

**Yrityksen hiilijalanjälki ja sen laskeminen Y-HIILARI-laskurilla**

**Päivitetty marraskuussa 2019 Kestävän liiketoiminnan edistäminen Pohjois-Karjalan kiertobiotaloudessa (KELIPK)-Hankkeessa**

Anniina Kontiokorpi on diplomityössään ”Energia- ja ilmastotoimenpiteiden käynnistäminen pk-yrityksissä” kehittänyt yksinkertaisen laskurin yritysten hiilijalanjäljen laskentaan [1].

Laskuri on päivitetty vuoden 2019 aikana Johanna Niemistön ja Jaakko Karvosen toimesta.

Laskurilla laskettavan yrityksen tai tuotantolaitoksen hiilijalanjäljen rajaus perustuu GHG-protokollan Corporate Accounting and Reporting –standardiin [2]. Siinä huomioidaan standardin mukaiset pakolliset vaikutusalueet (scope) 1 ja 2, ja vaikutusalue 3 on raportoinnin osalta vapaaehtoinen osa.

Vaikutusalueeseen 1 kuuluvat suorat päästöt polttoaineiden kulutuksesta lämmöntuotantoon. Standardin mukaan vaikutusalueeseen 1 kuuluisivat myös päästöt yrityksen omistamista kulkuneuvoista, mutta niitä ei ole huomioitu laskurissa, koska laskurin toiminta haluttiin pitää yksinkertaisena. Mikäli yritys omistaa kulkuneuvoja, voidaan niiden aiheuttamat päästöt laskea mukaan vaikutusalue 1 hiilijalanjälkeen käyttäjän toimesta manuaalisesti. Muussa tapauksessa ne huomioidaan laskurissa vaikutusalueeseen 3.

Vaikutusalueeseen 2 kuuluvat päästöt sähköntuotannosta. Laskurissa on mahdollisuus valita yleis-, ydin-, tuuli-, vesi- ja aurinkosähkön väliltä. Laskurissa käytettävät arvot perustuvat elinkaarinäkökulmaan, eli mikään tuotantomuoto ei ole täysin päästötöntä. Yleissähkö perustuu SYKEn laskemaan vuosien 2013-2015 keskiarvoon [3], joka sisältää myös tuontisähkön. Muut ovat IPCC:n julkaisusta saatavia lukuja [4].

Standardin mukaan vaikutusalue 3 on vapaaehtoinen rajaus yrityksen hiilijalanjäljen osalta. Laskurissa huomioidaan vaikutusalueesta 3 jätehuolto (kierrätys tai poltto), kuljetukset ja liikematkustaminen sekä kuljetuksissa kulutettujen polttoaineiden valmistamisesta aiheutuvat päästöt.

Valitun rajauksen avulla voidaan esittää yrityksen suora ja/tai epäsuora hiilijalanjälki, ja löytää niitä osa-alueita, joihin yritys voi vaikuttaa suoraan itse. Lisäksi voidaan löytää ne osa-alueet, joiden ilmastovaikutusten vähentäminen vaatii alihankintaketjuihin vaikuttamista.

Laskuria varten tulee siis kerätä yrityksen/tuotantolaitoksen vuositasoiset tiedot sähkönkulutuksesta, lämpöenergiantarpeesta (polttoainekohtaisesti), ja vapaaehtoisiksi osa-alueiksi jäävät liikematkat eri kulkuvälineillä ja hotelliyöpymisten määrä, rahtimäärät ja -matkat (tai polttoaineenkulutukset) sekä jätemäärät ja käsittelytavat sekä kuljetusmatkat ja tyhjennyskerrat.

Laskurista haluttiin niin yksinkertainen, että yritykset voivat hyödyntää sitä ilman ulkopuolista apua. Laskuri toimii Excel-taulukkolaskentaohjelmassa ja siinä on seuraavat välilehdet:

* Ohje,
* Hiilijalanjälki (joka summaa jäljemmät välilehdet),
* Sähkönkulutus,
* Lämpöenergiankulutus,
* Kuljetukset,
* Jätehuolto,
* Liikematkustaminen, ja
* Päästökertoimet.

