

# Kotieläintuotannon ympäristövaikutukset – muodostuminen ja merkittävät tekijät

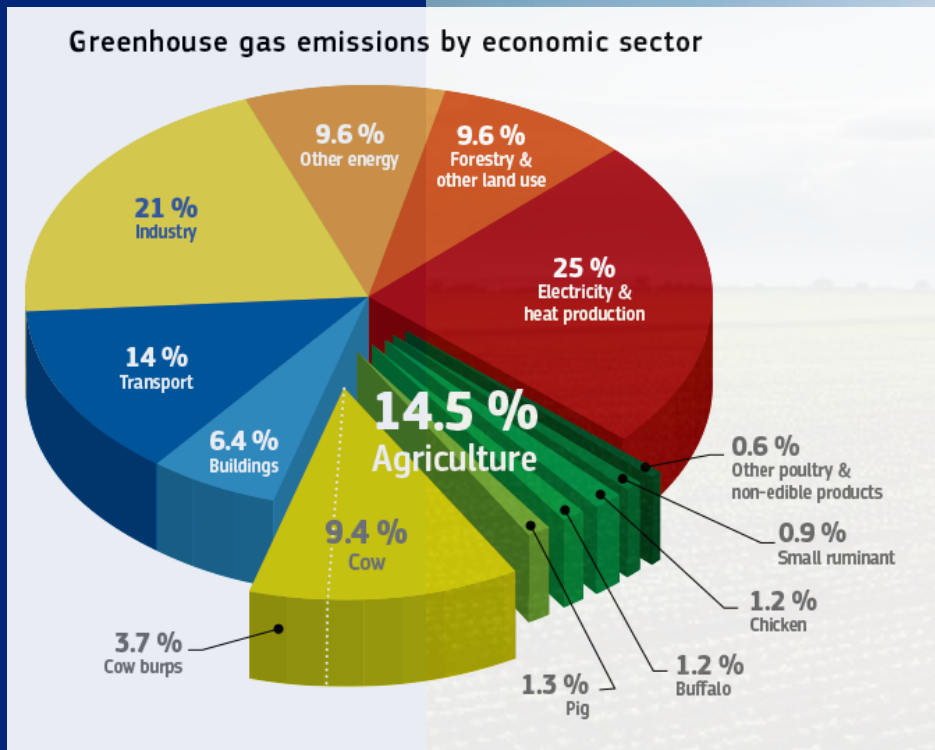
Pohjoisen luomuseminaari 16.2.2024

Tutkija, Sanna Hietala, TkT, Luke Oulu

[sanna.hietala@luke.fi](mailto:sanna.hietala@luke.fi)

