

## Tilakohtainen kasvihuonekaasupäästöjen laskenta Taloustohtorissa

Mika Sulkava<sup>1)</sup>, Arto Latukka<sup>1)</sup>, Alekski Lehtonen<sup>2)</sup>, Sanna Pitkänen<sup>3)</sup>, Kristiina Regina<sup>3)</sup> ja Olli Salminen<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Luke, Tilastopalvelut, PL 1003, 00581 Helsinki, [mika.sulkava@luke.fi](mailto:mika.sulkava@luke.fi), [arto.latukka@luke.fi](mailto:arto.latukka@luke.fi)

<sup>2)</sup> Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, [aleksi.lehtonen@luke.fi](mailto:aleksi.lehtonen@luke.fi)

<sup>3)</sup> Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto, Tietotie 4, 31600 Jokioinen, [sanna.pitkanen@luke.fi](mailto:sanna.pitkanen@luke.fi), [kristiina.regina@luke.fi](mailto:kristiina.regina@luke.fi)

<sup>4)</sup> Luke, Talous ja yhteiskunta, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, [olli.salminen@luke.fi](mailto:olli.salminen@luke.fi)

### TIIVISTELMÄ

Maatalouden tuottamat kasvihuonekaasupäästöt raportoidaan YK:n Ilmastopimuksen ja Kioton pöytäkirjan mukaisesti osana Suomen kokonaispäästöjä. Yhteensä kaikki maatalousperäiset päästöt ovat noin 20 % Suomen kokonaispäästöistä. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n ohjeiden mukainen päästölaskenta on rakennettu niin, että metsätaloutta, maataloutta ja tilojen energiankäyttöä tarkastellaan erillään toisistaan. Raportointisektorit ylittävä tarkastelu mahdollistaisi maatalon tarkastelun kokonaisuutena. Tilan omistaja on paras asiantuntija valitsemaan toteuttamiskelpoiset päästövähennystoimet omalla tilallaan. Tähän mennessä ei kuitenkaan ole ollut mahdollista arvioida tilannetta ja tehtyjen toimien vaikuttavuutta tilakohtaisesti.

Luonnonvarakeskuksen (Luke) Taloustohtori-verkkopalvelu ([www.luke.fi/taloustohtori](http://www.luke.fi/taloustohtori)) tarjoaa suuren määrän kannattavuuskirjanpitotilojen tietojen pohjalta laskettuja maa- ja puutarhatalousyritysten tulostietoja. Tässä MMM:n rahoittamassa hankkeessa rakennetaan Luken Taloustohtori-järjestelmään verkkopalvelu, joka antaa kannattavuuskirjanpitotiloille mahdollisuuden tarkastella oman tilan kasvihuonekaasulaskelmia, verrata tuloksia eri tilaryhmien keskiarvotuloksiin sekä arvioida vaihtoehtoisten toimintatapojen vaikutuksia. Uusi verkkopalvelu sisältää maatalouden, puutarhatalouden sekä soveltuvasti myös metsätalouden ja näihin liittyvän energiankäytön.

Kannattavuuskirjanpitotiloille lasketaan maatalouden kasvihuonekaasulaskentatulokset taannehtivasti vuodesta 2000 lähtien. Kannattavuuskirjanpidon raportointijärjestelmillä nämä tulokset painotetaan yleistettäväksi alueellisiksi keskiarvo- ja kokonaistuloksiksi, joten verkkopalvelu tarjoaa tietoa kaikille maataloilta ja myös maatalouspoliittiselle päätöksenteolle. Myös päästövähennysten taloudellisten vaikutusten tarkastelua voidaan kehittää, koska kannattavuuskirjanpitoaineisto sisältää sekä taloustiedot että tuotantotiedot.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta tapahtuu automaattisesti lennossa SAS-ohjelmistossa. Suurin osa laskennassa tarvittavista tiedoista on Taloustohtorin tietokannassa. Tilojen puustovarannot ja metsän kasvu lasketaan Luken NettiMELA-palvelussa. Kasvihuonekaasujen laskenta noudattaa IPCC:n 2006 Guidelines -ohjeistoa ja rakennetaan yhdenmukaiseksi Suomen kasvihuonekaasuinventaarissa käytettävien menetelmien kanssa. Kasvihuonekaasuinventaarissa käytettyjä menetelmiä yksinkertaistetaan hieman esimerkiksi käyttämällä keskiarvotietoja tietystä päästölähteestä perustuen raportoituihin päästöihin, jotta järjestelmän ylläpitotyömäärä pysyy kohtuullisena. Näin myöskään laskennassa tarvittava tietomäärä ei nouse kohtuuttoman suureksi.

