

Työkalu broilerituotantotilojen hiilijalanjäljen hallintaan

Samu Palander¹, Beata Taijala² ja Henri Teittinen³

¹Seinäjoen ammattikorkeakoulu, PL 412, 60101 Seinäjoki,

²Seinäjoen ammattikorkeakoulu, PL 412, 60101 Seinäjoki, beata.taijala@seamk.fi

³Itä-Suomen yliopisto, PL 1627 70211 Kuopio, henri.teittinen@uef.fi

e-mail: samu.palander@seamk.fi

Ruoantuotantoon liittyvät mahdollisuudet Suomen kokonaishiilipäästöihin vaikuttamiseen ovat rajalliset. Maatalouden osuus valtakunnallisista hiilipäästöistä (global warming potential –suhteutettuina kaasuna, joista osa ei liity kemiallisesti hiileen) on yleisten tulkintojen mukaan noin kymmenen prosenttia. Hiilipäästökustelussa on kuitenkin kiinnitetty paljon huomiota kotieläintuotteisiin ja niiden osuuteen tuotannossa tai ravinnossa. Elintarviketeollisuuden toimijat ovat julkistaneet viime vuosina maidontuotantoon ja lihantuotantoon liittyviä, selkeästi mielikuvaa parantamaan tarkoitettuja hankkeita hiilipäästöjen laskemiseksi ja alentamiseksi. Broilerituotannossa rehunmuutosuhde ja sitä kautta ekologinen tehokkuus verrattuna muuhun kotieläintuotantoon on hyvä, vaikkakin tuotanto edellyttää suhteellisen arvokkaita rehuja. Lisäksi kanalintujen ruoansulatuksen metaanipäästöjä voidaan pitää merkityksettömän pieninä. Broilerituotannossa on lisäksi mahdollisuuksien mukaan pyritty etsimään uusiakin ratkaisuja rehuvalinnoissa ja lämmitysenergiassa, ja näillä voidaan hiilijalanjälkeen tai ylipäänsä ympäristökuormitukseen vaikuttaa. Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille –hankkeessa on kehitetty tilatason työkalua näiden valintojen merkityksen arviointiin tai seurantaan. Tarkastelu rajattiin tässä tuotantopolven broilerien kasvatukseen. Taustaineistona on hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen raportteja tai muita valtakunnallisia tiedon tuottajatahoja, kuten Motivaa tai Lipasto-tietokantaa. Hiilijalanjälkilaskureissa on aina haasteena laskennan rajaamisen ja yleistettävyyden ongelma. Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli (IPCC) on julkaissut joitakin laskentaperiaatteita, joita broileritilojen hiilijalanjälkilaskurissakin on hyödynnetty. Vaikka tavoitteena on ennen muuta tilatason valintojen vaikutuksen demonstroiminen, on kuitenkin pyritty yleisestikin vertailukelpoisia tuloksia antavaan laskentaan. Laskennassa on kuitenkin tehty joitakin tarkoituksellisia yksinkertaistuksia vertailukelpoisuuden parantamiseksi nimenomaisesti kehitystyössä mukana olevan yrityksen muussa yhteydessä laskettuihin tuloksiin. Laskurissa päädyttiin huomioimaan sähkö, lämmitysenergia ja muu energiankulutus, rehut, kuivikkeet sekä lannan käsittely ja varastointi suhteutettuina tuotettua ruhokiloa kohti. Laskurin testaaminen hankkeen yhteistyö- ja kohdetiloilla on mahdollistanut merkittävimpien päästölähteiden (rehu, energia) tunnistamisen sekä laskurin muokkaamisen käytettävyydeltään ja informatiivisuudeltaan tarkoituksenmukaiseksi. Laskentaa voidaan myös verrata muihin jossain määrin vertailukelpoisiin laskureihin ja niiden antamiin tuloksiin.