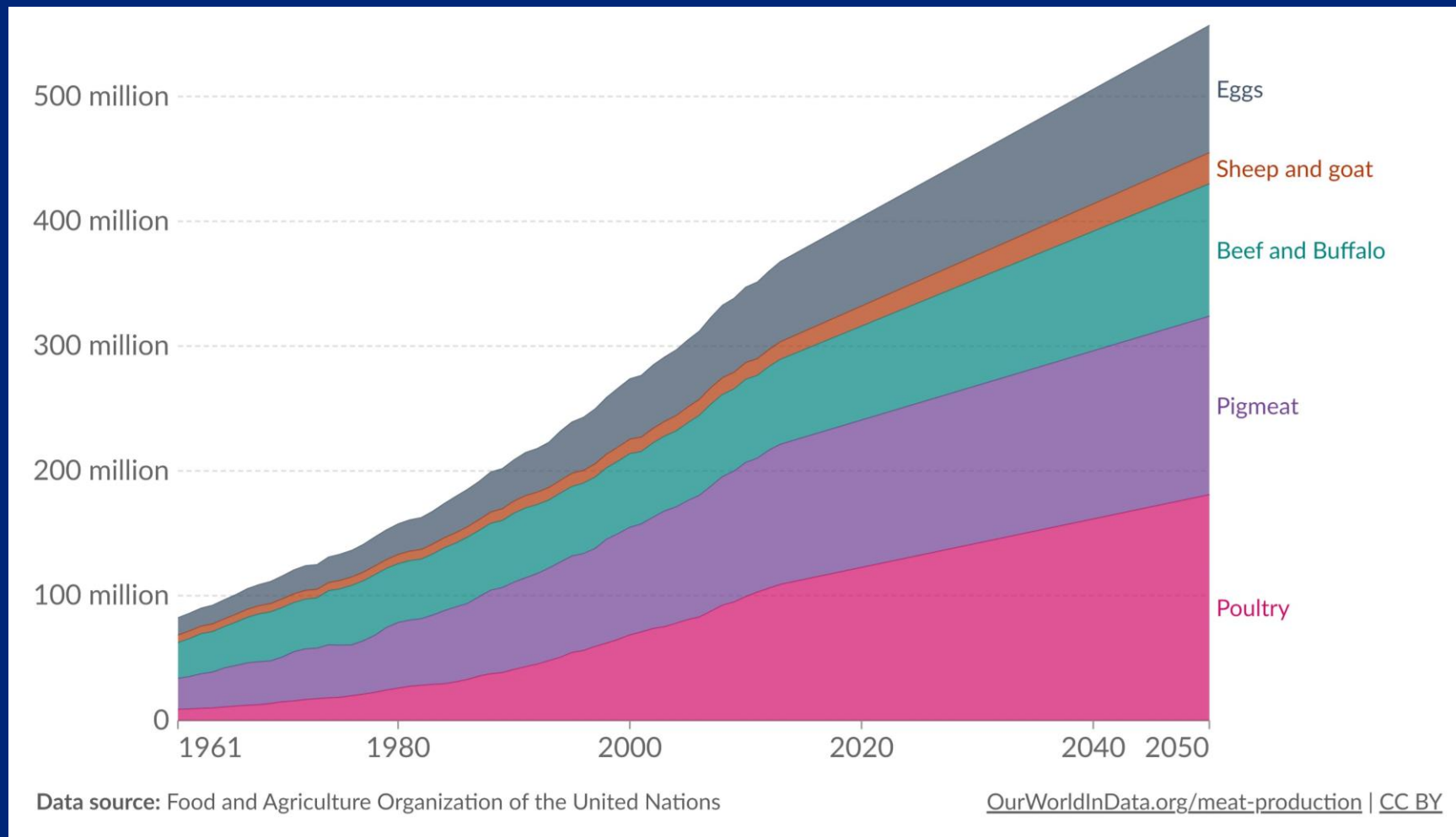


# Ruoantuotannon ympäristövaikutukset

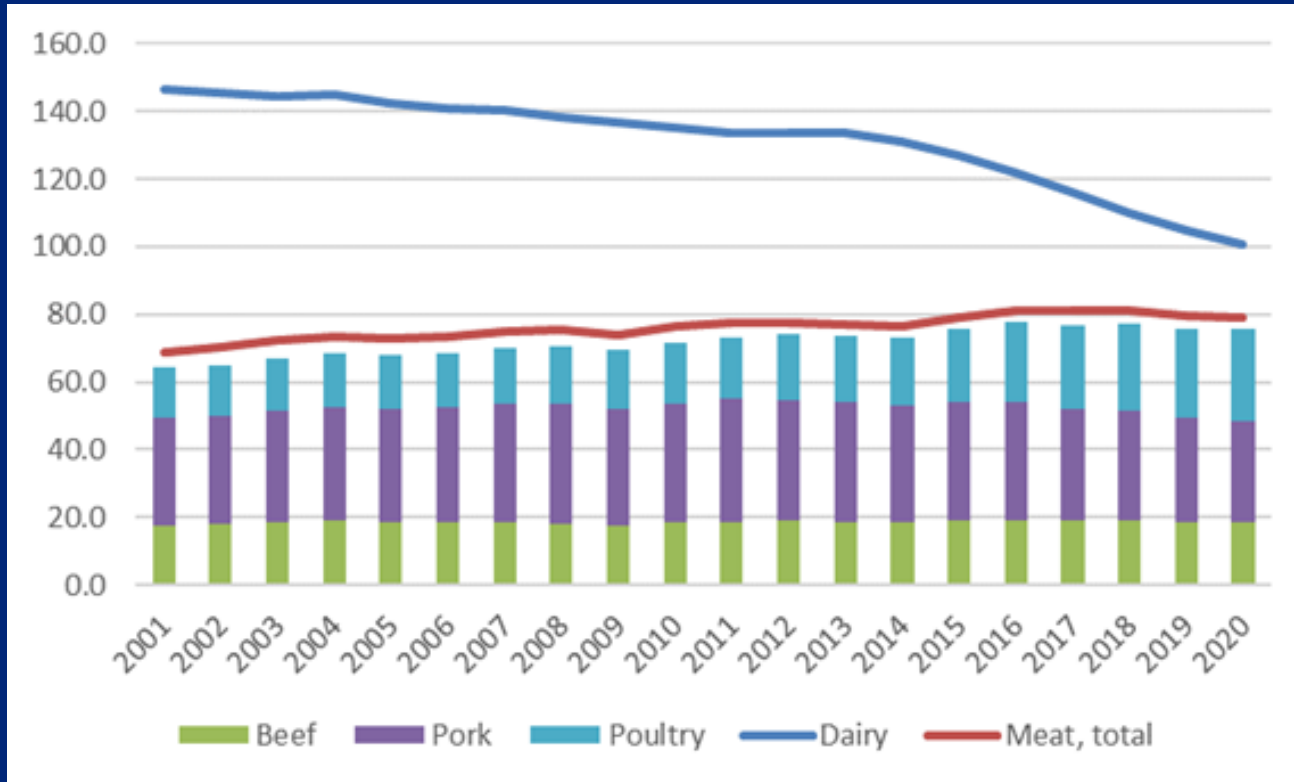




