa biokapasiteettia suurempia. Siinä tapauksessa luonnonvaroja käytetään velaksi, kuluttamalla tulevien sukupolvien resursseja. Pitkällä aikavälillä koko ihmiskunnan on mahdotonta nostaa uusiutuvien resurssien kulutusta suomalaisten tasolle.

Laskentatulosten perusteella hyviä keinoja kaikille tarkastelluille kaupungeille ekologisen jalanjäljen pienentämiseen ovat esimerkiksi ruoan hävikin vähentäminen, kasvispainotteinen, ravitsemussuositusten mukainen ruokavalio, fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen energiantuotannossa ja tieliikenteessä siten, ettei puuenergiankäyttöä olennaisesti lisätä.

Kaupunki voi omilla toimillaan olla esimerkkinä asukkaille ja alueen yrityksille ja näin kannustaa kuntalaisia siirtymään kestävämpään elämäntapaan. Keinoina voi hyödyntää samoja asioita, joilla vaikutetaan myös ilmastonmuutoksen hillintään ja kiertotalouden jalkauttamiseen. Uusiutumattomien tuotteiden kulutus ei näy ekologisessa jalanjäljessä, mutta myös niiden vähäisempi ja kestävämpi käyttö on tärkeää resurssiviisauden edistämiseksi.

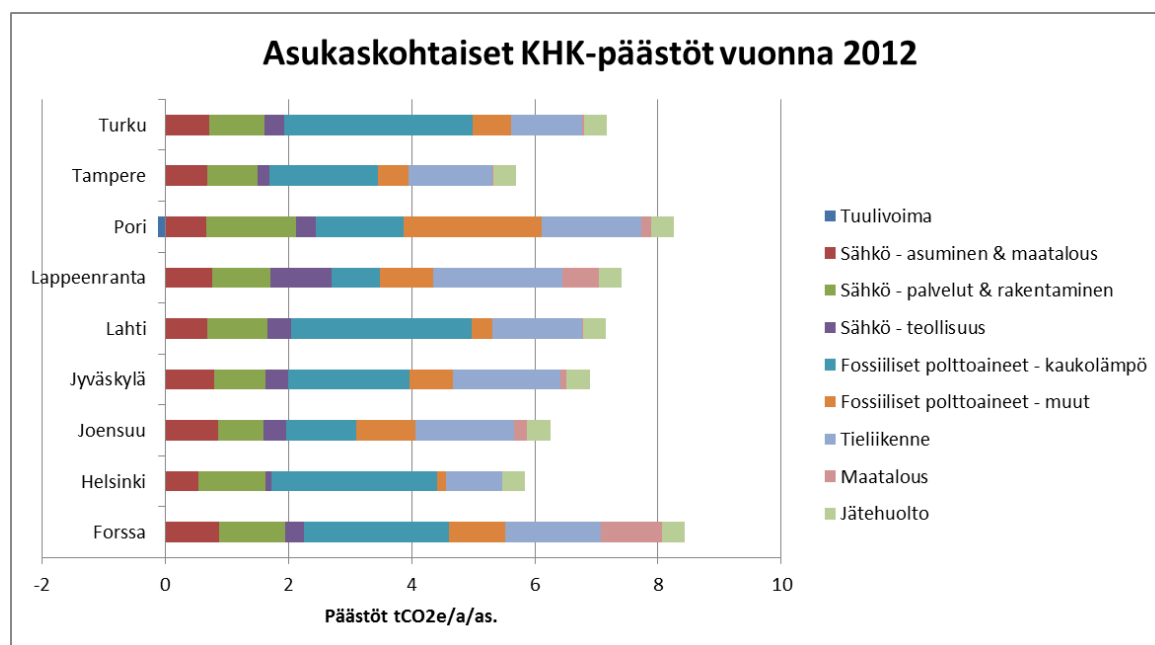
4. Tulosten yhteenveto

Resurssiviisauden indikaattorien tarkoituksena on ensisijaisesti auttaa hahmottamaan oman kunnan lähtötilanne ja auttaa tunnistamaan keinoja kunnianhimoisten tavoitteiden asettamiseksi ja saavuttamiseksi. Kuntien elinkeinorakenne ja yksittäiset teollisuuslaitokset vaikuttavat erityisesti materiaalihäviöihin ja myös kasvihuonekaasupäästöjen jakaumaan. Kasvihuonekaasujen laskennassa päästökauppalaitosten vaikutus on poistettu, mutta elinkeinorakenne, esimerkiksi palveluvaltaisuus tai pienemmän mittakaavan teollisuus vaikuttavat tulokseen.