Avainsanat: ilmastonsuojelu, lihantuotanto, laskentamenetelmät, rehut, energia

Johdanto

Maatalouden osuus Suomen hiilipäästöistä (ns. global warming potential -suhteutettuina kaasuna, joissa siis hiilidioksidia tehokkaammilla kasvihuonekaasuilla on omat kertoimensa) on noin kymmenen prosenttia (Suomen virallinen tilasto 2019). Kun ruoantuotanto vielä tyypillisesti nähdään välttämättömyytenä, jonka supistaminen ei tule kyseeseen, ovat ruokaan liittyvät mahdollisuudet kokonaishiilipäästöihin vaikuttamiseen rajalliset. Erityinen huomio ruoan hiilijalanjäljessä on kuitenkin kiinnitetty kotieläintuotteisiin ja niiden osuuteen tuotannossa tai ravinnossa. Maidontuotantoon ja lihantuotantoon liittyviä, selkeästi mielikuvaa parantamaan tarkoitettuja hankkeita hiilipäästöjen laskemiseksi ja alentamiseksi onkin julkistettu viime vuosina (Valio 2018, HKScan 2020).

Lihantuotannon merkitys ruoan hiilijalanjäljessä korostuu kahta kautta. Koska eläin on viljeltyihin rehuksveihin verrattuna seuraavan trofiatason tuote, eikä muuntuminen voi luonnollisesti tapahtua ilman muuntumistappiota (lähtökohtaisesti ekologinen tehokkuus eli muuntamisen hyötysuhde < 1), kuluu eläintuotannossa väistämättä kasviperäisen rehun biomassaa ja sen sisältämää energiaa enemmän kuin kotieläintuotteisiin sitoutuu. Näin koko tuotantoketjussa syntyneet päästöt saatavaa lopullista tuotemäärää kohti laskettuna ovat eläintuotteilla korkeammat verrattuna kasveihin. Toinen seikka, jonka usein todetaan kasvattavan kotieläintuotteiden hiilijalanjälkeä, on se, että eläinten ruoansulatuksessa syntyy ja vapautuu metaania, joka on voimakas kasvihuonekaasu.

Metaaniongelma liittyy luonnollisesti lähinnä märehitjäläimiin, joiden osalta mallinnusta tuotoksen ja ruokinnan vaikutuksesta päästöihin onkin tehty runsaasti (ks. esim. Huhtanen ym. 2015), ja myös IPCC viittaa näiden tutkimusten tuloksiin julkistamissaan kotieläintuotannon päästökertoimissa (IPCC 2019). Broilerituotantoa metaanitarkastelu ei kuitenkaan samoin koske, koska kanalintujen ruoansulatuksen metaanipäästöt ovat merkityksettömän

pieniä (ks. esim. Monteny ym. 2001). Myös ekologinen tehokkuus on tunnetusti korkea: broileri muuntaa rehun sisältämän biomassan energian ravitsemuksellisesti arvokkaaksi eläintuotteeksi poikkeuksellisen korkealla hyötysuhteella, vaikkakin tämä edellyttää suhteellisen arvokkaita rehuja. Broilerituotannossa on lisäksi mahdollisuuksien mukaan pyritty etsimään uusiakin ratkaisuja rehuvalinnoissa ja lämmitysenergiassa, ja näillä voidaan hiilijalanjälkeen tai ylipäänsä ympäristökuormitukseen vaikuttaa.

Seinäjoen ammattikorkeakoulun sekä Atrian, Etelä-Pohjanmaan Broilerituottajien ja Maaseuturahaston yhteisessä Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille –hankkeessa on kehitetty tilatason työkalua näiden valintojen merkityksen arviointiin tai seurantaan. Tuottajan itsensä kannalta työkalun näkökulmassa oleellisinta on siis valintojen suhteellisen vaikutuksen arviointi, ei niinkään absoluuttinen arvo. Silti tarkoituksena on laatia laskurista realistinen ja mieltäisen parametrit siten, että tulosten perusteella voi sanoa tuotannon hiilijalanjälkeä voitavan seurata.

Laskurin tausta-aineistot ja parametrit

Päästökertoimet

Suomessa käytössä olevissa hiilijalanjälkilaskureissa viitataan usein Suomen ympäristökeskuksen tai Luken tutkimuksiin, selvityksiin ja esityksiin sekä muihin valtakunnallisiin tiedon tuottajatahoihin (Luke 2019, Motiva 2020). Lämmön ja energian osalta Motivan tai liikenteen osalta myös Lipasto-tietokannan eli VTT:n toteuttaman ja ylläpitämän Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän lukujen käyttäminen kansalliseen käyttöön laadituissa laskureissa on varmaan perusteltua (VTT 2017).