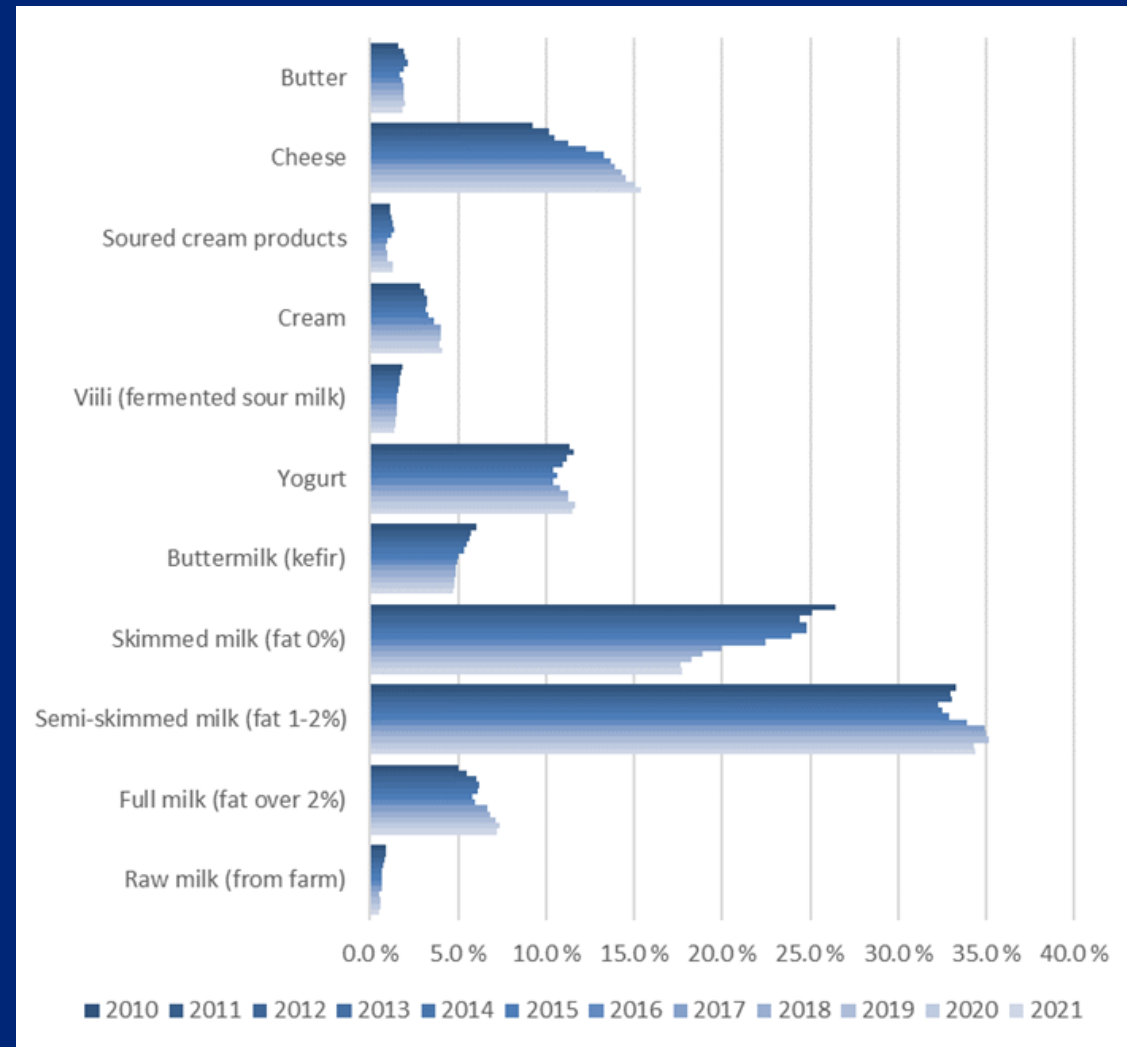
# Lihan kulutus maailmanlaajuisesti



# Lihan ja maitotuotteiden kulutus Suomessa



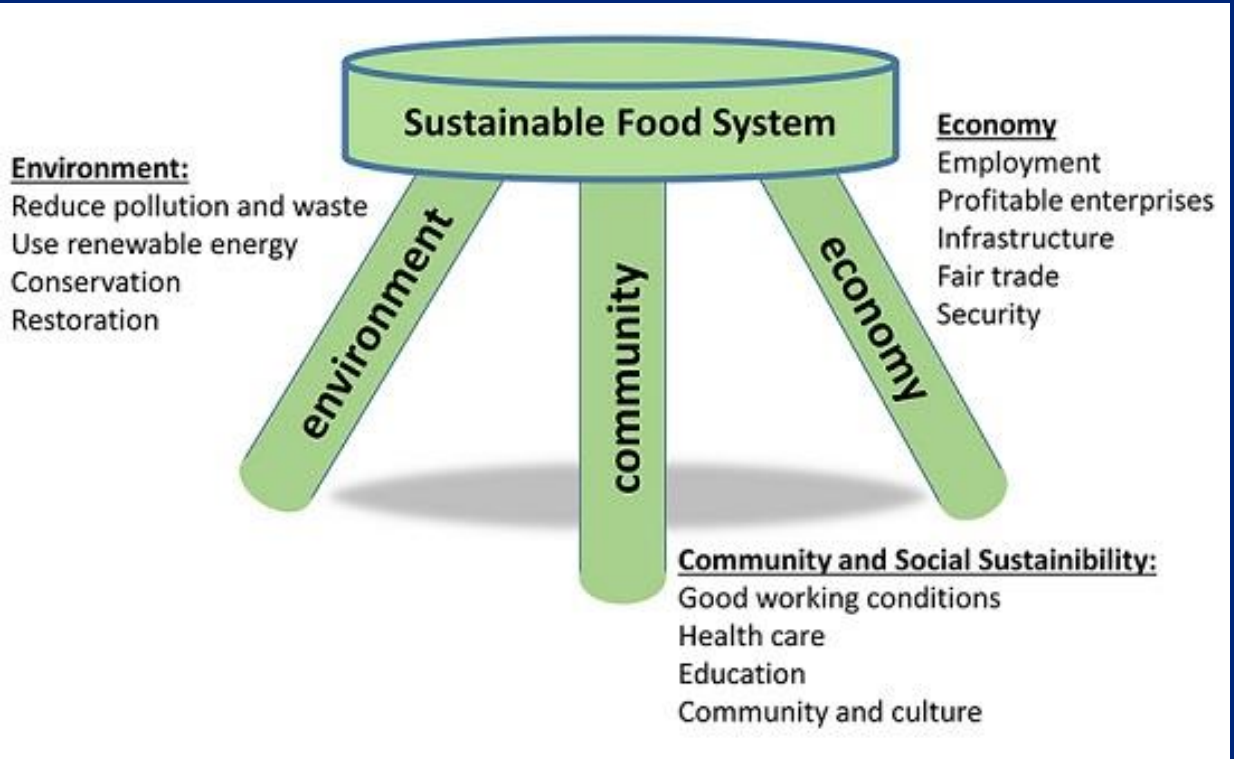
