

# Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit

---

31.10.2014

**Mattinen Maija, Koskela Sirkka, Seppälä Jyri, Suomen ympäristökeskus**

## Sisältö

Tiivistelmä.....	3
Alkusanat.....	6
1. Johdanto.....	6
2. Työn tavoitteet.....	7
3. Työn toteutus.....	7
4. Teemojen ja indikaattoreiden valinta.....	8
4.1. Ilmastonmuutos.....	8
4.2. Materiaalien kierto.....	9
4.3. Ekologinen kestävyys.....	9
4.4. Materiaalien käyttö.....	10
4.5. Ekologinen tuottokyky, biokapasiteetti.....	10
5. Indikaattoreiden tarkastelu kriteeristön avulla.....	11
6. Indikaattoreiden käyttö Jyväskylässä.....	14
Kirjallisuus.....	15
Liite 1. Indikaattoreiden laskenta.....	17

## Tiivistelmä

Resurssiviisaudessa ja –tehokkuudessa keskiössä ovat luonnonvarojen käyttö ja niistä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Kaupungit seuraavat ja mittaavat kestävän kehityksen ja ympäristönsuojelun tasoa monilla eri mittareilla jo nykyään, mutta aluetason päätöksenteossa ja poliittisessa ohjauksessa on tarve vielä sellaisille indikaattoreille, joiden avulla kunta- ja maakuntatasolla pystytään todentamaan, miten kaupungit aidosti kehittyvät kohti resurssiviisautta.

Tässä työssä määritettiin viisi indikaattoria kuvaamaan alueen kehitystä kohti resurssiviisautta. Kolme valittua pääindikaattoria tukevat resurssiviisasta johtamismallia ja kytkeytyvät Sitran määrittämiin resurssiviisaustavoitteisiin: ei päästöjä, ei jätettä, yhden maapallon elämä. Valitut pääindikaattorit olivat 1) käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt per asukas [t CO<sub>2</sub> ekv/as], 2) materiaalihäviö (=virrat kaatopaikoille + uusiutumattomien poltto + loppusijoitettavien jätteiden vienti [t]) ja 3) ekologinen jalanjälki per asukas [gha/as]. Lisäksi valittiin kaksi täydentävää indikaattoria: 4) raaka-aineiden kulutus per asukas (=RMC) [t/as] ja 5) biokapasiteetti [gha]. Näiden seuranta on tulevaisuudessa tärkeää mm. EU:n asettamien tavoitteiden näkökulmasta. Indikaattorit kuvaavat tärkeiksi tunnistettuja teemoja: ilmastonmuutos, materiaalien kierto, ekologinen kestävyys, materiaalien käyttö ja ekologinen tuottokyky. Valitut indikaattorit on koottu tausta- ja laskentapa näkökulmineen seuraavaan yhteenvetotaulukkoon.

**Taulukko: Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit teemoittain. Kolme ensimmäistä ovat pääindikaattoreita, kaksi jälkimmäistä taustaindikaattoria.**

TEEMA	INDIKAATTORI ja yksikkö	Tausta (perusteet ja tavoitteet)	Laskentatapa ja haasteet
<b>ILMASTONMUUTOS</b>	Käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästö t/asukas, [t CO <sub>2</sub> ekv/as]	Globaali konsensus ja huoli ilmastonmuutoksesta, energian ja materiaalien kulutuksella ja ilmastonmuutoksella vahva yhteys	Käyttöperusteiset päästöt energia, liikenne, teollisuus, maatalous ja jätehuollon sektoreilta, esim. Kasvener-mallilla laskettuna.  Lievässä haasteena tietojen kokoaminen, laskenta laajasti hyväksyttyä ja aluetasolla toteutettua.
<b>MATERIAALIEN KIERTO</b>	Materiaalihäviö [t] = virrat kaatopaikoille + uusiutumattomien poltto + loppusijoitettavien jätteiden vieni.	Uhka luonnonvarojen loppumisesta, materiaalien tehokas kierto on kiertotalouden perusta.	Kolme materiaalivirtaa laskettuna yhteen massayksikköinä, tiedot jäteyhtiöiltä, alan toimijoilta ja valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI).  Haasteena tietojen kokoaminen aluetasolla. Yksinkertaistettu laskenta mahdollista alkuvaiheessa (isoimmat toimijat ja vain osa jätevirroista).
<b>EKOLOGINEN KESTÄVYYS</b>	Ekologinen jalanjälki/asukas, [gha/as]	Ollaanko maapallon kantokyvyn rajoissa? Kulutetaanko luonnonvaroja kestävästi?	Global Footprint Networkin laskentatapa.  Haasteena kansallisten kertoimien soveltaminen aluetasolla.

<b>MATERIAALIEN KÄYTTÖ</b>	Raaka-aineiden kulutus/asukas (RMC/as), [t/as]	Euroopan tasolla mietitään materiaalikäytön tehostamistavoitteita. Indikaattori antaa yleiskuvan alueen materiaalien käytöstä ja kehityksestä.	Ympäristölaajennettu panos- tuotoslaskenta, esim. ENVIMAT-mallia käyttäen.  Haasteena aluetietojen soveltaminen panostuotoslaskennassa. Yksinkertaistettu laskenta mahdollista alkuvaiheessa (vain tärkeimmät virrat).
<b>ALUEEN EKOLOGINEN TUOTTOKYKY</b>	Biokapasiteetti, [gha]	Säilyykö alueen biokapasiteetti tai lisääntyykö se? Riittääkö biokapasiteetti kulutuksen tydyttämiseen?	Kuten ekologisessa jalanjäljessä.

## Alkusanat

Suomessa on käytössä lukuisia, jopa satoja indikaattoreita, joilla seurataan kaupunkien ja alueen kehitystä monista eri näkökulmista. Osa indikaattoreista liittyy kestävän kehityksen tavoitteisiin. Tähän liittyvät Indikaattorit sisältävät tietoja mm. materiaalien käytöstä, energian kulutuksesta, jätteiden ja jätevesien käsittelystä, liikkumistavoista ja rakennetusta ympäristöstä. Ongelmana on indikaattorien lukuisuus ja siihen liittyvä ylläpito- ja tulkintavaikeus. Tämän takia SITRA katsoi tarpeelliseksi teettää työn, jolla tunnistettaisiin aluetason resurssiviisautta kuvaavat ydinindikaattorit kaupunkien johtamisjärjestelmän näkökulmasta.

Työ tehtiin SITRAn ja SYKE:n yhteistyönä. SYKE:ssä työhön osallistuivat tutkija Maija Mattinen, erikoistutkija Sirkka Koskela ja professori Jyri Seppälä, erikoistutkija Sirkka Koskela ja tutkija Maija Mattinen. Lisäksi työhön osallistui tutkimusprofessori Ilmo Mäenpää Oulun Thule-instituutista. Työtä ohjasivat asiantuntijat Antti Lippo, Johanna Kirkinen, Lari Rajantie ja Lilli Linkola Sitrasta.

### 1. Johdanto

Euroopan unionin komissio on vuonna 2012 linjannut, että resurssitehokkuuden tulisi kaksinkertaistua verrattuna noin vuoden 2005 aikaiseen trendiin (ennen talouskriisiä) (EU Commission 2012b). Tämä tavoite merkitsee resurssitehokkuuteen yli 30 %:n parantumista vuoteen 2030 mennessä, ts. raaka-aineiden kulutuksen tulisi vähentyä 30 % vuoteen 2030 mennessä suhteessa aikaan ennen talouskriisiä.

