



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Merja Mäkipelkola ja Joni Viitala

Ympäristöjalanjäljen laskentamenetelmät elintarviketeollisuudessa

Kirjallisuuskatsaus
Syksy 2022

Ilmastokestävät elintarvikeprosessit A78255

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



ISBN 978-952-7317-87-7



SISÄLTÖ

SISÄLTÖ	1
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	2
1 JOHDANTO	3
2 YMPÄRISTÖJALANJÄLKI.....	4
3 KÄYTÖSSÄ OLEVIEEN LASKENTAMENETELMIEN TUNNISTUS	7
4 LASKENTAMENETELMIEN VERTAILU TEOLLISUUDEN ALOILLA	8
5 LASKENTAMENETELMIEN KEHITTÄMISKOHTEET	10
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	11
LÄHTEET	12

Käytetyt termit ja lyhenteet

CO₂-ekvivalentti	Hiilidioksidiekvivalentti, joka kuvaa ihmisen tuottamien, ilmastoa lämmittävien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta.
Elinkaari	Tuotteen tai palvelun koko käyttöaika sen tuottamisesta käytöstä poistamiseen.
LCA	Life Cycle Assessment, eli elinkaariarviointi.
PEFCR	Tuoteryhmäsäännöt, joilla voidaan tehdä tietyille tuotteille laskennan vertailua tuotekilpailutustilanteessa.
PEF-laskenta	Product Environmental Footprint, tuotteen ympäristöjalanjälkilaskenta. Perustuu elinkaarenarviointimenetelmään, joka sisältää 16 tärkeintä ympäristövaikutusluokkaa.
Päästökerroinpankki	Tietopankki, joka koostuu tietyn toimijan koostamista / laskemista päästökertoimista. Tällaista pankkia pystytään hyödyntämään elinkaariarviointilaskentamenetelmän tiedonlähteenä. Päästökerroinpankkia valitessa on tärkeää tutustua mitä lähtötietoja päästökertoimen laskentaan on käytetty.
SFS-EN ISO 14044: -06	Käsittelee ympäristöasioiden hallintaa, elinkaariarvioinnin (LCA) periaatteita ja pääpiirteitä. Ohjaa elinkaariarvioinnin laskennan kriteerejä ja määrittää elinkaareen vaikuttavia tekijöitä.
SFS-EN ISO 14067: -18	Sisältää kasvihuonekaasujen määritelmät, sekä hiilijalanjäljen laskentaa koskevia vaatimuksia, määrittelyjä ja ohjeita.
Viherpesu	Katteeton tai harhaanjohtava ympäristöväite.
Ympäristöjalanjälki	Määrittelee tuotteen elinkaaren tärkeimmät vaikutusluokat ympäristöön. Ympäristöjalanjälki pystytään määrittämään laskemalla käyttäen apuna PEF-laskentamenetelmää.

1 JOHDANTO

Maailman ympäristötietoisuus ja kuluttajakäyttäytyminen muuttuvat jatkuvasti vastuullisempaan ja kestävämpään suuntaan. Muutospaine luo alakohtaisesti uusia innovaatioita päästöjen vähentämisen ja hallinnan osalta. Vuonna 2020 maailmanlaajuisesti levinnyt koronapandemia pienensi yleisesti suomalaisten kotitalouksien hiilijalanjälkeä, mutta elintarvikkeiden kotikulutuksen kasvu nousi eläin- ja kasvipäristötuotteiden hiilijalanjäljen osalta yhteensä yli 800 000 CO₂-ekvivalenttitonilla (Savolainen & Heikkinen, 2022). Kokonaisuudessaan elintarvikkeet aiheuttivat kotitalouksien päästöistä noin viidesosan. Ravintolalalla hiilijalanjälki taas laski sulkutoimien takia. Pandemian ja Euroopassa alkaneen sota-tilan vuoksi huoltovarmuuden merkitys on korostunut entisestään ja lisää kotimaisen elintarviketeollisuuden tarvetta. Elintarviketeollisuuden täytyy pystyä vastaamaan tähän myös investoimalla ilmastotoimiin Hiilineutraali Suomi 2035 -pyrkimysten mukaisesti. Tässä työssä voidaan käyttää apuna ympäristöjalanjälkilaskentaa.