Energiasektorin ja etenkin suoraan fossiilisten polttoaineiden käyttöön liittyvät hiilipäästöt ovat yksiselitteisempiä kuin biologisissa prosesseissa syntyvät. IPCC (2019) on julkaissut päästölaskennalle varsin laajoihin julkaistuihin lähteisiin perustuvat ohjeet, joita laskurissa hyödynnetään lannan varastoinnin aikana tapahtuvien päästöjen suhteen. IPCC:n lähdeaineiston tarkastelu kuitenkin ilmentää, että siipikarjaan ja se lantaan liittyvien kertoimien epävarmuus on huomattava, koska valtaosa IPCC:n käyttämistä lähteistä tarkastelee muita tuotantomuotoja.

Valitut parametrit ja rajaukset

Hiilijalanjälkilaskureissa on aina haasteena laskennan rajaamisen ja yleistettävyyden ongelma. Esim. Pulkkinen ym. (2011) toteavatkin, että julkaistujen hiilijalanjälkitulosten vertailukelpoisuus on epävarmaa myös saman tuoteryhmän sisällä. Tämä on ymmärrettävää paitsi erilaisten tuotantoprosessien, myös laskennan tietopohjavalintojen ja systeemirajauksen vuoksi. Laskennan tulokset kertovatkin useimmiten lähinnä mahdollisen muutoksen suunnasta.

Tarkkojen laskentatietojen määrittäminen tuotteisiin ja palveluihin edellyttää kasvihuonekaasutietojen keräämistä koko tuotantoketjun laajuisesti ja huomioiden kaukaisetkin alihankintaverkostot (ks. myös Nissinen ja Seppälä 2008). Elinkaarianalyysin (LCA) soveltamiselle on julkaistu perusteet jo joitakin kymmeniä vuosia sitten (Lindfors ym. 1995). Elinkaarianalyysin soveltaminen on nähty maatalouden hiilijalanjälki- ja ympäristövaikutuslaskentaan hyödylliseksi lähtökohdaksi, mutta tämä kaipaa edelleen menetelmäkehitystä ja yhdenmukaistamista (Pesonen ym. 2003, Luke 2021).

Taulukossa 1 on esitetty hankkeessa kehitettyyn laskuriin mukaan otetut tarkastelukohteet, jotka kattavat kanalassa käytettävän ja muun tuotantorakennuksen huoltoon liittyvän energian, ruokinnan, kuivituksen sekä lannan käsittelyn ja varastoinnin. Laskennan tulos ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina tuotettua teuraspainokilogrammaa kohti. Perusteltua olisi myös suhteuttaa päästöt tuotettuihin ihmisravitsemuksen kannalta merkittäviin ruoan energia- tai ravintoaineyksiköihin.

Tarkastelu hankkeessa rajattiin siis tuotantopolven broilerin kasvatukseen. Tämän rajauksen jälkeen broilerituotantotilan tason käsittelyssä vastaan tuleva tyypillinen esimerkki rajauspohdinnasta on tilan käyttämä kuiviketurve ja sen mukana olo laskennassa. Turpeen nostoa voidaan periaatteessa pitää suohon varastoituneen hiilen näkökulmasta hiilen vapauttamisena kiertoon, joten tässä mielessä turpeen hiilen voisi laskea broileritilan päästökseen, ja lisäksi nosto ja käsittely ovat edellyttäneet polttoaineenkulutusta. Kuiviketurve voidaan kuitenkin tulkita energiaturpeen tuotannon sivutuotteeksi, jolloin noston polttoainepäästö ei koskisi sitä, eikä se myöskään pala tai merkittävästi vapauta hiiltä vielä kuivikekäytössä. Lannan mukana peltoon (mahdollisesti jopa toiselle tilalle) päädyttyään turpeen hiili sitten voi vapautua tai säilyä maassa pidempään periaatteessa täysin broilerituotannosta tai sen valinnoista riippumatta. Hankkeessa päädyttiin kuiviketurpeelle varsin pieneen, lähinnä noston, käsittelyn ja

kuljetuksen polttoainekulutuksen päästöihin pohjautuvaan hiilijalanjälkikertoimeen, jolle saatiin kirjallisuudesta tukea (Niemelä 2016).