Euroopan komissio on keskittynyt neljään avainalueeseen arvioidessaan resurssien käyttöä: materiaaleihin, energiaan (ja ilmastoon), veteen ja maankäyttöön (EU Commission ja DG Environment 2012a). Erityisesti ilmastonmuutos, energia ja jäteasiat nousevat esiin EU-tason lainsäädännössä ja tavoitteissa. Kesällä 2014 julkaistu Euroopan komission kiertotalouteen liittyvä paketti sisältää tiedonannon, pk-yritysten toimintasuunnitelman sekä vihreää työllisyyttä korostavan aloitteen (EU Commission 2014a; EU Commission 2014b). Julkaisuissaan komissio on esittänyt kierrätystavoitteita, joiden uskotaan vauhdittavan kiertotalouteen siirtymistä.

Tulevaisuuden menestyvät yhdyskunnat ovat hiilineutraaleita, niissä ei synny jätettä ja niissä eletään yhden maapallon kantokyvyn rajoissa. Alueet, joilla nyt systemaattisesti tehdään töitä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tulevat menestymään myös tulevaisuudessa. Kaupungit seuraavat ja mittaavat kestävän kehityksen ja ympäristönsuojelun tasoa monilla eri mittareilla, mutta aluetason päätöksenteossa ja poliittisessa ohjauksessa on tarve vielä sellaisille indikaattoreille, joiden avulla kunta- ja maakuntatasolla pystytään todentamaan, miten kaupungit aidosti kehittyvät kohti resurssiviisautta.

Tässä työssä kehitetyillä resurssiviisauden indikaattoreilla tulee olla yhtäläinen rooli aluetason kehityksen seurannassa kuin muillakin aluetason indikaattoreilla, kuten väestön kasvu ja bruttokansan tuote. Työssä esiteltyjä indikaattoreita täydentää lisäksi vielä yksi hyvinvointia kuvaava indikaattori elämänlaatunsa (WHOQOL-8) keskimäärin hyväksi tuntevien osuus (%), jota Terveystieteiden tutkimuskeskus mittaa säännöllisesti myös aluetasolla.

Yksistään teemoja kuvaavat indikaattorit eivät riitä muutoksen aikaansaamiseksi, indikaattorit kuitenkin auttavat näkemään miten nopeasti ja mihin suuntaan alue kehittyy. Sen vuoksi suunnitelmallisessa työssä kohti resurssiviisautta tavoitteiden asettaminen on tärkeää. Yleisellä tasolla on hyvä noudattaa valtakunnallisia tavoitteita, mutta ylemmän tason tavoitteiden saavuttamiseksi ja toimien jalkauttamiseksi paikallinen tavoitteenasettaminen on osa sitä työtä, joka johtaa valtakunnallisten tavoitteiden saavuttamiseen. Lisäksi paikallisten erityispiirteiden huomioiminen on käytännössä mahdollista ainoastaan alueellisia tavoitteita asetettaessa. Tässä työssä ei aseteta indikaattoreille tavoitteita, koska ne tulee asettaa paikallisesti ottaen huomioon alueen lähtötaso.

## 2. Työn tavoitteet

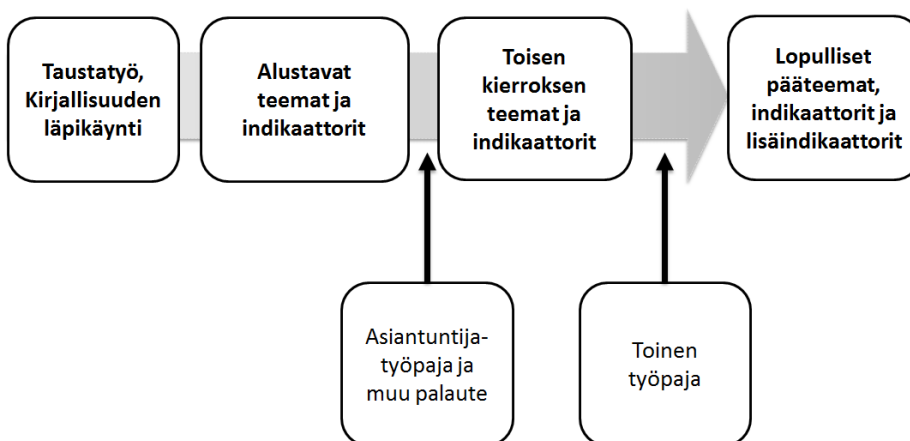
Tämän indikaattorityön tavoitteena ei ollut kehittää uusia kaiken kattavaa indikaattorijoukkoa, vaan löytää kaupungille **muutama avainindikaattori**, joiden seuranta tukee resurssiviisauden johtamista kaupungeissa. Indikaattorien tuli kytkeytyä Sitran esittämiin resurssiviisaustavoitteisiin, joita ovat ”ei päästöjä, ei jätettä ja yksi elävä maapallo”. Indikaattoreiden tulisi olla merkityksellisiä päätöksenteon kannalta ja toisaalta tarvittava tiedonkeruu ja laskenta tulisi olla riittävän helppoa. Tavoitteeksi asetettiin ensin viisi indikaattoria, jotka keskittyisivät ensisijaisesti resurssi- ja ympäristönäkökulmiin. Myöhemmin tavoitteeksi asetettiin kolme indikaattoria Sitran resurssiviisaustavoitteiden mukaisesti.

Tässä työssä ei asetettu indikaattoreille tavoitteita, koska ne tulee asettaa paikallisesti ottaen huomioon alueen lähtötaso.

## 3. Työn toteutus

Työ aloitettiin tutustumalla olemassa oleviin resurssitehokkuusindikaattoreihin, mm. EU:n ehdottamat indikaattorit sekä kaupungeilla jo nykyisellään seurattavat kestävän kehityksen tai energiatehokkuuden indikaattorit. INSURE-hankkeen (2007) ohjeistus indikaattorien muodostamiseen antoi hyviä näkökulmia teemojen ja alustavien indikaattoreiden valintatyöhön. Indikaattoreiden valinnassa käytettiin hyödyksi päätösanalyysiä muistuttavaa lähestymistapaa. Indikaattorien valintaprosessin vaiheet on esitetty kuvassa 1.

Alustavien indikaattorien ensimmäinen valintakierros aloitettiin identifioimalla tärkeimmät teemat, jotka ovat resurssien vähentämiseen tähtäävän toiminnan keskiössä ja joiden kehitystä tulisi seurata resurssiviisaassa johtamisessa. Tarvittaessa teemat jaettiin alateemoihin ja lisäksi huomioitiin teemojen kytkeytyminen olemassa olevaan resurssi- ja ympäristöpolitiikkaan. Alustava indikaattorilista edustamaan valittuja teemoja laadittiin SYKEN ja SITRAn yhteistyönä. Muodostettuja indikaattoreita työstettiin asiantuntijoiden ideointityöpajassa, jonka jälkeen tehtiin vielä toinen valintakierros. Lopuksi indikaattorit evaluoitiin työssä määritettyjen kriteereiden avulla. Kriteereiden avulla arvioitiin indikaattorien merkittävyyttä, hyväksyttävyyttä, uskottavuutta, helppoutta ja vakautta. Lopullisten indikaattoreiden valintaa ohjasivat Sitran resurssiviisauden tavoitteet. Indikaattoreita ja niiden laskentaa käytiin läpi vielä Jyväskylässä järjestetyssä työpajassa, jossa läsnä oli paikallisia asiantuntijoita.