Laskennan lopputuloksena raportoidaan sekä tilakohtaisesti että alueellisesti 1. metaanipäästöt tuotantoeläimistä ja lannasta, 2. dityppioksidipäästöt lannasta ja maaperästä, 3. hiilidioksidipäästöt kalkituksesta, 4. hiilidioksidipäästöt ja -nielut biomassasta ja maaperästä. 5. hiilidioksidipäästöt maatalon energiankäytöstä.

**Asiasanat:** kasvihuonekaasu, hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi, maatala, kannattavuus, kirjanpito

## Johdanto

Maatalouden tuottamat kasvihuonekaasupäästöt raportoidaan YK:n Ilmastopöytäkirjan mukaisesti osana Suomen kokonaispäästöjä. Yhteensä kaikki maatalousperäiset päästöt ovat noin 20 % Suomen kokonaispäästöistä. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n ohjeiden mukainen päästölaskenta on rakennettu niin, että metsätaloutta, maataloutta ja tilojen energiankäyttöä tarkastellaan erillään toisistaan. Raportointisektorit ylittävä tarkastelu mahdollistaisi maatilankokonaisuuden tarkastelun kokonaisuutena.

Tilan omistaja on paras asiantuntija valitsemaan toteuttamiskelpoiset päästövähennystoimet omalla tilallaan. Tähän mennessä ei kuitenkaan ole ollut mahdollista arvioida tilannetta ja tehtyjen toimien vaikuttavuutta tilakohtaisesti. Tässä artikkelissa esitellään maatilakohtainen kasvihuonekaasupäästöjen laskentajärjestelmä, joka rakennetaan osaksi Luonnonvarakeskuksen (Luke) Taloustohtori-verkkopalvelua. Järjestelmän avulla on mahdollista laskea kasvihuonekaasupäästöt Taloustohtorin laskennan pohjana oleville kannattavuuskirjanpito-tiloille.

Artikkelin loppuosan rakenne on seuraavanlainen: seuraavassa osassa esitellään kannattavuuskirjanpitoaineisto, Taloustohtori sekä kasvihuonekaasulaskennan perusperiaatteet, kolmannessa osassa esitetään laskennan tuloksia ja viimeisessä osassa johtopäätöksiä.

## Aineisto ja menetelmät

### *Kannattavuuskirjanpitoaineisto ja muut aineistot*

Suomen maa- ja puutarhatalousyritysten kannattavuutta kuvaavat luvut lasketaan vuosittain Luken kannattavuuskirjanpidon perusteella. Nämä kannattavuusluvut kuvaavat noin 60 000 yrityksen keskimääräisiä tuloksia. Tilojen kannattavuutta tarkkaillaan noin 1000 tilan otoksen avulla. Tässä työssä käytetään vuosien 2000–2013 aineistoa. Kannattavuuskirjanpidon alkuperäisenä tavoitteena on ollut edustaa 40 000 Suomen suurinta tilaa, ja tämän vuoksi otoksessa on melko vähän pieniä tiloja. Alueellisten kasvihuonekaasupäästöjen laskennan kannalta tällä ei ole suurta merkitystä pienten tilojen tyyppillisesti pienten päästöjen sekä otopainojen kalibroinnin (Sulkava ym., 2015) takia.

Kannattavuuskirjanpitoaineistoon kerätään tiloilta tuhansia muuttujia. Tässä työssä tarvittavista muuttujista suurin osa on olemassa kirjanpitoaineistossa jo valmiiksi. Keskeisiä laskennassa tarvittavia muuttujia ovat tilan eläinten lukumäärät, viljelykasvien tuotantomäärät, orgaanisten ja epäorgaanisten maiden pinta-alat sekä koneiden käyttämiseen ja rakennusten lämmittämiseen käytettyjen polttoaineiden määrät. Polttoaineiden määrästä ei ole kaikilta tiloilta saatavissa tietoa suoraan, vaan määrät joudutaan laskemaan tilan polttoainekustannuksista käyttäen polttoaineiden keskimääräisiä hintoja. Latukka (1998) ja Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (2009) tarjoavat tarkempaa tietoa kannattavuuskirjanpidon muuttujista.