Kohdetilojen hyödyntäminen ja haastattelujen tulokset parametrivalinnoissa

Yhteistyö hankkeen kohdetilojen kanssa on mahdollistanut merkittävimpien päästölähteiden (rehu, energia) tunnistamisen sekä laskurin muokkaamisen käytettävyydeltään ja informatiivisuudeltaan tarkoituksenmukaiseksi. Laskuriin mukaan tulevia relevantteja parametreja kartoitettiin viidellä primäärikohdetilalla, joiden kanssa tehtiin esihaastatteluja ja myöhemmin testattiin laskurin työversioita.

Kuten oli odotettavissakin, tuotantosopimusten ohjaamalle broilerituotannolle on ominaista, että toimintatavat tiloilla ovat pääosin samankaltaiset, mutta merkittävimpiin hiilijalanjälkeen vaikuttaviin tuotantopanoksiin eli ruokintaan ja energiankäyttöön liittyy myös jonkin verran vaihtelua, jonka osuus ja siihen vaikuttaminen ovat hankkeen keskeisiä anteja tiloille.

Broilerin ruokinta perustuu käytännössä aina teolliseen täysrehun ja puolitiivisteiden välimuodoksi tulkittavaan rehuseokseen, jonka ohella syötetään jonkin verran tilalla tuotettua tai ostettua vehnää. Oman viljan käyttö teollisen rehun ohella on otettu käyttöön ja vakiintunut viime vuosikymmeninä, mutta ajatus ruokinnan muuttamisesta taas yksinomaan täysrehuun perustuvaksi on joissain tilanteissa tulossa esiin.

Energiankäyttöön liittyviä eroja tiloilla syntyy lähinnä lämmityspolttoaineista tai niiden käytön suhteesta ja hankinnasta (oman metsän hake tai hake ostupuusta, öljy, energiaturve). Pieniä eroja todennäköiseen hiilijalanjälkeen ja investointien kautta mahdollisia keinoja siihen vaikuttamiseen ovat tilan oman sähköenergiatuotannon mahdollisuudet, ja näihin investointeihin oli joillain kohdetiloilla ryhdytty. Tilatason käytännön laskennan näkökulmasta huomioon on otettava myös se, että joitain tuotantoon liittyviä toimia, kuten hallien puhdistusta tuotantoerien välillä saattaa hoitaa urakoitsija, joten energiankäyttö jakautuu eri toimijoiden kesken, mutta toiminnan hiilijalanjälki kuuluu kuitenkin broilerituotannon kokonaisuuteen.

Laskurin kehityksen pohdintaa

Rajaniemi ja Ahokas (2014) ovat tutkineet suomalaisen broilerintuotannon energiankulutusta, josta merkittävin osuus liittyy lintujen käyttämään rehuun. Toinen korostuva energiankäyttökohde on hallien lämmitys. Laskuriin mukaan otetut muuttujatkin liittyvät siis ennen kaikkea energiankäyttöön (lämmitys, valaistus, muut laitteet). Laskurilla voi testata esimerkiksi led-valaistusinvestoinnin odotettavissa olevaa vaikutusta hiilijalanjälkeen. Samoin lämmityspolttoaineiden käyttö on osittain asia, jossa tilan sisäiset valinnat vaikuttavat lopputulokseen, ja vertailu on todennäköisesti luotettavaa myös tilojen välillä, mikäli tällaista halutaan tehdä. Ruokinnan yksityiskohdissa erot ovat pieniä, mutta laskuri ottaa huomioon kokojuväviljan ja ostorehun käyttömäärät. Teollisen rehun tuotantoon liittyvä fossiilisen hiilen päästö ei periaatteessa liity tilan toimintoihin ja olisi korjattavissa vain ketjun aiempien toimijoiden valinnoilla, mutta ruokinnan ja rehun merkitys kokonaisuudessa on kuitenkin huomattava. Lannan varastoinnin aikana syntyvissä metaani- ja typpioksiduulipäästöissä päädyttiin yksinkertaistukseen, jossa lannan määrä ja lantaan päätyvä typen määrä arvioidaan eläinpaikkojen perusteella, mutta periaatteessa tuotetun lannan määrää, analysoitua typpipitoisuutta ja IPCC:n (2019) kertoimia ja laskentakaavoja käyttämällä voitaisiin päästä tarkempaan arvioon, mikäli lanta-anlyysien tiedot ovat luotettavia (ongelmana näissä lienee usein edustava näytteenotto).