Tavarankuljetuksia voi laskea pakettiautolle (kokonaismassa/max rahti na/1,2 t) jakelukuorma-autoille (6 t/ 3.5 t ja 15 t/ 9 t), puoliperävaunuyhdistelmille (40 t/ 25 t) ja täysperävaunullisille yhdistelmille (60 t/ 40 t ja 76 t/ 51 t). Lisäksi on mahdollista laskea laivarahti 1000 ja 2000 TEU aluksilla, junakuljetukset dieselillä ja sähköllä toimivilla tavarajunilla ja lentorahdit eri etäisyyksille. Päästöjä laskettaessa käytetään pääasiassa rahdin painoa ja kuljetusmatkaa (tonnit \* km = kuljetuksen tonnikilometrit), mutta maantiekuljetusten osalta on kuitenkin mahdollistettu myös suoraan polttoaineen (diesel) kulutusperusteinen laskentatapa. Tämä on usein helppo tapa yrityksille, joilla on omaa kuljetuskalustoa. Maantierahtikuljetusten osalta tonnikilometrejä käytettäessä laskuri toimii dynaamisesti siltä osin, että rahdin massa lisää polttoaineen kulutusta ajoneuvokilometriä kohden (lähde 6, tyhjän ja täyden erotuksen kautta lineaarisella mallilla laskettu). Lentoliikenteen päästöjen osalta on käytetty Finnairin päästölaskuria [5], ja muiden kuljetusmuotojen päästöt on laskettu VTT:n LIPASTO-tietokannan mukaisesti [6] vuoden 2016 keskimääräisille autokannoille. Polttoaineiden valmistamisen päästöt perustuvat Ecoinvent 3.5 -tietokantaan ReCiPe-keskipistemallinnukselle 100-vuoden yli (midpoint hierarchist) [7].

Metaanin ja dityppioksidin ilmastonlämmitysvaikutusta kuvaavina GWP100-kertoimina käytettiin IPCC:n (2013) mukaisia kertoimia: metaanin (CH4) 28 ja dityppioksidin (N2O) 265 [8]. Niiden avulla voitiin muodostaa tarvittavat hiilidioksidiekvivalentit. Päästökertoimet laskuriin saatiin sähkön osalta. Lämmöntuotannon osalta hyödynnettiin Tilastokeskuksen polttoaineluokitusta [9], josta saatiin päästökertoimet hiilidioksidille nestekaasun, kevyen ja raskaan polttoöljyn, maakaasun, turpeen, puuperäisten ja kasviperäisten polttoaineiden sekä biokaasun osalta.

Biopolttoaineiden poltosta aiheutuvaa hiilidioksidipäästöä ei huomioida kasvihuonekaasuinventaariossa, vaan sitä seurataan erillään muista päästöistä, koska Corporate Accounting and Reporting -standardin perusteella biopolttoaineiden aiheuttama hiilidioksidipäästö nähdään osana luonnollista hiilenkiertoa. Koska Tilastokeskuksen polttoaineluokituksessa on päästökerroin vain hiilidioksidille, käytettiin metaanin ja dityppioksidin päästökertoimien lähteenä VTT:n vuonna 2016 julkaisemaa tutkimusta [10], josta päästökertoimet saatiin edellä mainituille polttoaineille lukuun ottamatta neste- ja maakaasua. Laskuri huomioi biopolttoaineiden poltosta muodostuvan metaanin ja dityppioksidin päästöt mukaan hiilijalanjälkeen.

Jätehuollon osalta laskurissa huomioidaan useita kierrätettäviä ja poltettavia jätelajeja kuljetuksineen. Päästökertoimet kierrätyskäsittelylle saatiin ecoinventin tietokannoista[7]. Polton päästökertoimina käytettiin Tilastokeskuksen polttoainekertoimia [9]. Jätekuljetuksien päästökerroin on VTT:n LIPASTO-tietokannan [6] mukainen päästö 17.5 tonnin kuormalla kulkevalle puoliperävaunulliselle rekalle katuajossa.