2 YMPÄRISTÖJALANJÄLKI

Tuotteen ympäristöjalanjälki, eli PEF (Product Environmental Footprint) ilmoittaa tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset sen koko elinkaaren ajalta (Manfredi ym., 2012). PEF:n tavoitteena on arvioida, näyttää ja benchmarkata ympäristösuorituskykyä tuotteille, palveluille ja yrityksille niiden elinkaaren aikana sisältäen kaikki vaiheet raaka-aineiden hankinnasta prosesseihin, levitykseen, käyttöön ja hävittämiseen. Samalla se huomioi ympäristö- ja terveysvaikutukset ja raaka-aineisiin liittyvät uhat. PEF-menetelmä perustuu erityisesti elinkaariarvioinnin ISO-standardeihin 14044:2006 ja 14067:2012. Laskentaa varten joillekin tuoteryhmille on tehty myös erillinen PEFCR (Product Environmental Footprint Category Rules), eli tuoteryhmäsääntö, jolloin pyritään kasvattamaan laskennan toistettavuutta, yhtenäisyyttä ja relevanssia tuotekilpailutilanteissa.

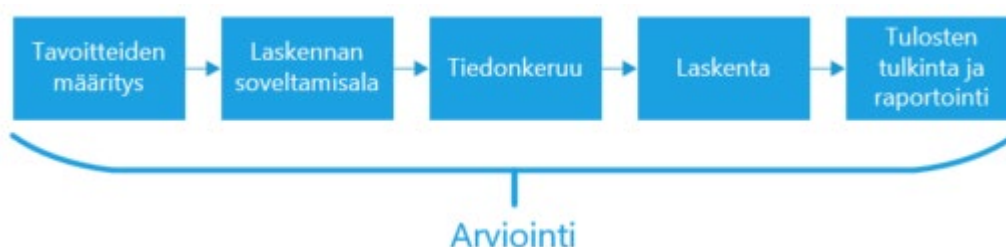
PEF-laskenta alkaa laskennan tavoitteiden määrittämisellä, jolloin varmistetaan tutkimuksen päämääristä, metodeista, tuloksista, käyttötarkoituksista ja näkemyksistä (Manfredi ym., 2012). Tämän jälkeen määritetään laskennan soveltamisala, jossa valitaan arvioitavat järjestelmät ja siihen liittyvät analyyttiset tekniset tiedot. Seuraavaksi kerätään tiedot resursien käytöistä ja päästöistä. Ympäristöjalanjäljen vaikutuksen laskeminen on monimutkainen ja moniulotteinen laskentaprosessi, jossa pyritään huomioimaan kuusitoista tärkeintä vaikutusluokkaa.

Euroopan Komission (2013, s. 22) mukaan näitä vaikutusluokkia ovat:

1. ilmastonmuutos
2. otsonikato
3. ekotoksisuus makeassa vedessä
4. myrkyllisyys ihmiselle – syöpää aiheuttavat vaikutukset
5. myrkyllisyys ihmiselle – muuta kuin syöpää aiheuttavat vaikutukset
6. hiukkaset / hengitettävät epäorgaaniset hiukkaset
7. ionisoivan säteily – vaikutukset ihmisten terveyteen
8. otsonin valokemiallinen muodostuminen
9. happamoituminen
10. rehevöityminen maalla

11. rehevöityminen makeassa vedessä
12. rehevöityminen merivedessä
13. luonnonvarojen ehtyminen – vesi
14. luonnonvarojen ehtyminen – mineraalit
15. luonnonvarojen ehtyminen – fossiiliset luonnonvarat
16. maankäytön muutokset.