Kuva 1. Indikaattoreiden valintaprosessin vaiheet

## 4. Teemojen ja indikaattoreiden valinta

Ensimmäisen valintakierroksen jälkeen työpajalle esitettiin viisi teemaa, jotka olivat materiaalien käyttö, ilmastonmuutos, materiaalien kierto, maankäyttö (sisältäen luonnon elinvoimaisuuden säilymisen mm. tuottokyvyn ja biodiversiteetin) ja kriittiset luonnonvarat. Kaikkia esitettyjä teemoja pidettiin hyvinä ja tärkeinä resurssiviisauden kannalta. Sopivien indikaattoreiden valinta kaikilta näiltä alueilta ei kuitenkaan osoittautunut yksinkertaiseksi osin teeman ja osin laskennan monimutkaisuuden vuoksi. Näin tapahtui varsinkin maankäytön ja luonnon elinvoimaisuuden kuvaavien indikaattoreiden kohdalla. Työpajassa ehdotettiin maankäytön teeman jakamista kahteen osaan, jossa rakennettua ympäristöä ja luontoalueita tarkasteltaisiin erikseen. Keskustelu kriittisistä luonnonvaroista liittyi mm. fosforin käyttöön ja kiertoon sekä jalometallien kierrätykseen. Sopivia indikaattoreita ei kuitenkaan löydetty kuvaamaan kriittisten luonnonvarojen käyttöä tai ehtymistä. Kolme muuta teemaa: materiaalien käyttö, ilmastonmuutos ja materiaalien kierto hyväksyttiin työpajassa sellaisenaan.

Toisella valintakierroksella indikaattoreita tarkasteltiin SITRAn kolmen resurssiviisaan johtamisen tavoitteiden suhteen. Kaksi teemaa löytyi jo esillä olleista teemoista, mutta tavoite ”yksi elävä maapallo” toi mukanaan yhden uuden teeman ja sitä kuvaavan indikaattorin. Kolme lopullista teemaa nimettiin seuraavasti: **ilmastonmuutos, materiaalien kierto ja ekologinen kestävyys**. Lisäksi nimettiin kaksi tärkeää lisäteemaa, **materiaalien käyttö ja ekologinen tuottokyky**, jotka indikoivat myös kaupunkia laajemmin alueellista kehitystä, ja jossa kaupungin ympäröivä talousalue otetaan huomioon.

Seuraavassa esitellään jokainen teema ja siihen liittyvä indikaattori. Indikaattorit on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisinä esitellään ne teemat ja indikaattorit, joiden avulla voidaan arvioida kehityssuuntaa kohti resurssiviisauden päätavoitteita. Sen jälkeen esitellään kaksi täydentävää indikaattoria, joiden seuranta antaa käsityksen alueellisesta materiaalien kokonaiskäytöstä ja luonnon ekologisen tuottokyvyn säilymisestä. Indikaattoreiden laskenta on esitetty liitteessä 1.

### 4.1. Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos on merkittävä teema ympäristövaikutusten ja luonnonvarojen käytön näkökulmasta. Siihen vaikuttavat suuresti energian kulutus ja vallitsevat energiatuotantotavat, erityisesti fossiilisten polttoaineiden käyttö ja uusiutuvien energiamuotojen käyttöastetta. Ilmastomuutoksen hillintä on ollut kansainvälisen politiikan tavoitteena jo pitemmän aikaa, ja työ muutoksen aikaansaamiseksi jatkuu edelleen. Ilmastonmuutoksen hillintään löytyy keinoja monista aluestrategioista, joita ovat mm. energiatehokkuuden parantaminen, uusiutuvien ja vähäpäästöisten polttoaineiden lisääminen energiantuotannossa ja liikennekäytössä sekä näiden jakeluverkostojen kehittäminen (esim. biokaasuverkosto), kestävien kulkutapojen osuuden lisääminen liikkumisessa ja muutokset ihmisten ruokailutottumuksissa (eläinperäisten tuotteiden korvaaminen kasvisperäisillä).

#### Indikaattori: käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt/asukas

Indikaattori kuvaa alueen kehitystä kohti hiilineutraaliutta ja siihen sisällytetään käyttöperusteisesti lasketut kasvihuonekaasupäästöt tärkeimmiltä sektoreilta: energia (alueella käytetty sähkö ja lämpö), liikenne, teollisuusprosessit, maatalous ja jätehuolto. Kuntatasolla käytetyimpiä päästölaskentatapoja ovat Kasvener ja CO<sub>2</sub>-raportti (Ryynänen ym., 2012). Suomen ympäristökeskuksessa kehitettyä Kasvener-mallia (Kasvener, 2013) käytetään useissa kunnissa jo nykyisellään. Kasvener noudattaa kansainvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) menetelmiä ja käyttää hyväkseen Suomen päästöinventarioiden laskentaparametreja. IPCC:n osaltaan kehittämää ja verifioimaa kasvihuonekaasujen vaikutuslaskentaa voidaankin pitää laajasti hyväksyttynä ja teemaa hyvin politiikkarelevantina.

Laskennan vaatimat lähtötiedot ovat yleisesti saatavilla, laskentaan on olemassa valmiita pohjia (mm. KASVENER-malli). Laskenta itsessään on melko suoraviivaista, mutta kehitettävää on mm. alueen ulkopuolisten energiainvestointien käsittelyssä (esim. tuulipuistoinvestoinnit), läpikulkuliikenne, sekä polttoaineiden hankintaketjujen huomioiminen. Laskennan tietojen luotettavuus ja laatu ovat hyvällä tasolla. Indikaattoria seuraamalla voidaan havaita erityisesti energiasektorin muutoksia, muiden sektorien ja prosessien kohdalla muutokset ovat yleisesti ottaen pienempiä.



## 4.2. Materiaalien kierto

Materiaalien kierto on kiertotalouden ja resurssiviisauden perusta. Resurssitehokkuus on olennainen osa kiertotaloutta. Resurssitehokkuus pitää sisällään resurssien tehokkaan käytön minimoimalla materiaalien käytön ja hukkan määrän. Tavoitteena on tehokas materiaalien kierto, jossa jätteiden määrä minimoidaan ja materiaalien tuottama lisäarvo maksimoidaan. Suurimmat jätevirrat syntyvät rakentamisessa, joten maamassojen hyötykäytön sekä rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen edistäminen ovat tärkeitä keinoja. Tärkeää on myös ottaa huomioon materiaalien kierrätettävyyden ja kierrätys jo rakennuksien tai tuotteen suunnitteluvaiheessa.

### Indikaattori: Materiaalihäviöt

Materiaalien kierron indikaattori (materiaalihäviöt) linkittyy ”zero waste” 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, jätteiden poltto (uusiutumattomat materiaalit) ja loppusijoitettavien jätteiden vieni. Jätteiden poltossa huomioidaan vain uusiutumattomien materiaalien poltto, ts. biotettien materiaalien polttoa ei oteta mukaan (esim. puun poltto). Jätteiden viennissä tarkastellaan alueen ulkopuolelle vietävien jättevirtojen määrää. Virrat lasketaan tonneina ja summataan yhteen ilman painotuksia. Tämä tarkoittaa, että eri virtojen oletetaan olevan keskenään samanarvoisia.

Laskennassa käytetään hyväksi kunnan jätehuollosta vastaavien yritysten keräämiä tietoja ja ympäristöhallinnon jätetietokantoja. Jos tarkkoja tietoja ei ole saatavilla, keskitytään ensi vaiheessa suurimpiin jättevirtoihin.