Liikematkustamisen osalta päästökertoimet saatiin VTT:n LIPASTO-tietokannasta [6], paitsi lentojen päästölaskennassa käytettiin Finnairin [5] laskuria. Kotimaan lentojen oletettiin tapahtuvan potkuriturbiinilla varustetulla lentokoneella ja Euroopan sekä kaukolentojen suihkuturbiinilla. Laskurin reitteinä olivat Helsinki-Joensuu, Helsinki-Oulu, Helsinki-Pariisi ja Helsinki-Tokio. Henkilöautoilun (bensiini ja diesel) oletettiin muodostuvan 73 % maantieajosta ja 27 % katuajosta ja taksiautoilussa käytettiin taajama- ja katuajoa (diesel) käyttäen v. 2016 keskiarvoa. Linja-autokilometrien osalta käytettiin myös v. 2016 keskiarvoa ja oletettiin matkustuksen tapahtuvan kaupunkilinja-autolla, jossa on 18 matkustajaa. Junamatkojen oletettiin tapahtuvan sähköisellä Intercity- tai Pendolino-junalla, ja laskennassa käytettiin niiden keskimääräistä sähkönkulutusta kertoen se Motivan [11] päästökertoimella. Hotelliyöpymisen aiheuttama kasvihuonekaasupäästö saatiin tutkimuksesta Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla [12]. Hotelliyöpymisen oletushinta on 80 euroa/vrk.

Lähteet:

[1] Kontiokorpi Leea Anniina. 2011. Energia-ja ilmastotoimenpiteiden käynnistäminen pk-yrityksissä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa:

<http://www.doria.fi/handle/10024/69993>

[2] WRI & WBCSD. 2004. A Corporate Accounting and Reporting Standard [verkkojulkaisu].

The Greenhouse Gas Protocol Initiative. 112 s. [viitattu 12.1.2011]. Saatavissa:

<http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>. ISBN 1-56973-568-9.

[3] Suomen ympäristökeskus. 2011. Suomen sähkönhankinnan päästöt elinkaarilaskelmissa

[verkkojulkaisu]. [viitattu 13.11.2019]. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\_ja\_tuotanto/Resurssitehokkuus/Elinkaariajattelu/Sahkonhankinnan\_paastot

[4] IPCC 2014. Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. [verkkojulkaisu]. [viitattu 13.11.2019] https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\_wg3\_ar5\_annex-iii.pdf

[5] Finnairin päästölaskuri [verkkojulkaisu]. [viitattu 13.11.2019] https://www.finnair.com/fi/fi/emissions-calculator

[6] VTT 2017. Lipasto yksikköpäästötiedot vuodelta 2017. [verkkojulkaisu] [viitattu 4.11.2019] Saatavilla: http://lipasto.vtt.fi/

[7] Ecoinvent 3.5. Verkkoresurssi: https://www.ecoinvent.org/database/database.html

[8] IPPC 2013: IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013, Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, 2013. Saatavilla osoitteesta: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\_Chapter08\_FINAL.pdf (p. 73-79). GWP100 arvot ovat “without inclusion of climate–carbon feedbacks (cc fb)”.

[9] Tilastokeskus. 2019. Polttoaineluokitus 2019. Saatavilla osoitteesta [verkkojulkaisu] [viitattu 10.11.2019] https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\_polttoaineluokitus.html

[10] VTT. 2006. Dityppioksidin (N20) ja metaanin (CH4) päästökertoimia Suomen voimalaitoksille,

lämpökeskuksille ja pienpoltolle [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.11.2019]. Saatavissa:

[http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W43.pdf. ISBN 951-38-6595-9](http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W43.pdf.%20ISBN%20951-38-6595-9).

[[11] Motivan päästökertoimet: [verkkojulkaisu] [viitattu 4.11.2019] saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto\_suomessa/co2-laskentaohje\_energiankulutuksen\_hiilidioksidipaastojen\_laskentaan/co2-paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet)

[12] Seppälä Jyri, Mäenpää Ilmo, Koskela Sirkka, Mattila Tuomas, Nissinen Ari, Katajajuuri

Juha-Matti, Härmä Tiina, Korhonen Marja-Riitta, Saarinen Merja & Virtanen Yrjö. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla [verkkojulkaisu]. 134 s. [viitattu 3.6.2011]. Saatavissa:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38010/SY20\_2009\_Suomen\_kansantalouden\_materiaalivirtojen.pdf?sequence=1&isAllowed=y. ISBN 978-952-11-3460-9 (PDF).