Tiedonkeruun jälkeen suoritetaan ympäristöjalanjäljen vaikutusarviointi laskemalla, sekä tehdään tulosten tulkinnat ja raportointi (Manfredi ym., 2012). Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi laskennalle tehdään vielä ulkopuolinen arviointi, jos tuloksia aiotaan käyttää muussa, kuin omassa tarkoituksessa.



Kuvio 1. PEF-laskennan kulku.

PEF-laskennan (Kuvio 1) tuloksia pystytään hyödyntämään yrityksen sisäisissä asioissa ympäristöasioiden hallinnassa, parantamisessa ja jäljityksessä sekä ympäristöongelmien havaitsemisessa ja kustannussäästöissä (Manfredi ym., 2012). Ulkoisia vaikutuskeinoja ovat asiakas- ja kuluttajavaatimukset, markkinointi, ympäristömerkinnät, tuotannon ekosuunnittelu, vihreät hankinnat sekä Euroopan Unionin alueen ympäristösäädösten vaatimukset. Lisäksi benchmarkkaamisen avulla pystyttäisiin tekemään tuotevertailua samankaltaisin menetelmin toteutettuna. Tässä kaikessa on huomioitava PEF-laskennan merkityksellisyys, johdonmukaisuus, tarkkuus, läpinäkyvyys sekä kaiken mahdollisen huomioon ottaminen.

Suomen Standardisoimisliiton (SFS-EN ISO, 14044:2006 + A1:2020, s.15) mukaan, päällekkäisen laskennan välttämiseksi laskentamenetelmien tulee olla täysin läpinäkyviä. Standardien vaatimusmäärittelyiden raameissa laskentamenetelmiä kehitetään ympäri Eurooppaa luotettavimpiin ja entistä tarkempiin laskentatuloksiin. Ideaalitulanteessa tulokset

olisivat täysin vertailukelpoisia keskenään. Valitettavasti erilaisten laskentamenetelmien tulokset ovat hyvin erilaisia, eivätkä näin ollen ole täysin vertailukelpoisia.

Ympäristöjalanjäljen laskemista tekevät yritykset tarjoavat samassa yhteydessä yleensä mahdollisuutta hiilikompensaatioon, eli päästökauppaan. Yritys pystyy hyvittämään tuotteiden elinkaaren aikana syntyneet vaikutukset ostamalla päästökompensaatiota ulkopuoliselta toimijalta (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, 2021, s. 74). Palvelua tuottava yritys kompensoi päästöjä esimerkiksi puita istuttamalla tai osallistumalla muilla keinoilla hiilensidontaan ilmakehästä. Kompensoivalla yrityksellä pitää olla päästöoikeudet tällaisen toiminnan harjoittamiseksi (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, 2021, s. 74)

3 KÄYTÖSSÄ OLEVIENTEN LASKENTAMENETELMIEN TUNNISTUS

Laskentamenetelmät ja tulokset eroavat toisistaan, sillä laskentamenetelmien tarkoituksellat, kohdeyleisö ja käyttötarkoitukset ovat erilaisia. Lisäksi laskennantekijän näkemys laskennan ajanjaksosta, huomioitavista ja painotettavista asioista vaikuttavat laskentamenetelmän luotettavuuteen. (Helsingin kaupunki, 2022, s. 11) Yhtenäisen ja vertailukelpoisen laskentakulttuurin edellytyksenä on yhteneväisesti määriteltyjen päästökerrointen käyttö, sekä läpinäkyvät laskentaprosessit.