## 4.3. Ekologinen kestävyys

Väestön kasvaessa luonnonvarojen kestävä käytön merkitys kasvaa, jotta tulevillakin sukupolvilla on käytössään tarvittavia resursseja. Kulutuksen tulisi olla sellaisella pohjalla, joka ei tuhoa tärkeitä luonnon ekosysteemeitä, kuten metsiä, tuottavia maa-alueita, vesistöjä, joista ihmisten toimet ovat riippuvaisia. Kaupungit ja muut hallinnolliset alueet eivät ole suljettuja, vaan resursseja tuodaan myös alueiden ulkopuolelta. Tavaroiden tuotantoketjut ovat pitkiä ja kansainvälisiä, mikä tekee luonnonvarojen kulutuksen kestävydestä globaalin huolenaiheen.

Maankäyttö liittyy luonnonvarojen tuottamiseen: maa tuottaa luonnonvaroja ja ekosysteemipalveluja (mm. kulttuuri- ja virkistyskäyttö ihmisille), joita ihmiset tarvitsevat. Maaperä toimii myös infrastruktuurin ja rakennusten perustana sekä toimii nieluna (päästöt, jätteet). Ihmiset kuluttavat maa-alueita ja vesialueita runsaasti, ja tämän toiminnan vaikutukset näkyvät monella tapaa. Maankäytön muutoksilla voi olla sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia. Maankäyttö on tunnistettu kansallisesti ja globaalisti tärkeäksi teema-alueeksi. Maa-ala on rajoitettu resurssi, joka vähenee tai heikkenee laadullisesti esim. tehomaatalouden, kaivostoiminnan ja urbanisoitumisen seurauksena.

Alueen toiminnan kestävyttä voidaan tarkastella mm. ekologisen jalanjäljen kautta, joka perustuu maankäyttöön. Ekologinen jalanjälki kertoo kuinka paljon maa- ja vesialueita tarvitaan alueen kulutuksen tyydyttämiseen, käytettyjen uusiutuvien luonnonresurssien tuottamiseen ja kulutuksen liittyvien hiilidioksidipäästöjen sitomiseen. Ekologinen jalanjälki kuvaa ihmiselle käyttökelpoisen biomassan hyödyntämistä, eikä se sellaisenaan kuvaa biodiversiteetissä tapahtuvia muutoksia (Antikainen ym. 2010). Jalanjäljen avulla ei voida myöskään kuvata uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymistä ja veden saatavuutta. Tässä työssä päätettiin maankäyttöä ja alueen toiminnan kestävyttä mitata ekologisen jalanjäljen ja biokapasiteetin keinoin.

### Indikaattori: Ekologinen jalanjälki /asukas

Ekologinen jalanjälki kuvaa sitä maa- ja vesipinta-alaa, joka tarvitaan tuottamaan valitun 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 onko alueen toiminta

kestävyyden rajoissa (Borucke ym. 2013). Ekologinen jalanjälki ilmaistaan globaalihehtaareina, eli keskimääräisenä tuottavan maan pinta-alana, joka tarvitaan resurssien tuottamiseen ja jätteiden käsittelyyn.

#### 4.4. Materiaalien käyttö

Resurssiviisaudessa ja -tehokkuudessa keskiössä ovat materiaalien käyttö ja niistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ja tietysti myös talouskasvu, jota ei tässä työssä kuitenkaan käsitellä. Sen vuoksi materiaalien käyttö ja materiaalien kierto ovat tärkeitä teemoja luonnonvarojen kulutusta arvioitaessa. Keinoja, joilla materiaalien käyttöä voidaan vähentää, ovat mm. materiaalitehokkuuden edistäminen teollisuudessa ja rakentamisessa, ekologisten rakennusmateriaalien käytön lisääminen uudis- ja korjausrakentamisessa ja palveluliiketoiminnan edistäminen materiaalikeskeisen kulutuksen vähentämiseksi. Materiaalitehokkuutta voidaan parantaa myös jätteiden kierrätystä tai uudelleenkäyttöä lisäämällä. Ylätasolla materiaalitehokkuutta voidaan edistää mm. elinkaarisia kustannuksia tarkastelemalla, hankintaketjun läpinäkyvyyttä parantamalla sekä yhteistyöverkon rakentamisella ja omien säästöpotentiaalien viestimisellä verkostossa.

EU:ssa materiaalin käyttöä seurataan materiaalivirtaindikaattoreiden avulla. Ne kertovat kuinka paljon luonnonvaroja käytetään kansantalouksissa. Indikaattorit ovat joko tuotanto- tai kulutusperäisiä. Tuotantopohjaiset materiaalivirtaindikaattorit eivät sovellu alueiden vertailuun, koska alueidenelinkeinorakenteet poikkeavat toisistaan. Sen vuoksi on yhä enemmän siirrytty käyttämään kulutusperäisiä indikaattoreita, jotka paremmin kuvaavat kansalaisten todellista kulutusta. Ongelmana on vain se, että niiden laskenta on paljon monimutkaisempaa kuin tuotantopohjaisten materiaalivirtaindikaattoreiden laskenta.

Raaka-aineiden kulutus (RMC, Raw Material Consumption) kertoo kuinka paljon talous on kuluttanut materiaaleja. RMC lasketaan vähentämällä raaka-aineiden kokonaiskäytöstä (RMR, Raw Material Requirement) viennin raaka-ainekäyttöä. RMR sisältää taloudessa käytetyn kotimaisen luonnonvarojen kulutuksen sekä tuonnin ja viennin käyttämät raaka-ainepanokset. RMR sisältää sekä suorat materiaalipanokset että välilliset panokset. RMC ja RMR ilmoitetaan tonneina materiaalia. Tällä hetkellä EU ehdottaa resurssitehokkuusindikaattoriksi kulutettua materiaalmäärää per bruttokansantuote eli RMC/BKT.

##### **Indikaattori: Materiaalien kulutus/asukas (RMC/as)**

Alueellista materiaalien käytön kehitystä on mielekästä seurata asukasta kohti, sen vuoksi materiaalin käytön indikaattoriksi valittiin RMC/asukas. Indikaattori soveltuu hyvin seuraintindikaattoriksi, mutta monimutkainen laskenta panos-tuotosanalyysiin rajoittaa sen käyttöä. Indikaattori ei sovellu pienten talousalueiden laskentaan, koska tietoja pienen alueen sisään ja ulosmenevistä virroista ei ole toistaiseksi saatavilla. Tietojen saatavuuden takaamiseksi RMC tarkasteluja varten tarvitaan alueeksi seutukunta.

#### 4.5. Ekologinen tuottokyky, biokapasiteetti

Globaalisti ajatellen luonnon tuottokyvyn säilyttäminen (mm. metsät, maatalousmaa, vesistöt) on ihmiskunnalle elinehto. Pienemmässä mittakaavassa eli alueen tasolla se on myös tärkeä tavoite. Lisäksi alueen tavoitteena tulisi olla arvokkaiden luontokohteiden ja luonnonsuojelualueiden säilyminen ja ylläpitäminen.

##### **Indikaattori: alueen biokapasiteetti**

Käytettävissä oleva tuottava maapinta-ala, eli biokapasiteetti, kuvaa maapallon rajallisia, uusiutuvia luonnonvaroja tuottavia alueita. Biokapasiteetti kuvaa biosfäärin kykyä tuottaa pelto-, puu- ja kalasatoa ja se ilmaistaan ekologisen jalanjäljen tavoin globaalihehtaareina. Toisin sanoen biokapasiteetti ilmaisee luonnon kantokyvyn.