Laskuria on testattu kohdetiloilla ja muokattu käytettävyydeltään ja informatiivisuudeltaan tarkoituksenmukaiseen muotoon. Käyttövaiheessa sen vertaaminen muihin jossain määrin vastaaviin laskureihin ja niiden antamiin tuloksiin on myös tarpeen. Esimerkkinä maatalouteen suunnatusta hiilijalanjälkilaskurista on Irlannissa kehitetty laskuri naudanlihantuotantoon (Teagasc 2019). Laskurin periaatteena on, tarkasteltavan tilan lukemia verrataan vastaavaan toiseen tilaan. Niemelä (2016) on opinnäytetyössään kehittänyt maatalojen hiilijalanjäljen laskentaan FarmCalc Excel-sovelluksen. Laskurissa kirjataan kasvinviljelyn ja kotieläintuotannon tiedot halutulta vuodelta, ja laskuri laskee päästöt VTT:n, IPCC:n ja Tilastokeskuksen julkaisemien kertoimien perusteella. Kansainvälisesti tunnettu vertailukohta voi olla myös ylikansallisessa yritysyritysyhteistyössä kehitetty Cool Farm Tool, joka huomioi kasvihuonekaasujen lisäksi jossain määrin myös muita ympäristövaikutuksia (Cool Farm Alliance 2019). Laskennan taustatietojen ja rajausten vaikutuksen voi olettaa näkyvän absoluuttisten tulosten eroina, mutta olisi kiinnostavaa tutkia, kuinka samansuuntaisesti tai tarkasti eri laskurit ennustavat tilan valintojen vaikutuksia kokonaishiilijalanjälkeen.

Taulukko 1. Broilerituotantotilan hiilijalanjälkilaskuriin mukaan otetut parametrit

		Laskentaperuste
Sähkönkulutus	ostettu sähkö yhteensä	a
	sähkö ilmanvaihtoon	a
	sähkö ruokintalaitteisiin	a
	sähkö valaistukseen	a
	valaistuksen muoto	a
	ostosähkön tyyppi (ns. vihreän osuus)	a
	oma sähköntuotanto	a
Lämmityspolttoaineet	lämmitysöljyn kulutus	a
	vähennetään öljylämmityksen määrää	a
	lisätään lämmitysmuotoa (mitä)	a
	hakkeen kulutus	a
	vähennetään hakelämmityksen määrää	a
	lisätään lämmitysmuotoa (mitä)	a
	energiaturpeen kulutus	a
	vähennetään energiaturpeen käyttöä	a
	lisätään lämmitysmuotoa (mitä)	a
	lämmityspelletin kulutus	a
Muu energiankulutus, oma ja urakoitsijan	polttonestekulutus tyhjennykseen, ympäristön lumitöihin yms.	a
	lastaus: lastattavien lintujen määrä	a
	pesu: pesujen määrä vuodessa ja pinta-ala	a,b
Ruokinta	teollinen ostorehu	b
	oman tai ostoviljan (vehnän) kulutus	c
Kuivikkeet	kuiviketurpeen kulutus vuodessa	a
	kutterinlastun kulutus vuodessa	a
Lannan varastoinnin päästöt	eläinpaikkojen määrä	d,e
Laskentatiedot, tavoitteena tulos CO ₂ -ekvkg ⁻¹	tuotettujen broilerien määrä vuodessa	
	hylättyjen ruhojen osuus	
	kuolleisuus	
	hyväksytyjen teuraspaino	

a Motiva (2020), VTT (2017); b valmistajan / palveluntarjoajan ilmoittama; c Niemelä (2016); d Luostarinen ym. (2017); e IPCC (2019)

Kirjallisuusviitteet

Cool Farm Alliance 2019. The Cool Farm Tool. An online greenhouse gas, water and biodiversity calculator for farming. Viitattu 25.2.2021. <https://coolfarmtool.org/coolfarmtool/>