Teollisuuden aloilla yleisesti käytössä olevia laskentamalleja tarjoavat SimaPro, Umberto LCA+, OpenLCA ja lukuisat muut laskentaan perehtyneet yritykset. Käyttäjystävällisen OpenLCA:n peruskäyttö on ilmaista ja pohjautuu maailmalla tehtyihin laskentoihin sekä esimerkiksi Ecoinventin päästökerroinpankkeihin. SimaPro on tällä hetkellä maailman johtavin LCA-laskennan tekijä teollisuudessa, jolla pystytään tarkastelemaan helposti yksikköprosesseittain laskentamenetelmän rakennetta (Environmental life cycle assessment, 2016, s. 178). SimaPro käyttää osittain myös Ecoinventin päästökerroinpankkeja oman laskentamenetelmänsä tukena (Ecoinvent. Software tools). Umberto LCA+ on kaikilla teollisuuden aloilla käytössä oleva ympäristöjalanjäljen laskuri, jonka kehitys ja laskentatoimet sijaitsevat Saksassa (iPoint, 2022). Erilaisiin laskentamenetelmiin suuntautuneita laskentamenetelmiä löytyy hyvin paljon, mutta käyttötarkoituksessa ja päästökertoimien soveltavuudessa laskennantekijän on oltava tarkkana.

4 LASKENTAMENETELMIEN VERTAILU TEOLLISUUDEN ALOILLA

Tärkeimpiä tarkastelun kohteita elintarvikealan tuotteiden elinkaariarvioinnissa ovat ilma-kehään pääsevät hiilidioksidipäästöt, vesijalanjälki (sisältäen rehevöitymisen, luonnonvarojen ehtymisen ja ekotoksisuuden makeassa vedessä), maankäytönmuutokset sekä fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen. Niistä muodostuvat elinkaariarvioinnin suurimmat huomioidtavat vaikutusalueet laskentamenetelmissä. Kuitenkin mahdollisimman kattavilla raaka-aineiden lähtötiedoilla ja tietokannoilla varustetuilla laskentamenetelmillä päästään parhaaseen mahdolliseen tulokseen. Menetelmien ja niiden tarjoajien moninaisuus voi asettaa yrityksen hankalaan asemaan, sillä on hankala tietää mitä menetelmää kannattaa käyttää ja miten valikoida oikea päästökerroinpankki menetelmän tueksi. Onneksi laskentamenetelmistä on tarjolla paljon tietoa, joten aiheeseen perehtyminen auttaa yrityksiä eteenpäin laskennan aloituksen kanssa. Lisäksi konsultointia on mahdollista ostaa laskentaan erikoistuneilta yrityksiltä.

Elintarviketeollisuuden käyttämiä laskentamenetelmiä ja tietokantoja ovat SimaPro, Eaternity, Agri-footprint, CCaLC2, Ecoinvent ja OpenLCA. Nämä laskentamenetelmät ovat suuntautuneet elintarvikkeiden elinkaariarviointiin huomioiden erityisesti alkutuotannon vaikutuksen päästökertoimien kautta elintarvikkeisiin. Ecoinvent on maksullinen ja todella laajassa käytössä oleva tietokanta elintarvikkeiden elinkaariarviointiin, jota pystytään käyttämään suurimmassa osassa laskentamenetelmiä. Eaternity pyrkii välittämään kuluttajalle asti näkyvän laskentamenetelmän, jota hyödyntäen palvelua tarjoava yritys pyrkii luomaan kestävämmän tulevaisuuden elintarvikkeisiin vuoteen 2030 mennessä (Eaternity, 2020). Maatalouteen painottuva Agri-footprint tarjoaa käyttäjälleen laajasti käytössä olevan maksullisen päästökerroinpankin ja isot elintarvikealan toimijat hyödyntävät tämän toimijan tarjoamaa päästökerroinpankkia (Blonk Sustainability, 2021). CCaLC2 toimii Windowsin kanssa yhteistyössä hyödyntäen laskentamenetelmänsä tukena Ecoinventin päästökerroinpankkia (Carbon Calculations over the Life Cycle of Industrial Activities, 2022).