Laskennassa alueen maankäyttö jaetaan eri luokkiin tuottavan maan mukaisesti. Tarkastelussa otetaan huomioon laidunmaa, viljelymaa, tuottavat vesialueet, metsämaa sekä rakennettu maa. Biokapasiteetti

lasketaan kertomalla keskenään tuotantoala, satokerroin ja ekvivalenssiluku. Satokerroin ja ekvivalenssiluvut ovat määritetty jokaiselle maantypille erikseen (Borucke ym. 2013).

## **5. Indikaattoreiden tarkastelu kriteeristön avulla**

Indikaattoreiden arvioinnissa hyödynnettiin nk. RACER -kriteeristöä (ks. Ecologic, SERI & Best Foot Forward, 2008). Kriteeristön avulla voidaan arvioida indikaattorin merkittävyyttä (relevant), hyväksyttävyyttä (accepted), uskottavuutta (credible), helppoutta (easy) ja vakautta (robust). Taulukkoon 1 on koottu huomioita näihin viiteen kriteeriin liittyen esitettyjen indikaattoreiden osalta. Taulukkoon 1 on koottu laadullisen arviointi jokaisen indikaattorin kohdalta.

**Taulukko 1. Indikaattorien tarkastelu kriteeristön avulla. Jokaisen kriteerin täyttymistä on kuvattu laadullisesti kolmiportaisesti: + täyttää heikosti, ++ täyttää kohtalaisesti, +++ täyttää hyvin.**

Indikaattori	Merkittävyys	Hyväksyttävyyys	Uskottavuus	Helppous (lähtötietojen saatavuus, laskennan helppous)	Laatu (Kattavuus, tietojen luotettavuus ja laatu, herkkyys)
<b>Käyttö-perusteiset khk-päästöt/ asukas</b>	+++	+++	+++	++	+++
	Liittyy sekä EU- että kansalliseen politiikkaan, sopii seurantaindikaattoriksi, menetelmänä soveltuu yksittäisellekin toimijalle	Teema on laajasti hyväksytty ja poliittikkarelevantti, myös laskentatapa hyväksytty.	Tieteellisesti perusteltu ja uskottava laskentatapa, kuvaa ilmastonlämpenemisivikutusta.	Datan saatavuus hyvä, laskenta suhteellisen helppoa (olemassa mallit esim. Kasvener).	Tietojen luotettavuus ja laatu hyvällä tasolla.  Herkkä energiasektorin muutoksille, muutoin jäykempi.
<b>Materiaali-häviöt</b>	+++	++	++	+	+(++)
	Liittyy kiinteästi kansalliseen jätepolitiikkaan, ”zero waste” visio, myös EU-politiikkaan liittyvä.	Jätetilastointi perustuu suurelta osin lainsäädäntöön.	Tulos kuvaa kiertotaloutta, mutta käsitteenä tai menetelmänä ei vakiintunut.	Kaatopaik-kojen tiedot helpoimmin saatavilla. Jätelaitosten ja VAHTI-tietojen yhdistäminen hankalampaa.  Tulos luotettava, laskenta toistettavaa ja suoraviivaista.	Kattavasti kuvaava indikaattori.  Lähtötietojen laatu määrittää luotettavuuden.  Indikaattori herkkä muutoksille jätevirroissa.
<b>Ekologinen jalanjälki</b>	++	+++	++	++	+
	Tunnistettu tärkeäksi kestävyysindikaattoriksi (mm. WWF, EEA, YK).	Helposti ymmärrettävä ja suhteellisen tunnettu (mm. WWF:n Living planet report), viestittävässä asukkaille.	Laskenta kehittyy yhä. Uskottavaa jo nyt maatasolla, aluetasolla melko uskottavaa.	Lähtötietojen saanti tilastojen varassa, laskenta melko suoraviivaista.	Lähtötietojen luotettavuus vaikuttaa. Käytössä kansallisia kertoimia, mikä vähentää tuloksen yksityiskohtaisuutta.

<b>RMC/asukas</b>	++	+++	++	+	++
	Liittyy EU politiikan tavoitteisiin.  Soveltuu seurantaindikaattoriksi	EU politiikkaan hyväksytty (Eurostat), laskenta laajasti hyväksyttyä.  Alueellista laskentaa ei ole tehty paljon.	Suuruusluokat oikeita, käytetty menetelmä on uskottava.	Seutukunnan tiedot helposti saatavilla, työlästä sovittaa aineisto ympäristölaajennettuun panos-tuotosmalliin.	Alueellisia malleja on tehty vain muutama.  Kattava, kaikki osa-alueet mukana, yksityiskohdissa epätarkkuutta.
<b>Bio-kapasiteetti</b>	++	++	++	++	+
	Liittyy kiinteästi ekologiseen jalanjälkeen, tunnistettu tärkeäksi.	Kuten ekologinen jalanjälki.	Kuten ekologinen jalanjälki.	Kuten ekologinen jalanjälki.	Kuten ekologinen jalanjälki.

## 6. Indikaattoreiden käyttö Jyväskylässä

Toistaiseksi Jyväskylän kasvihuonekaasupäästöjen laskenta on ostettu kaupunkiorganisaation ulkopuolelta käyttäen CO<sub>2</sub>-raportin laskentatapaa. Jyväskylässä on käytössä ilmasto-ohjelman ja energiatehokkuussopimuksen toimenpideseuranta, jossa on useita kymmeniä mittareita, joilla tavoitteiden ja toimenpiteiden toteutumista voidaan seurata. Tavoitteet ja toimenpiteet on edelleen kategorisoitu (tietoisuus, energia, liikkuminen, maankäyttö, rakennukset, vesihuolto, jätteet ja hankinnat). Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta on melko vakiintunutta ja voitaisiin esimerkiksi toteuttaa kerran vuodessa trendin seuraamiseksi.

Materiaalihäviöiden kohdalla Jyväskylän kaupunkiorganisaation osalta on suoraviivaista saada tietoa jätevirroista, mutta aluetasolla tilanne on hankalampi. Jyväskylässä on kaksi jätteiden käsittelylaitosta, joissa käsitellään myös muiden kuntien toimittamia jätteitä. Jyväskylän alueella on paljon yrityksiä, joita ei koske ilmoitusvelvollisuus jätevirroista, näiden osalta tietojen kerääminen on työlästä, sillä osa yrityksistä tekee sopimuksia toisten yritysten kanssa jättejakeiden toimittamisesta tai käsittelystä. Tässä tietojen saamista helpottaisi keskitetympi, alueellinen jäteyhtiö, joka vastaisi ja seuraisi alueen kaikkia jätevirtoja ja voisi raportoida niitä eteenpäin. Tämä koskee erityisesti alueen ulkopuolelle vietävien jättejakeiden määrää.

Ekologista jalanjälkeä Jyväskylän alueelle ei ole laskettu. Tulevaisuudessa laskennassa voitaisiin hyödyntää esim. excel-pohjaista KuntaJälki-mallia, tai vaihtoehtoisesti konsulttityötä jalanjäljen laskemiseksi. Samassa yhteydessä on luontevaa laskea myös alueen biokapasiteetti.

Tämän työn yhteydessä tehtiin karkea analyysi Jyväskylän seutukunnan materiaalivirroista. Analyysin pohjalta RMC/asukas on alueella 32,8 tonnia, kun vastaava luku Suomelle on 32,7 tonnia. Jatkossa materiaalien käyttöä voisi laskea panos-tuotosanalyysiä käyttämällä seutukunnalle noin neljän vuoden välein.