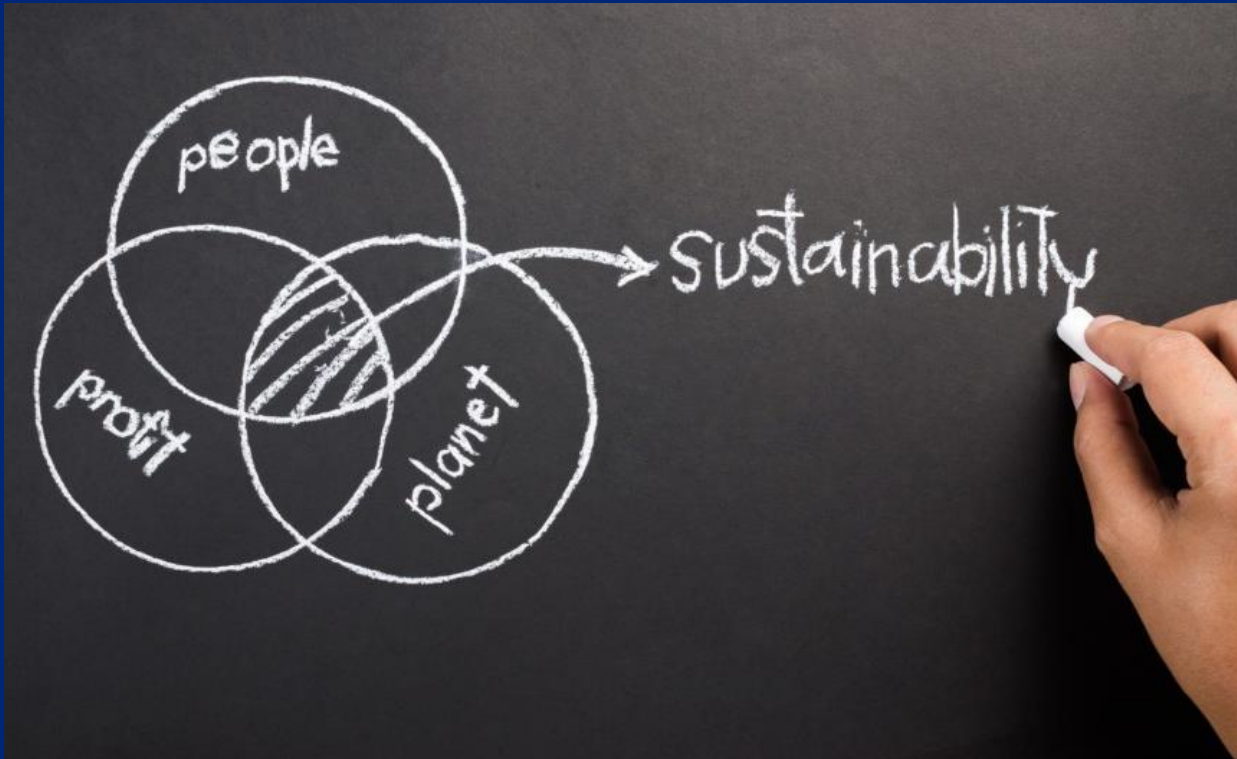
Lihan ja maitotuotteiden kulutus Suomessa, kg/v/hlö, Hietala 2023, Luke 2022