Kuntakohtaisten laskelmien haasteena verrattuna valtakunnallisiin tarkasteluihin on kuntakohtaisten lähtötietojen puute. Kansallisen tason tilastointijärjestelmät ovat kattavat ja pitkälle kehitetyt. Mitä pienempää alueyksikköä halutaan tarkastella, sitä monimutkaisemmaksi tarkastelu muodostuu, mikä osa alueen tuotannosta kulutetaan alueen asukkaiden toimesta, mitä viedään muihin kuntiin ja kansainvälisille markkinoille ja niin edelleen. Tilastokeskus toteuttaa aluetaloudellisia tarkasteluja, kuten aluetilinpito ja alueelliset panos-tuotostaulut. Nämä taloudelliset tarkastelut ovat hyödyllisiä, mikäli esimerkiksi ekologisen jalanjäljen kuntakohtaista laskentatapaa halutaan edelleen kehittää ja tarkentaa.

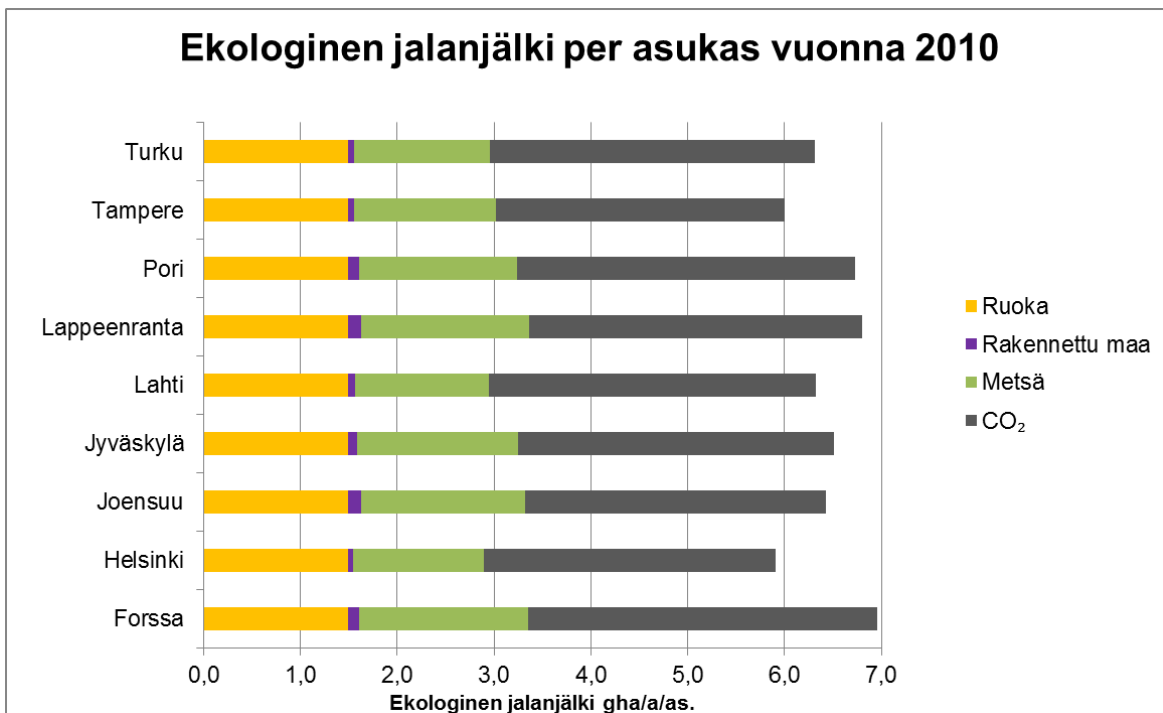
Ekologisen jalanjäljen ruokatarkasteluissa mahdollisia alueellisten erityispiirteiden tunnistamisen lähtöaineistoja voisivat olla esimerkiksi julkisten ruokapalveluiden keräämä tieto raaka-aineiden käytöstä tai vähittäiskaupan tiedot kuntakohtaisista myyntitilastoista. Myös Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen tutkimukset ravitsemuksen alueellisista eroista ovat mahdollisia tietolähteitä arvioitaessa kuntakohtaista ruoankulutusta. Vaikka nykyinen ekologisen jalanjäljen ruoan laskentatulokset ei ota huomioon kuntakohtaisia eroja, sitä voidaan hyödyntää toimenpiteiden vaikutusten suuruusluokkien ja vaikuttavuuden arviointiin.

Kuvassa 31 on esitetty asukasta kohden lasketut kasvihuonekaasupäästöt kunnittain ja päästölähteittäin. Tulokset antavat yhden silmäyksen yleiskuvan tilanteesta kunnissa.