Vertailtaessa tässä työssä esitettyjä indikaattoreita Jyväskylän mittavaan mittariston listaan voidaan nähdä, että valitut teemat näkyvät myös nykyisessä toimenpideseurannassa. Käytetyistä mittareista valtaosa liittyy suoraan tai välillisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, eli ilmastonmuutoksen torjuntaan. Ainoastaan luonnonvarojen kulutukseen (RMC) selkeästi kohdistuvia tavoitteita tai mittareita listalta ei löydy. Ilmastonmuutokseen liittyviä mittareita on lähinnä energian kulutukseen ja tuotantoon liittyen, sisältäen myös ajoneuvoihin ja koneisiin liittyviä indikaattoreita (esim. ajoneuvojen CO<sub>2</sub> päästöt ja kulutus). Jätteisiin liittyviä mittareita, jotka kytkeytyvät materiaalien kiertoon on kuitenkin muutamia. Jyväskylässä seurataan mm. sitä onko polttokelpoista jätettä hyödynnetty energiantuotannossa ja onko maa-ainespankki perustettu. Seurattava biokaasun vuosittainen tuotantomäärä puolestaan liittyy myös energiakysymyksiin. Maankäytön teeman alla Jyväskylässä seurataan mm. asemakaavoitetulla alueilla asuvien suhteellista määrää ja toisaalta mittaroidaan viheralueiden turvaamista ja ekologisista yhteyksiä, jotka liittyvät luontoalueiden säilyttämiseen, mutta eivät suoraan biokapasiteetin mittaamiseen.

## Kirjallisuus

Antikainen, R. (toim.), 2010, Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2010. Saatavilla:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39822/SYKEra\\_7\\_2010.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39822/SYKEra_7_2010.pdf?sequence=1) , luettu 15.10.2014.

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales J. C., Wackernagel, M., Galli, A., 2013, Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework, *Ecological Indicators*, 2013, 21: pp. 518-533.

Ecologic, SERI & Best Foot Forward, 2008, Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use, Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, Report to the European Commission, DG Environment Final report, Saatavilla: <http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/footprint.pdf> , luettu 13.6.2014

EU Commission, 2014a, Ympäristö: Tiukemmat kierrätystavoitteet edistävät siirtymistä kiertotalouteen ja luovat uusia työpaikkoja ja kestäväää kasvu, lehdistötiedote, Bryssel, 2.7.2014, Saatavilla: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-763\\_fi.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-763_fi.htm) , luettu 11.9.2014.

EU Commission, 2014b, Kohti kiertotaloutta: jätteetön Eurooppa, Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, COM(2014) 389, 2.7.2014, Saatavilla: [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0014.01/DOC\\_2&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0014.01/DOC_2&format=PDF) , luettu 11.9.2014.

EU Commission, 2013, Science for Environment Policy, In-depth report, Resource Efficiency Indicators, Saatavilla: <http://www.gppq.fct.pt/7pq/docs/brochuras/online/ResourceEfficiencyIndicators-Feb2013.pdf> , luettu 5.3.2014.

EU Commission, Consultation Paper: Options for Resource Efficiency Indicators, Saatavilla: [http://ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/consultation\\_resource.pdf](http://ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/consultation_resource.pdf) , luettu 5.3.2014.

EU Commission, DG Environment, 2012a, Assessment of resource efficiency indicators and targets, Final report, Saatavilla: [http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource\\_efficiency/pdf/report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf) , luettu 5.3.2014.

EU Commission, 2012b, European resource efficiency platform (EREP) Manifesto & Policy Recommendations, Saatavilla: [http://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/documents/erep\\_manifesto\\_and\\_policy\\_recommendations\\_31-03-2014.pdf](http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/erep_manifesto_and_policy_recommendations_31-03-2014.pdf) , luettu 16.6.2014.

Eurostat, 2013a, Built-up areas, indicator profile, Saatavilla: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_SDDS/DE/t2020\\_rd110\\_esmsip.htm](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/DE/t2020_rd110_esmsip.htm) , luettu 9.7.2014.

Eurostat, 2013b, Land cover and land use, landscape (LUCAS), Saatavilla: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_SDDS/en/lan\\_esms.htm](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/en/lan_esms.htm) , luettu 9.7.2014.

Ryynänen E., Oja L., Vehviläinen I., Kumpulainen A., Vanhanen J., 2012, Selvitys hiilijalanjälki- ja päästölaskennan menetelmistä ja kehittämistarpeista, Gaia consulting, 27 s.

Insure, 2007, Guidelines to develop a S-indicator, INSURE Work Package 4.

Kasvener-laskentamalli, 2013, Saatavilla: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ymparisto/ilmastonmuutos/tyokaluja/kasvener/Sivut/default.aspx> , luettu 5.9.2014.

Koskela S., Mäenpää I., Mattila T., Seppälä J., Saikku L., Korhonen M-R., Suorsa M., Österlund H., ja Hippinen I., 2013, Suomen talouden materiaalivirrat vuonna 2008 ja resurssitehokkuuden tehostamisen vaikutukset vuoteen 2030, 2013, Ympäristöministeriön raportteja 26, 2013.

Mickwitz P., Seppälä J., Kauppi L., Hildén M., 2014, Kohti hiilineutraalia kiertotaloutta – tutkimus vauhdittamaan muutosta, Syke policy briefs, 13.6.2014. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/135242> , luettu 11.9.2014.

Miller R. E., Blair P. D., 2009, Input-Output Analysis, Foundations and Extensions, Cambridge University Press, Cambridge.

Nurminen, M., 2014, sähköposti 19.10.2014.

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

Tilastokeskus, 2013, Taulukot tilastossa: Aluetilinpito, Saatavilla: [http://193.166.171.75/database/StatFin/kan/altp/altp\\_fi.asp](http://193.166.171.75/database/StatFin/kan/altp/altp_fi.asp) , luettu 16.6.2014.

Wackernagel, M., Kitzes, J., Moran, D., Goldfinger, S., Thomas, M., 2006, The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand, *Environment & Urbanization*, 2006: 18(1): pp. 103-112.

WWF, 2014, Living Planet Report 2014, Saatavilla: [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/) , luettu 16.10.2014.

YTP (Ympäristö- ja teollisuuspalvelut), 2014, Kohti kiertotaloutta – askeleita Suomen menestykselle, julkilausuma, Saatavilla: <https://fileshare-emea.bm.com/h-s/20140709/WQw0GvcsaW> , luettu 11.9.2014.