Maitotuotteiden vuotuinen kulutus osuuksina maitotuotteiden kokonaiskulutuksesta Suomessa. Hietala, 2023 / Luke, 2022

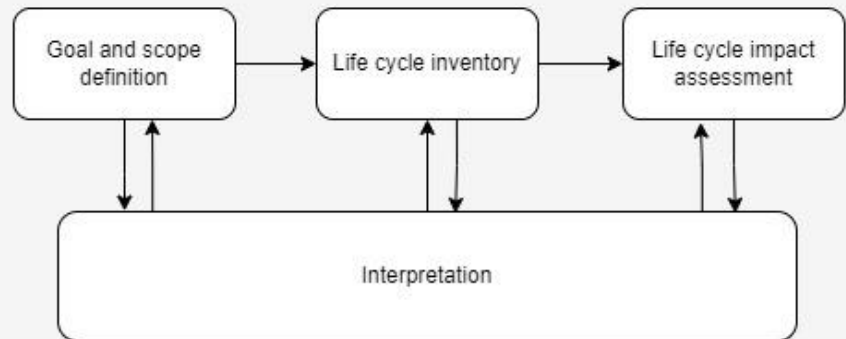
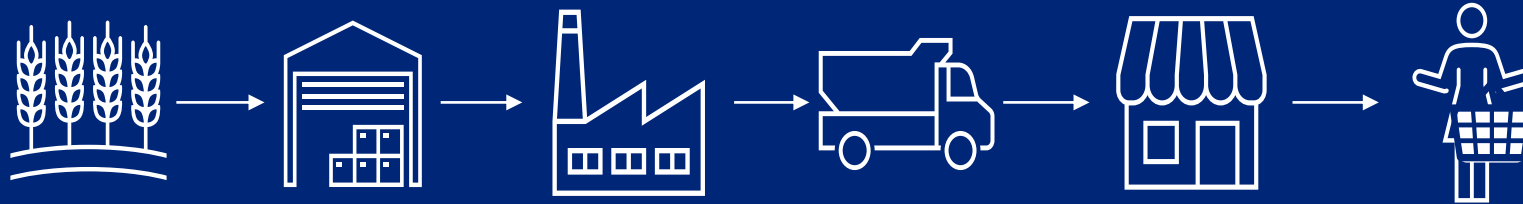
# Kestävyyssarviointi

(Sustainability assessment)



# Ympäristövaikutuksien elinkaariarviointi

(Life cycle assessment, LCA)



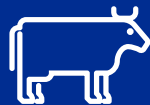
- ISO 14040 standardi
- Tuoteketjutarkastelu: kaikki arvioitavan tuotteen tuotantoon liittyvät prosessit, raaka-aineet/panokset sisällytetään ja suhteutetaan saaduille tuotteille
- Määritetään arvioinnin tavoitteet ja sovellutukset – mitä arvioidaan, miksi arvioidaan, kenelle ja mihin tarkoitukseen tulokset on tarkoitettu käytettäväksi?
- Järjestelmärajaus – eli mitä asioita tuotteen tuotantoketjusta on olennaista sisällyttää laskentaan – määritetään tarkoituksen ja tavoitteiden pohjalta
- Maataloustuotteille usein ns. kehdosta tilan portille
- Toiminnallinen yksikkö on elinkaariarvioinnissa yksikkö johon suhteutettuna arviointi tehdään, esim. 1 kg kuivattua viljaa.
- Lihan osalta käytetään useimmin esim. teuras-kg/ruho-kg tai esim. kg luutonta lihaa toiminnallisena yksikkönä

# Elinkaariarviointitutkimuksia kotimaisesta eläintuotannosta

## SOLID EU-hanke 2011-2015:

*Carbon footprints of organic dairying, Hietala ym. 2015*

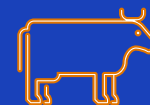
34 maitotilaa, 6 maata (UK, DK, FI, AT, IT BE)  
Ilmastovaikutuksen arviointi luomumaidolle



## FOOTPRINTBEEF-hanke 2014-2017:

*Environmental life cycle assessment of Finnish beef,  
Hietala ym. 2021*

Keskimääräinen suomalainen naudanlihantuotanto  
Ilmastovaikutus, rehevöittävä ja happamoittava vaikutus



## SBYM-hanke 2018-2021:

*Environmental life cycle assessment of  
Finnish broiler chicken, Usva ym. 2023*



Keskimääräinen suomalainen tuotanto, Euroopan komission PEFCR –menetelmä  
Ilmastovaikutus ja vesiniukkuusvaikutus

## SBYM-hanke 2018-2021

*Environmental impact assessment of  
Finnish feed crop production, Hietala ym.  
2022*