Joitain lisätietoja joudutaan kuitenkin hankkimaan muista lähteistä. Tilojen metsissä tehdyt hakkuut ja puustovaranto ovat esimerkiksi merkittäviä tekijöitä hiilitaseen laskennassa, ja nämä tiedot joudutaan hankkimaan erikseen metsänomistajilta ja metsäsuunnitelmista. Lisäksi tiloilla käytössä oleva lannankäsittelyjärjestelmä vaikuttaa päästöihin, mutta lannankäsittelyjärjestelmistä on kirjanpitoaineistossa vain epävarmaa tietoa. Tämän vuoksi tämä tieto tullaan jatkossa keräämään kirjanpito-tiloilta suuremmalla tarkkuudella. Tietoa keinolannoitteiden käyttömäärästä tiloilla aletaan kerätä vuodesta 2016 lähtien.

### *Taloustohtori*

Luken Taloustohtori-verkkopalvelu ([www.luke.fi/taloustohtori](http://www.luke.fi/taloustohtori)) tarjoaa suuren määrän kannattavuuskirjanpito-tilojen tietojen pohjalta laskettuja maa- ja puutarhatalousyritysten tulostietoja. Taloustohtorissa on myös runsaasti muunkinlaista alkutuotantoon, kuten rannikkokalastukseen sekä poro- ja mehiläistalouteen liittyvää tietoa. Tässä artikkelissa esiteltävässä Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa hankkeessa rakennetaan vuosien 2015–2016 aikana Taloustohtori-järjestelmään verkkopalvelu, joka antaa kannattavuuskirjanpito-tiloille mahdollisuuden tarkastella oman tilan kasvihuonekaasulaskelmia, verrata tuloksia eri tilaryhmien keskiarvotuloksiin sekä arvioida vaihtoehtoisten toimintatapojen vaikutuksia. Uusi verkkopalvelu sisältää maatalouden, puutarhatalouden sekä soveltuvasti myös metsätalouden ja näihin liittyvän energiankäytön.

**Taulukko 1.** Taloustohtorin kasvihuonekaasulaskenta-palvelussa laskettavat päästölajit.

Päästölaji
1 Metaanipäästöt tuotantoeläimistä ja lannasta
2 Dityppioksidipäästöt lannasta ja maaperästä
3 Hiilidioksidipäästöt kalkituksesta
4 Hiilidioksidipäästöt ja -nielut biomassasta ja maaperästä
5 Hiilidioksidipäästöt maatalan energiankäytöstä

### ***Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta***

Kannattavuuskirjanpitoiltoille lasketaan maatalouden kasvihuonekaasulaskentatulokset taannehtivasti vuodesta 2000 lähtien. Kannattavuuskirjanpidon raportointijärjestelmillä nämä tulokset painotetaan yleistettäväksi alueelliseksi keskiarvo- ja kokonaistuloksiksi, joten verkkopalvelu tarjoaa tietoa kaikille maataloilta ja myös maatalouspoliittiselle päätöksenteolle. Myös päästövähennysten taloudellisten vaikutusten tarkastelua voidaan kehittää, koska kannattavuuskirjanpitoaineisto sisältää sekä taloustiedot että tuotantotiedot. Laskennan lopputuloksena raportoidaan sekä tilakohtaisesti että alueellisesti taulukossa 1 esitetyt päästölajit.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta tapahtuu automaattisesti lennossa SAS-ohjelmistossa. Suurin osa laskennassa tarvittavista tiedoista on Taloustohtorin tietokannassa. Tilojen puustovarannot ja metsän kasvu lasketaan Luken NettiMELA-palvelussa. Kasvihuonekaasujen laskenta noudattaa IPCC:n 2006 Guidelines -ohjeistoa (IPCC, 2006), ja laskenta rakennetaan yhdenmukaiseksi Suomen kasvihuonekaasuinventaarissa käytettävien menetelmien kanssa. Kasvihuonekaasuinventaarissa käytettyjä menetelmiä yksinkertaistetaan hieman esimerkiksi käyttämällä keskiarvotietoja tietyistä päästölähteistä perustuen raportoituihin päästöihin, jotta järjestelmän ylläpitotyömäärä pysyy kohtuullisena. Näin myöskään laskennassa tarvittava tietomäärä ei nouse kohtuuttoman suureksi.