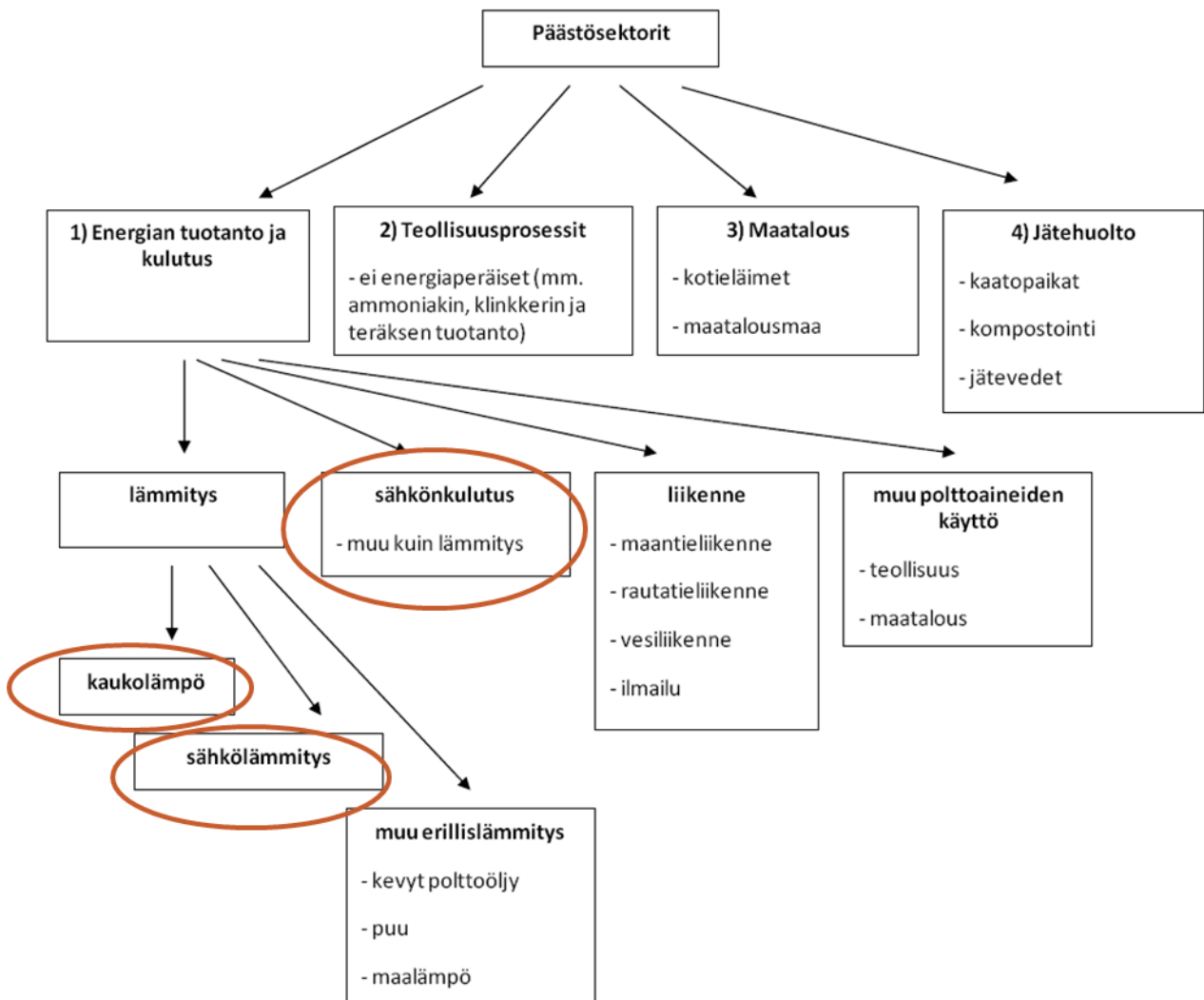


# Liite 1. Indikaattoreiden laskenta

## 1. Ilmastonmuutos: käyttöperusteiset khk-päästöt/as

Laskennassa huomioidaan energiassektori, liikenne, teollisuusprosessit, maatalous ja jätehuolto, ks. kuva 2. Energiassektori sisältää lämmityksen, sähkönkulutuksen ja muun polttoainekäytön. Energiankulutuksen osalta laskenta on käyttöperusteista, eli alueen todelliseen kulutukseen perustuvat sähkön ja lämmön kasvihuonekaasupäästöt huomioidaan. Laskennassa sisällytetään suorat päästöt (ei siis esimerkiksi polttoaineiden hankintaketjuista aiheutuvia päästöjä, ns. elinkaarisia päästöjä), eikä hiililähteitä- tai nieluja. Liikenteen laskennassa huomioidaan alueella tapahtuvan julkisen ja yksityisautoilun ja kauttakulkuliikenteen aiheuttamat päästöt.

Käyttöperusteinen laskentatavan eroavaisuus alueperusteiseen näkyy erityisesti energian tuotannon osalta. Alueella tuotetun kaukolämmön päästöt allokoituvat alueperusteisessa laskentamenetelmässä kokonaisuudessaan tuotantoalueelle (esim. kunta), kun taas käyttöperusteisessa laskentamenetelmässä allokoidaan päästöt niille alueille (käytännössä kunnille), joissa kaukolämpö kulutetaan. Muun kuin sähköä ja kaukolämpöä tuottavan teollisuuden, maatalouden ja jätehuollon päästöt ovat yhtä suuret sekä käyttö- että alueperusteisesti laskettuna. Tästä seuraa se, että myös näiden sektorien päästöt allokoituvat sijaintialueelle, vaikka alueella tuotetut hyödykkeet (tavarat jne.) kulutettaisiin muissa kunnissa ja ulkomailla.



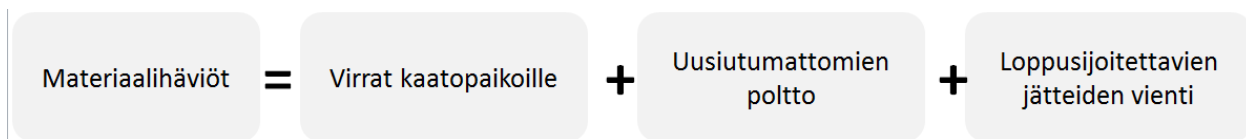
Kuva 2 Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa huomioitavat osa-alueet (KASVENER-mallia mukailen). Ympyröityjen osa-alueiden kohdalla käyttöperusteinen laskenta erottuu verrattuna alueperusteiseen laskentaan. Kuva O-P Pietiläinen, SYKE.

## 2. Materiaalien kierto: materiaalihäviöt

Materiaalihäviöissä tarkastellaan alueen jätevirtoja, jotka eivät pysy kierrossa: kaatopaikoille vietävät materiaalit, uusiutumattomien jätteiden poltto ja alueen ulkopuolelle vietävät, loppusijoitettavat virrat (kuva 3). Polttoon menevissä virroissa ei huomioida bioottisia materiaaleja (esim. puu). Kyseisten kolmen materiaalivirran massamäärät lasketaan yhteen ilman painotuksia. Tietopohjana laskelmille käytetään jätelaitosten tietoja vastaanotettujen jätevirtojen määrästä, sekä tietoja/arvioita alkuperästä (tarkasteltava kunta, muut kunnat) sekä valvonta- ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tietoja. VAHTI-järjestelmään kirjataan ympäristöluvan saaneiden yritysten tietoja, sekä ulkomaille vietävien jätteiden tiedot toimijoilta (määrät, lähetävä toimija). VAHTI-järjestelmästä saadaan tiedot myös yksityisten kaatopaikkojen toiminnoista ja jätemäärästä.

Yhdyskuntajätteen osalta jätelaitokset (kaatopaikka tai polttolaitos) ovat parhaiten selvillä vastaanotettujen virtojen suuruuksista, sekä siitä mistä ne ovat peräisin. Jätteenpolttolaitokset voivat myös hyödyntää oman prosessinsa tietoja tai muita tutkimuksia koostumustiedon tuottamiseen, jolloin myös uusiutuvat materiaalit, joita poltettavan jätteen seassa on, voidaan erottaa laskennallisesti.

Ensivaiheessa indikaattoria voidaan laskea huomioimalla vain virrat kaatopaikoille ja polttoon. Tässä myös yritysten tietojen hakemisessa voidaan tehdä yksinkertaistuksia ensi vaiheessa, ja keskittyä vain isoimpiin toimijoihin tietoja hankittaessa. Kunnan alueen ulkopuolelle vietävien virtojen laskemisessa VAHTI-haut tuottavat tietoa, mutta aineiston käsittely on työlästä, sillä järjestelmä on luotu ensisijaisesti luvanvaraisten toimien valvontaan. Toisaalta toimijoilta suoraan saatava tietoa voidaan myös hyödyntää laskennassa, mutta jos näiden määrä on suuri, on tietojen kokoaminen vaativaa.