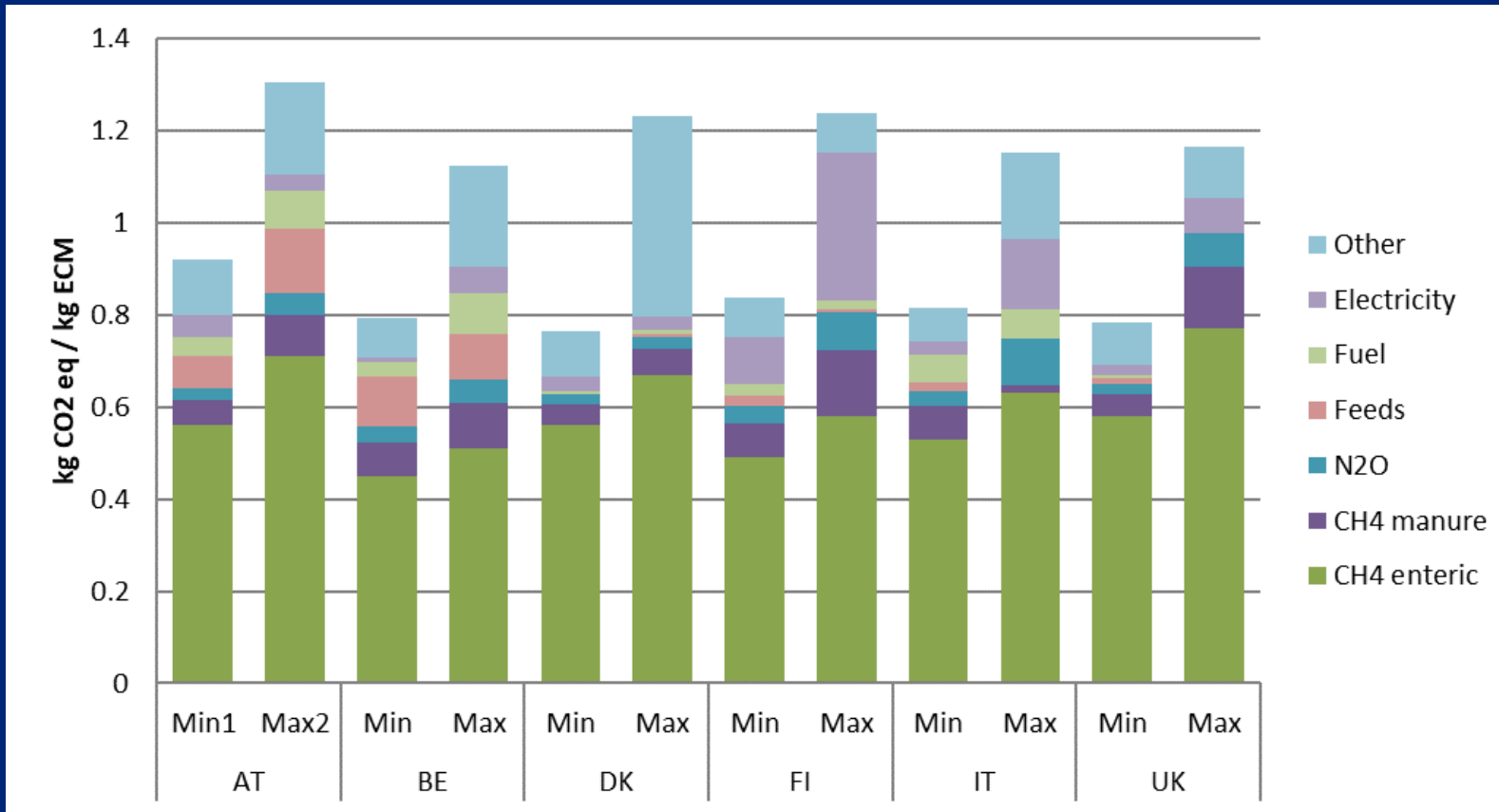
## SBYM-hanke 2018-2021:

*Environmental sustainability of  
Finnish pork production, Hietala ym. 2023*



# Tulokset: Luomumaito

Ilmastovaikutus, kg CO<sub>2</sub> ekv per maitokilo



Kuva: mukailen Hietala ym. 2015



Kuva: Terhi Mentiö, Luke



# Tulokset: Naudanliha

Keskimääräisen suomalaisen naudanlihan ilmastovaikutus oli IPCC:n menetelmiä käyttäen