Monet menetelmistä hyödyntävät valmiita tietopankkeja, tai vaihtoehtoisesti antavat käyttäjän tuoda valmiin päästökertoimen laskentamenetelmän pohjaksi. Monet valmiita laskentatoja tarjoavat yritykset hyödyntävät olemassa olevia laskureita tai vaihtoehtoisesti ovat tehneet oman sovelluspohjan elinkaariarvioinnin tueksi. Esimerkkejä alalla toimivista

suomalaisista yrityksistä ovat Biocode, Clonet, Ecobio ja LCA Consulting. Luonnonvarakeskus tarjoaa elinkaariarviointia ja hiilijalanjälkilaskentapalveluita esimerkiksi EcoModules -palvelussaan. Hanketyössä elintarvikkeiden ympäristöjalanjäljen parissa ovat Luonnonvarakeskuksen lisäksi toimineet esimerkiksi Suomen ympäristökeskus ja useat eri koulutus-toimijat sekä tutkimus-, kehittämis- ja innovointitoimijat. Esimerkiksi Seinäjoen Ammattikorkeakoulu oli mukana toteuttamassa Viisi vaikuttavaa teknologia-askelta elintarvikealan pk-yrityksissä -hanketta, jossa luotiin pk-yrityksille malli oman tuotantonsa kehittämiseen askel askeleelta (Leino & Tommiska, 2019). Elinkaariarvioinnin kannalta tässä nousevat erityisesti ensimmäinen askel tuotannon ja toimintojen analyysistä kustannustehokkuuden ja toiminnan virtaviivaistamisen kehittämisessä sekä neljäs askel energiatehokkuuden parantamisessa.

Muilla teollisuuden aloilla olevat laskentamenetelmät ovat hyvin erityyppisiä, johtuen alkutuotannon pois jäämisestä. Kun mietitään ei-syötäviä raaka-aineita, kuten rautaa tai muoveja, muuttuvat prosessit helpommiksi. Alkutuotannon laaja-alaisuus on kulmakohdana elintarvikkeiden elinkaariarvioinnissa, sillä elintarvikkeiden raaka-aineiden päästöt riippuvat ja vaihtelevat äärimmäisen paljon sen mukaan, missä ne ovat tuotettuja. Samoja laskentamenetelmiä hyödynnetään silti muillakin teollisuuden aloilla. Tällaisia menetelmiä ovat muun muassa Simapro, Ecoinvent ja OpenLCA, jotka ovat laajojen päästökerroinpankkiensa takia käytössä laaja-alaisemmin.

Kotimaassa kaikilla teollisuuden aloilla toimiva laskentamenetelmä on Keskuskauppakamarin tarjoama laskentatyökalu, johon sitoutumalla yritys pyrkii tulevaisuudessa vähentämään päästöjä konkreettisin toimenpitein (Keskuskauppakamari, 2021). Rakennusten ja infrastruktuurin johtava laskentamenetelmänä toimii OneClickLCA, jota käyttämällä laskija saa tuloksia maailman suurimman rakennuspäästökerroinpankin pohjalta (OneClickLCA, 2022). Monille teollisuuden aloille menetelmää tarjoava Gabi Sphera pyrkii menetelmälään tekemään laskennasta käyttäjälähtöisempää (Gabi Software, 2021). Hiilijalan- ja -kädenjäljen laskentamenetelmää tarjoaa Climfactor kaikille teollisuuden aloille (Climfactor, 2022). Kaikille teollisuuden aloille kasvihuonekaasujen päästölaskentamenetelmää tarjoaa ilmaiseksi GHG Emissions Calculation excel-työkalu, jota hyödyntämällä yritys voi havainnollistaa omien tuotteidensa elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä (Greenhouse Gas Protocol, 2021).