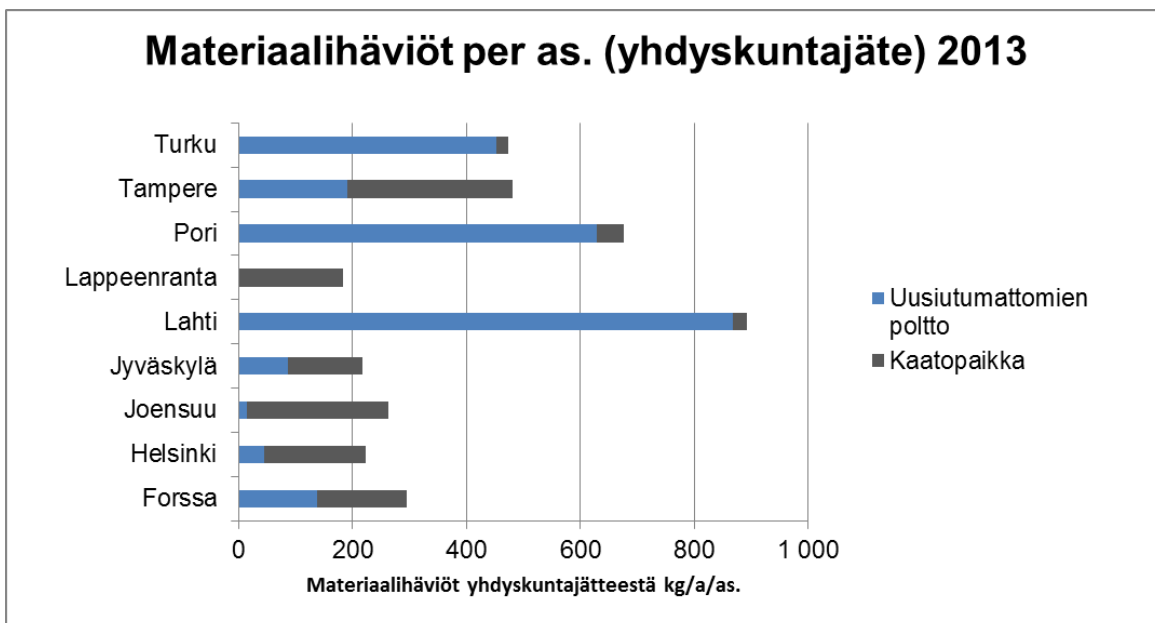
Kuva 31. Asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2012.

Kuvassa 32 on esitetty asukaskohtaiset ekologiset jalanjäljet kunnittain. Kuvasta nähdään keskeiset ekologiseen jalanjälkeen vaikuttavat tekijät. Hiilidioksidipäästöt ovat keskeinen tekijä jokaisessa kunnassa. Laskelmat kasvihuonekaasupäästöistä auttavat tunnistamaan suurimpia toimijoita ja sektoreita päästöjen vähentämiseksi.



Kuva 32. Asukaskohtainen ekologinen jalanjälki kunnittain vuonna 2010.

Kuvasta 33 nähdään yhdyskuntajätteen materiaalihäviöt kunnittain per asukas. Kuntakohtaiseen vaihteluun vaikuttaa alueen jätteiden käsittelytoiminnot sekä se, minkä kunnan tai kaupungin alueelle jätteiden käsittely ja kuljetus ovat kirjautuneet. Näiden epävarmuuksien vuoksi tiedot ovat huonosti vertailukelpoisia. Aineistossa selvästi ylikorostuu Lahdessa poltetun jätteen määrä, osoittaen, että jätehuoltoaluekohdistus ei edusta riittävästi todellista tilannetta. Osa Lahteen ja Poriin kirjautuneista poltetuista jätteistä on todennäköisesti peräisin muualta kuin kyseisistä kaupungeista tai kaupunkien jätehuoltoalueelta. Tampereen kaatopaikkajätteiden kohdalla lienee kyse vastaavanlaisesta aineistovääristymästä



Kuva 33. Asukaskohtainen materiaalihäviö (yhdyskuntajäte) kunnittain vuonna 2013.

Taulukkoon 11 on koottu kaikkien kolmen indikaattorin kuntakohtaiset tulokset. Kasvihuonekaasupäästöt ja ekologinen jalanjälki on esitetty asukasta kohden.

Materiaalihäviöistä on esitetty kunnan kokonaistulos. Häviöt riippuvat kunnan alueen toiminnoista ja elinkeinorakenteesta, eikä niitä näin ollen ole syytä verrata keskenään.

Taulukko 11. Resurssiviisausindikaattorien kuntakohtaisten tulosten yhteenveto.

Kunta	KHK-päästöt , ilman päästökauppaa [t CO ₂ e/as] (2012)	Materiaalihäviöt [1000 t] (2013)	Ekologinen jalanjälki [gha/as] (2010)
Forssa	8,4	27	7
Helsinki	5,8	1 172	5,9
Joensuu	6,3	292	6,4
Jyväskylä	6,9	274	6,5
Lahti	7,2	387	6,3
Lappeenranta	7,4	234	6,8
Pori	8,2	383	6,8
Tampere	5,7	196	6,0
Turku	7,2	182	6,3