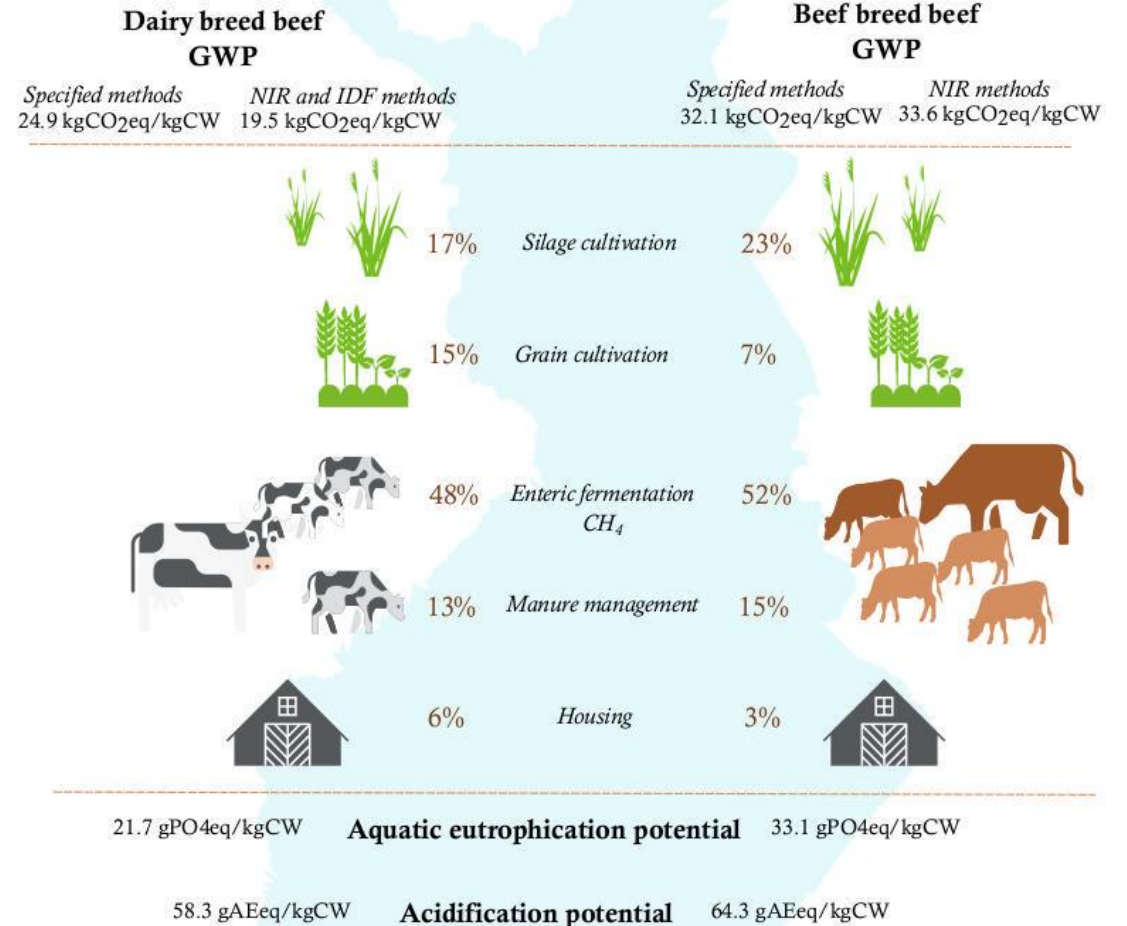
- noin 22 hiilidioksidiekvivalenttikiloa

Vaihtoehtoisilla, suomalaisiin olosuhteisiin soveltuvilla menetelmillä

- noin 26 hiilidioksidiekvivalenttikiloa per teuraskilo.

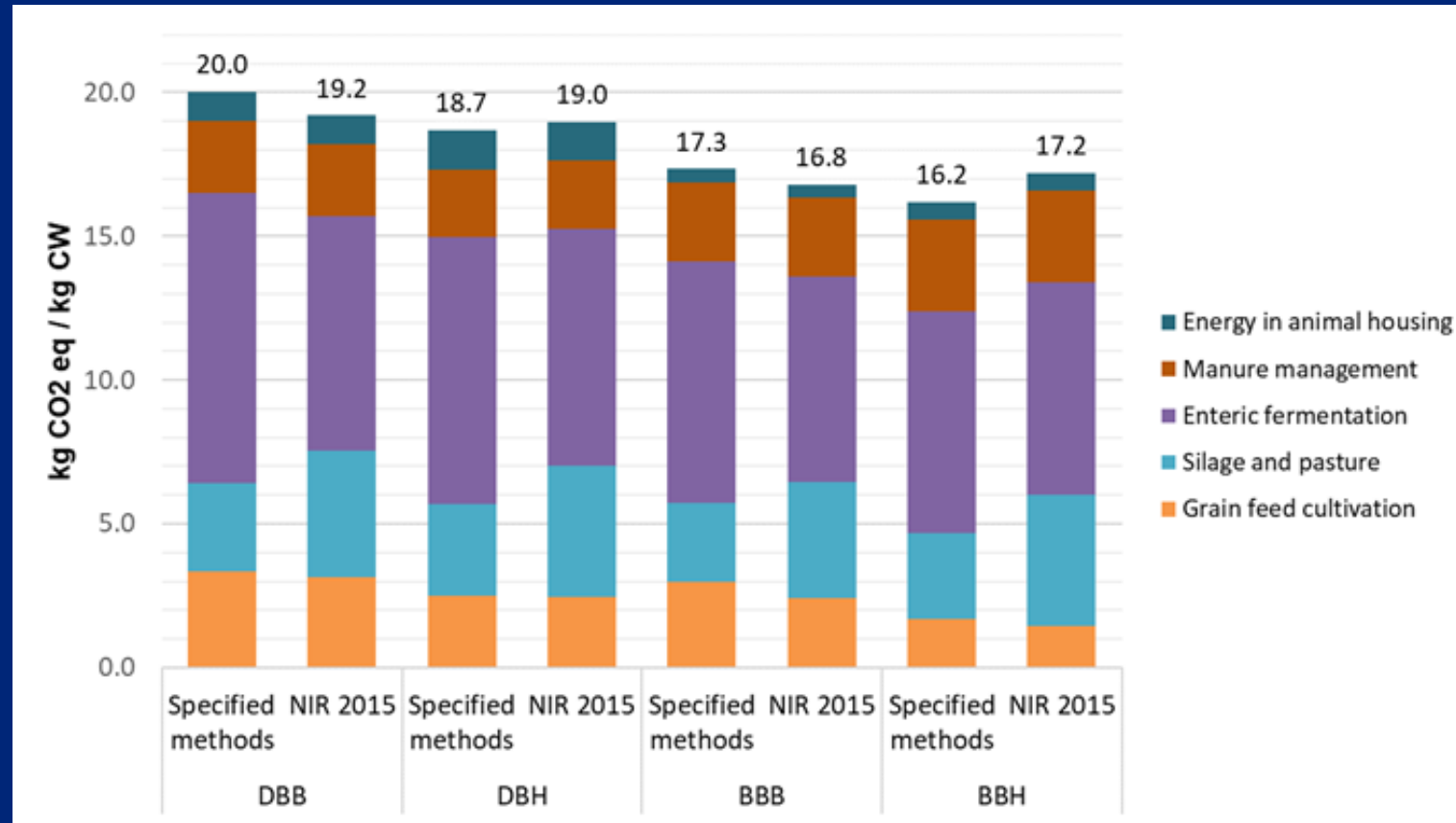
Ero johtui valittujen menetelmien eroista ennustaa ruoansulatuksen metaania ja peltoviljelyn dityppioksidia