5 LASKENTAMENETELMIEN KEHITTÄMISKOHTEET

Elinkaariarviointimenetelmien ongelmat piilevät niiden heikkoudessa tunnistaa menetelmien kehittämiskohteita, sekä arvioinnin aikana tapahtuneita vääristymiä (Environmental life cycle assessment, 2016, s. 2). Tiettyihin laskentamenetelmiin on kohdistunut huomattava määrä kritiikkiä niiden painottamien arviointikohtien ja kyseenalaisten päästökertoimien käytön myötä. Tällaiset laskentamenetelmät johtavat yksittäisten yritysten etulyöntiaseman saavuttamiseen sekä ympäristönäkökulmien vääristymiseen (Environmental life cycle assessment, 2016, s. 2). On tärkeää pyrkiä kehittämään menetelmiä kestäväan suuntaan huomioimalla validien päästökertoimien käyttö, sekä menetelmien kehittäminen luotettavampaan suuntaan. Tällä varmistetaan, ettei kuluttajaa johdeta harhaan virheellisillä ympäristöväittämillä ja viherpesulla, vaan annetaan oikeaa tietoa läpinäkyvällä tutkimukseen pohjautuvalla laskennalla.

PEF-menetelmän tavoitteena on ollut harmonisoida laskentaa yhtenäisemmäksi, jolloin laskennat voisivat olla toisiinsa verrattavaa (Finkbeiner, 2013, s. 266). Yhtenäistä harmonisoitua laskentamenetelmää ei ole kuitenkaan vielä onnistuttu saamaan. Finkbeiner (2013, s. 267) on kritisoinut menetelmää sen tuomasta uudesta lisätermistöstä, painotukseen perustuvien vertailevien väitteiden käytön mahdollistamisesta sekä joistain raportointivaatimusten puutteista, joita ISO:14044 -standardissa vaaditaan. Zampori ja Pant (2019) ovat vastanneet näihin haasteisiin ja tehneet päivitysesityksen PEF-menetelmän kehittämisestä pilotointivaiheesta saadun tiedon perusteella tällä hetkellä meneillään olevaan siirtävävaiheeseen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Laskentamenetelmien maksullisuus ja kilpailutus ohjaa käyttäjäkuntaa resurssien mukaisesti käyttämään eri menetelmiä. Suuremmilla yrityksillä on mahdollisuus ostaa laskennat tuotteidensa elinkaarille ulkopuoliselta taholta, tai mahdollisesti panostaa itse maksullisten laskentamenetelmien avulla elinkaariarvioinnin tekemiseen. Mikro- ja pk-yritykset, joilla ei välttämättä ole pääomaa, aikaa tai resursseja panostaa elinkaariarviointeihin, kärsivät isompien yritysten mennessä rahalla ja resursseilla ohituskaistalta ohitse. Tärkeää tulevaisuudessa olisikin yhtenäistää laskentamenetelmien käyttöä, sekä tuoda samanlaisia mahdollisuuksia laskennan tekemiseen riippumatta siitä minkä kokoinen yritys on, sillä suurin kasvupotentiaali taloudellisesti koostuu mikro- ja pk-yritysten innovaatioista ja tuottavuuden kasvusta (Leino & Tommiska, 2019). Tulevaisuudessa laskentamenetelmien kehittämisen, mallintamisen ja laskennan tulisi olla entistä läpinäkyvämpiä ja selkeälinjaisempia prosesseja toteuttaa kaikkialla yhtenäisellä ja vertailtavalla laskentatavalla, jota myös mikro- ja pk-yritykset pystyisivät toteuttamaan itsenäisesti toimintansa kehittämiseksi.