HKScan 2020. Kariniemen Sankarit-pilottitilojen laskettu hiilijalanjälki on pieni. <http://www.hkscanpro.fi/ajankohtaiset/2585-kariniemen-sankarit-pilottitilojen-laskettu-hiilijalanjaelki-on-pieni?a=true>

Huhtanen, P., Ramin, M. & Udén, P. 2015. Nordic dairy cow model Karoline in predicting methane emissions: 1. Model description and sensitivity analysis. *Livestock Science* 178: 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.009>

IPCC 2019. Chapter 10: Emissions from livestock and manure management. 2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. 209 s. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch10_Livestock.pdf

Lindfors, L.-G., Christiansen, K., Hoffman, L., Virtanen, Y., Junntila, V., Hanssen, O.-J., Rønning, A., Ekvall, T. & Finnveden, G. 1995. *Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment*. Nord 1995:20. Århus: Nordic Council of Ministers. 222 s.

Luke 2019. Julkinen menetelmäkuvaus: SOK:lle tuotettujen ruokatuoteryhmien ilmastoarvioitusten menetelmäkuvaus. https://assets.ctfassets.net/0yf82hjfquz/3uhYFfewkVzkUJHTMbQCYjO/f221e59e8792af7223a3f4c17e2d0990/SOK_ilmastovaiutusarviot_menetelma_kuvaus_17092019.pdf

- Luke 2021. Elintarvikkeiden ympäristöjalanjäljille yhtenäiset laskentamenetelmät. Luke - Uutiset. Viitattu 25.2.2021. <https://www.luke.fi/uutinen/elintarvikkeiden-ymparistojalanjaljille-yhtenaiset-laskentamenetelmat-tavoitteena-nykyista-parempi-vertailukelpoisuus-ja-luotettavuus/>
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. & Munther, J. 2017. SUOMEN NORMILANTA - laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2017. 54 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-441-0>
- Monteny, G.J., Groenestein, C.M. & Hilhorst, M.A. 2001. Interaction and coupling between emission of methane and nitrous oxide from animal husbandry. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60: 123–132. <https://doi.org/10.1023/A:1012602911339>
- Motiva 2020. Ratkaisut. Viitattu 25.2.2021. <https://www.motiva.fi/ratkaisut>
- Niemelä, A. 2016. Maatilojen yhteistyön ja vähennetyn typpilannoituksen vaikutus tilojen kasvihuonepäästöihin. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, Kasvinviljelytiede.
- Pesonen, I., Voutilainen, P., Seppälä, A. & Kurppa, S. 2003. Elinkaariarvioinnin ja elinkaarikustannuslaskennan soveltaminen maaseudun pienyrityksiin. MTT:n selvityksiä 51. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/440989>
- Pulkkinen, H., Hartikainen, H. & Katajajuuri, J.-M. 2011. Elintarvikkeiden hiilijalanjälkien laskenta ja viestintä. Climate communication I-hankkeen loppuraportti. MTT-raportti 22. MTT. Tampere: Juvenes Print - Tampereen yliopistopaino.
- Rajaniemi, M. & Ahokas, J. 2014. Broilerintuotannon energiankulutus. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote 28. <https://doi.org/10.33354/smst.75586>
- Suomen virallinen tilasto 2019. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2019. Kokonaispäästöjen kehitys sektoreittain. Helsinki: Tilastokeskus. https://www.stat.fi/til/khki/2019/khki_2019_2020-05-28_kat_001_fi.html
- Teagasc 2019. The Beef Carbon Navigator. Teagasc - Publications 2019. Viitattu 25.2.2019. <https://www.teagasc.ie/publications/2019/the-beef-carbon-navigator.php>
- Valio 2018. Ilmastonmuutos vaatii uusia tekoja maataloudelta – Valio tähtää hiilineutraaliin maitoketjuun, ratkaisuna peltojen hiilensidonta. <https://www.valio.fi/yritys/media/uutiset/ilmastonmuutos-vaatii-uusia-tekoja-maataloudelta-valio-tahtaa-hiilineutraaliin-maitoketjuun-ratkaisuna-peltojen-hiilensidonta/>
- VTT 2017. Lipasto. Yksikköpäästöt. Viitattu 25.2.2022. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>