### **Tulokset ja tulosten tarkastelu**

Projektin ensimmäisen vuoden aikana on rakennettu Taloustohtoriin käyttöliittymää uudelle palvelulle. Palvelun esimerkkituloksia esitellään kuvissa 1 ja 2. Esimerkkituloksissa on palvelun testaamiseen käytetyille aineistolle laskettuja tuotantoeläinten metaanipäästöjä.



[www.mtt.fi/taloustohtori](http://www.mtt.fi/taloustohtori)

Taloustohtori. Kasvihuonekaasulaskenta-palvelu ([luke.fi/taloustohtori](http://luke.fi/taloustohtori)). Aineisto: kasvihuonekaasulaskenta-aineisto. 14.12.2015

Kasvihuonekaasut ruuansulatus naudat	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
CH4 emissions for dairy cows	44,87	44,70	44,93	45,57	45,12	44,64	45,59	46,83	47,61	48,30	48,90	50,10	50,25	50,75
CH4 emissions for suckler cows	6,20	6,27	6,33	6,09	5,57	5,17	4,59	4,11	3,63	3,26	2,92	2,91	2,80	2,85
CH4 emissions for bulls (over 1 year)	8,39	8,33	8,61	8,93	8,40	8,29	8,36	8,40	7,96	8,17	8,37	8,13	7,58	7,65
CH4 emissions for heifers	8,65	8,60	8,79	8,89	8,69	8,75	8,78	8,89	8,71	8,93	9,08	9,01	8,93	8,95
CH4 emissions for calves (under 1 year)	11,17	11,32	11,25	11,40	11,22	11,14	11,29	11,32	11,59	11,63	11,89	12,02	12,06	11,94
CH4 emissions for dairy cattle	44,87	44,70	44,93	45,57	45,12	44,64	45,59	46,83	47,61	48,30	48,90	50,10	50,25	50,75
CH4 emissions for non-dairy cattle	34,42	34,51	34,99	35,31	33,88	33,35	33,02	32,73	31,89	31,99	32,25	32,06	31,36	31,39
<b>Total emissions for cattle</b>	<b>79,29</b>	<b>79,21</b>	<b>79,91</b>	<b>80,88</b>	<b>79,00</b>	<b>77,98</b>	<b>78,60</b>	<b>79,55</b>	<b>79,49</b>	<b>80,29</b>	<b>81,15</b>	<b>82,17</b>	<b>81,61</b>	<b>82,14</b>

Palvelun tuottaa: Suomen Luonnonvarakeskus, Luke | [www.luke.fi](http://www.luke.fi)

**Kuva 1.** Esimerkki Taloustohtorin kasvihuonekaasulaskenta-palvelun nautojen metaanipäästöjen tuloksista. Kuvassa on erityyppisten nautojen metaanipäästöjä vuosilta 2000–2013 testiaineiston perusteella laskettuna. Lukujen yksiköillä ja suuruuksilla ei ole tässä esimerkissä maatalakohtaista tulkintaa.



Taloustohtori. Kasvihuonekaasulaskenta-palvelu (luke.fi/taloustohtori). Aineisto: kasvihuonekaasulaskenta-aineisto. 14.12.2015