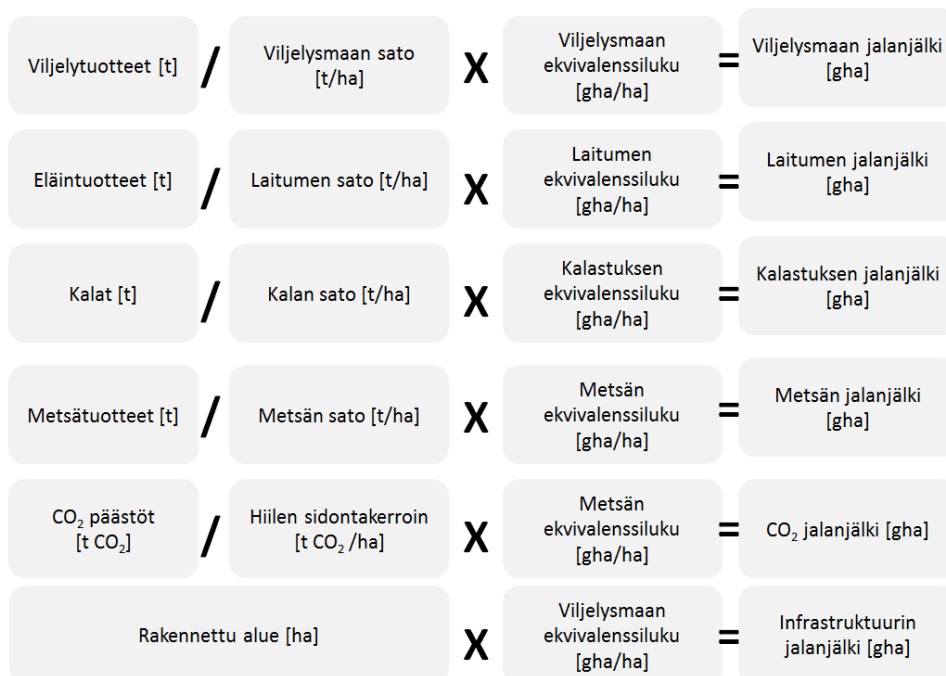


**Kuva 3. Materiaalihäviöiden laskenta.**

## 3. Ekologinen kestävyys: ekologinen jalanjälki/as

Laskennassa noudatetaan Global Footprint Networkin laskentatapaa (ks. esim. Borucke ym. 2013), kuva 4. Jalanjälki lasketaan painottamalla käytetyt materiaali- ja energiapanokset sadon käännteisluvulla, maakohtaisella satokertoimella ja maanpeitekohtaisella ekvivalenssiluvulla (Borucke ym. 2013). Satokertoimet kuvaavat kyseisen maan eri maatyypin tuottavuutta. Ekvivalenssiluku kuvaa maanpeitteen kykyä ihmisravinnon tuotantoon verrattuna keskimääräiseen maanpeitteeseen. Ekologinen jalanjälki ilmaistaan globaalihehtaareina (gha), eli sinä keskimääräisenä tuottavan maan pinta-alana, joka tarvitaan resurssien tuottamiseen ja jätteiden käsittelyyn.

Alueen toiminnan kestävyttä tarkasteltaessa voidaan verrata saatu ekologista jalanjälkeä tilanteeseen, jossa globaalisti kulutettaisiin yhtä paljon kuin tarkasteltavalla alueella, jolloin voidaan laskea riittääkö yhden maapallon resurssit tyydyttämään kulutuksen tarpeet. Tässä vertailussa voidaan hyödyntää kansainvälisiä jalanjälkilaskelmia, joiden tuloksia maailman luonnonsäätiö (WWF) julkaisee, ks. WWF (2014).



**Kuva 4. Ekologisen jalanjälkilaskenta. Kuva Borucke ym. (2013) mukaan.**

Suomessa Kuntaliiton ja Ekokumppanit Oy:n toteuttamassa KuntaJälki-hankkeessa kehitettiin kuntien ekologisen jalanjäljen laskentamalli (Nurminen, 2014). Hankkeeseen osallistui 24 kuntaa, joille kaikille laskettiin jalanjäljet vuodelle 2007. Laskentamallin lähtökohtana on GFN:n Suomen vuoden 2007 tiedot, joita skaalaamalla saadaan kuntatason jalanjälki maankäyttöluokittain. Laskennassa käytettiin Tilastokeskuksen, Energiategollisuuden, henkilöliikennetutkimusten ja ENVIMAT-mallin tietoja. Jalanjälkilaskelmien periaatteet ovat muuttuneet ja kehittyneet 90-luvulta lähtien, joten vertailu aiempiin laskelmiin ei ole suoraviivaista. Muutoksia on tapahtunut erityisesti ydinvoiman ekologisen jalanjäljen laskennassa sekä metsäosiossa.

#### 4. Materiaalien käyttö: RMC/asukas

Raaka-aineiden kulutuksen laskennassa tarvitaan panos-tuotoslaskentaa materiaaliavirtojen laskemiseksi, tarvittavat virrat on kaavamaisesti esitetty kuvassa 5. Valmiudet kansallisen tason materiaaliavirtojen laskentaan on olemassa useilla mailla, alueellista laskentaa ei ole kuitenkaan juurikaan tehty, vain muutama Suomessa. Alueellisia panos-tuotosmallinuksia voidaan tehdä useallakin eri tavalla lähtien liikkeelle kansallisista panos-tuotostauluista, ks. esim. Miller and Blair (2009). Käytännössä sekä raaka-aineiden tarve tai kulutus (RMR, RMC) lasketaan soveltamalla ympäristölaajennettua panos-tuotosmallia, esim. ENVIMAT-mallia (Seppälä ym. 2009), jossa toimialojen välisiin rahavirtoihin (alueellinen tilinpito) yhdistetään mm. kotimaan luonnosta otetut materiaaliavirrat. Malli sisältää myös tuontituotteiden tuotannossa ulkomailla käytetyt materiaaliavirrat (suorat ja välilliset). ENVIMAT mallissa on 150 toimialaa, joiden kanssa karkeammalla toimialajaottelulla saatavat alueelliset tuotantotiedot tulee sovittaa yhteen. Tilastokeskus tarjoaa alueellisia tuotantotietoja seutukunnittain noin 20 toimialan luokituksella ilmaiseksi www-sivujensa kautta (Tilastokeskus 2013).

Koko Suomen taloutta käsittelevää mallia hyödynnettäessä alueelliset mallinnustulokset ovat suuruusluokaltaan oikeita, mutta yksityiskohdat (esim. teollisuuden osalta) voivat olla liian karkealla tasolla. Kuitenkin muutokset isoissa materiaaliavirroissa, kuten rakentamisessa ja energiassa, näkyy RMC laskennassa myös käytettäessä kansallista mallia.



**Kuva 5. Raaka-aineiden kulutuksen laskenta.**

#### 4. Alueen ekologinen tuottokyky: alueen biokapasiteetti

Kuten ekologisen jalanjäljen laskennassa, alueen biokapasiteetin laskennassa noudatetaan Global Footprint Networkin laskentaohjeistusta (Borucke ym. 2013). Laskenta on esitetty kaavamaisesti kuvassa 6. Biokapasiteetti ilmaistaan globaalihehtaareina. Biokapasiteetin laskenta on luontevaa toteuttaa ekologisen jalanjäljen laskennan yhteydessä, sillä kertoimet ja tarvittavat lähtötiedot on hankittu siinä yhteydessä.



Kuva 6. Biokapasiteetin laskenta. Kuva Borucke ym. (2013) mukaan.