LÄHTEET

- Blonk Sustainability. (2021). *Agri-foodprint*. <https://blonksustainability.nl/tools/agri-footprint>
- Carbon Calculations over the Life Cycle of Industrial Activities. (2022). *CCaLC2 for Windows Carbon Footprinting tool*. <http://www.ccalc.org.uk/ccalc2.php>
- Climpactor. (2022). *Laske hiilijalanjälkesi ja hiilikädenjälkesi*. <https://climpactor.fi/>
- Eaternity. (2020). *Accelerating a Sustainable Food Future*. <https://eaternity.org/>
- Ecoinvent. *Software tools*. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-association/software-tools/>
- Euroopan Komissio. (9.4.2013). *EUR-Lex: Komission suositus yhteisten menetelmien käyttämisestä tuotteiden ja organisaatioiden elinkaaren ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja siitä tiedottamiseen (2013/179/EU)*. Euroopan unionin virallinen lehti. <http://data.europa.eu/eli/reco/2013/179/oj>
- Finkbeiner, M. (17.12.2013). *Product environmental footprint—breakthrough or breakdown for policy implementation of life cycle assessment? The international journal of life cycle assessment*, 19, 266–271. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0678-x>
- Gabi Software. (2021). *Sphera*. <https://gabi.sphera.com/international/index/>
- Greenhouse Gas Protocol. (2021). *The GHG Emissions Calculation Tool*. <https://ghgprotocol.org/ghg-emissions-calculation-tool>
- Hildén, M., Auvinen, K., Berninger, K., Björklund, M., Ekholm, T., Ekroos, A., Huttunen, S., Hyytiäinen, K., Kokko, K., Lähteenmäki-Uutelala, A., Mehling, M., Perrels, A., Seppälä, J., Soimakallio, S., Tikkakoski, P., Toivonen, E., & Tynkkynen, O. (2021). *Mahdollisuudet vahvistaa ilmastolakia uusilla keinoilla* (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021: 5). Valtioneuvosto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-045-5>
- Huomo, R., Juvonen, H-M., Petäjäniemi, K., Herzon, M., & Turula, S. (2022). *Hiilijalanjäljen soveltaminen julkisissa hankinnoissa: Selvitys laskentamenetelmien kehitystyöstä rakentamisessa ja ruokahankinnoissa (Helsingin Kaupungin selvitys)*. Helsingin Kaupunki. https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/ilmastoteot/hankkeet/canemure/canemure_raportti0703_3.pdf
- iPoint. *Umberto LCA+*. (2022). <https://www.ifu.com/umberto/lca-software/>
- Keskuskaupakamari. (2021). *Ilmastositoumus*. <https://kauppakamari.fi/palvelut/ilmastositoumus/>

- Leino, M., & Tommiska, J. (2019). *Viisi vaikuttavaa teknologia-askelta elintarvikealan pk-yrityksissä* (Satakunnan ammattikorkeakoulu Sarja B, Raportit 14/2019). Satakunnan ammattikorkeakoulu. <https://www.5vta.fi/>
- Manfredi, S., Allacker, K., Chomkhamsri, N. P., Pelletier, N., & Maia de Souza, D. (17.7.2012). *Product Environmental Footprint (PEF) Guide*. European Commission. <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>
- OneClickLCA. (2022). *Laske elinkaarivaikutuksesi minuuteissa*. https://www.oneclick-lca.com/fi/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=FI%202020%20Search&qclid=EAlaIqobChMlw4SipNCv-AIVEQSiAx2AqQrYEAAYASAAEgIPK_D_BwE
- Savolainen, H., & Heikkinen, M. (6.4.2022). *Ymparisto: Koronapandemia laski Suomen kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälkeä. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu*. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Koronapandemia_laski_Suomen_kotitalouksi\(62832\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Koronapandemia_laski_Suomen_kotitalouksi(62832))
- Shaked, S., Crettaz, P., Saade-Sbeih, M., Jolliet, O., & Jolliet, A. (2016). *Environmental life cycle assessment*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19138>
- Suikkanen, J., & Nissinen, A. (2020). *Tuotteiden ympäristöjalanjälkimenetelmä PEF: Käyttö julkisten hankintojen ilmastovaikutusten arvioinnissa (Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15 | 2020)*. Suomen ympäristökeskus. <http://hdl.handle.net/10138/314109>
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2006). *Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet: Environmental management Life cycle assessment. Principles and framework (SFS 14040: 2006)*.
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2018). *Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet: Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification (SFS 14067: 2018+A1:2020)*.
- Zampori, L., & Pant, R. (2019). *Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method*. European Commission. <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>