Kasvihuonekaasut ruuansulatus muut eläimet	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
CH4 emissions for sheep	1,14	1,09	1,08	1,05	0,99	1,03	1,00	0,98	0,74	0,81	0,72	0,70	0,68	0,71
CH4 emissions for swine	1,31	1,30	1,34	1,39	1,40	1,49	1,50	1,42	1,42	1,38	1,37	1,30	1,25	1,33
CH4 emissions for sows	0,45	0,47	0,50	0,53	0,53	0,59	0,61	0,60	0,62	0,60	0,61	0,59	0,55	0,63
CH4 emissions for piglets	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
CH4 emissions for fattening pigs	0,60	0,58	0,58	0,60	0,60	0,61	0,60	0,54	0,54	0,52	0,51	0,46	0,45	0,45
CH4 emissions for boars	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
CH4 emissions for veaned pigs	0,20	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
CH4 emissions for goats	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
CH4 emissions for horses	1,16	1,17	1,18	1,16	1,13	1,09	1,07	1,04	1,01	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91
CH4 emissions for ponies	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
CH4 emissions for horses and ponies	1,35	1,36	1,36	1,34	1,30	1,25	1,22	1,19	1,15	1,10	1,08	1,06	1,05	1,03
CH4 emissions for poultry	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH4 emissions for reindeer	3,81	3,82	3,91	3,85	3,84	3,89	3,85	3,94	4,12	4,00	3,91	3,97	3,70	4,05
CH4 emissions for minks and fitches	0,14	0,14	0,11	0,16	0,13	0,13	0,18	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
CH4 emissions for foxes and racoons	0,20	0,20	0,18	0,19	0,21	0,14	0,17	0,20	0,23	0,22	0,22	0,20	0,15	0,19
CH4 emissions for fur animals	0,34	0,34	0,29	0,35	0,34	0,27	0,35	0,34	0,38	0,35	0,36	0,34	0,29	0,34
<b>Total emissions for other livestock</b>	<b>7,97</b>	<b>7,93</b>	<b>8,01</b>	<b>8,00</b>	<b>7,90</b>	<b>7,95</b>	<b>7,95</b>	<b>7,90</b>	<b>7,84</b>	<b>7,67</b>	<b>7,48</b>	<b>7,42</b>	<b>7,01</b>	<b>7,49</b>

Palvelun tuottaa: Suomen Luonnonvarakeskus, Luke | [www.luke.fi](http://www.luke.fi)

**Kuva 2.** Esimerkki Taloustohtorin kasvihuonekaasulaskenta-palvelun muiden eläinten ruuansulatuksen metaanipäästöjen tuloksista. Kuvassa on eri eläinlajien metaanipäästöjä vuosilta 2000–2013 testiaineiston perusteella laskettuna. Lukujen yksiköllä ja suuruuksilla ei ole tässä esimerkissä maatilakohtaista tulkintaa.

Kuvan 1 luvut ovat eri nautaluokkien päästöjä ja kuvan 2 luvut muiden tuotantoeläinten päästöjä. Nautojen kasvihuonepäästöt ovat kokonaisuuden kannalta niin merkittäviä, että erityyppisten nautojen päästöt on perusteltua eritellä yksityiskohtaisemmin kuin muiden tuotantoeläinten päästöt.

Eläinten metaanipäästöjen laskennan saattamisessa Taloustohtorissa tilatasolle pitää vielä ratkaista muun muassa se, miten taulukoissa 1 ja 2 käytetty IPCC:n eläinluokittelu vastaa parhaiten kannattavuuskirjanpidossa käytettävää hieman erilaista eläinten luokittelua. Muiden taulukon 1 päästölajien osalta SAS-laskentarutiinien implementointi on käynnissä tätä kirjoitettaessa.

## Johtopäätökset

Kannattavuuskirjanpitoaineiston ja muutamien lisämuuttujien avulla on mahdollista laskea kirjanpitoilajien kasvihuonekaasupäästöjä. IPCC:n ja kannattavuuskirjanpidon välillä on pieniä eroavaisuuksia muun muassa eläinten luokittelussa. Tästä huolimatta laskenta saataneen tehtyä kirjanpitoaineistoon ja IPCC:n laskentamenetelmiin pohjautuen hyvällä tarkkuudella. Tällä hetkellä tuotantoeläinten metaanipäästöjen laskenta on viimeistelyä vaille valmis. Muiden päästökomponenttien laskeminen, tilaryhmien väliset vertailut ja ajallisen kehityksen tutkiminen ovat tutkimusaiheita vuonna 2016, kun verkkopalvelua rakennetaan valmiiksi.

### **Kirjallisuus**

**Community Committee for the Farm Accountancy Data Network**, 2009. Typology handbook, Tech. Rep. RI/CC 1500 rev. 3, European Commission – Directorate-General for Agriculture and Rural Development.

**IPCC** 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

**Latukka, A.** 1998. Maatalousyriytysten tulorahoituksen riittävyyden ennustaminen neuroverkkomenetelmällä, lisensiaatintutkimus, Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Julkaisuja nro 22, Maatalouden liiketaloustiede.

**Sulkava, M., Sepponen, A-M., Yli-Heikkilä, M., Latukka, A.** 2015. Clustering of the self-organizing map reveals profiles of farm profitability and upscaling weights. *Neurocomputing*, 147:197–206, January 2015.