IPCC:n menetelmä arvioi ruoansulatuksen metaanipäästön pienemmäksi ja rehukasvien viljelystä aiheutuvan dityppioksidipäästön suuremmaksi.

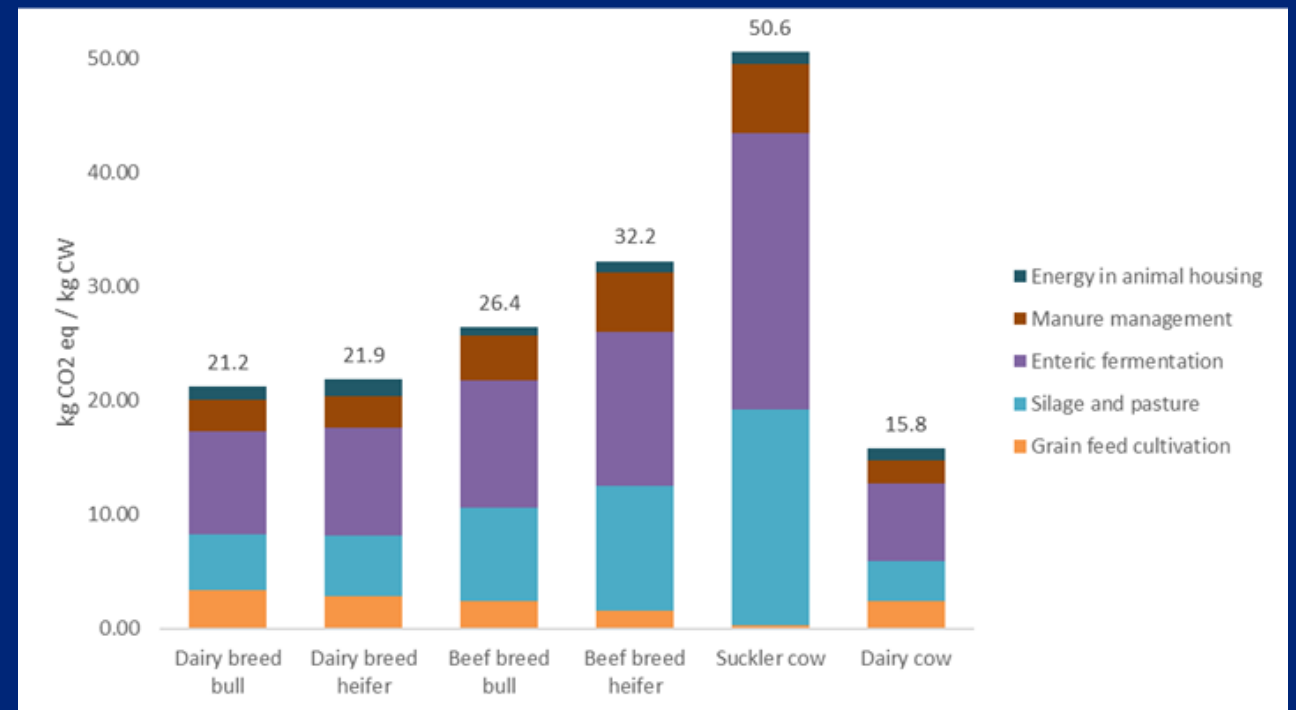
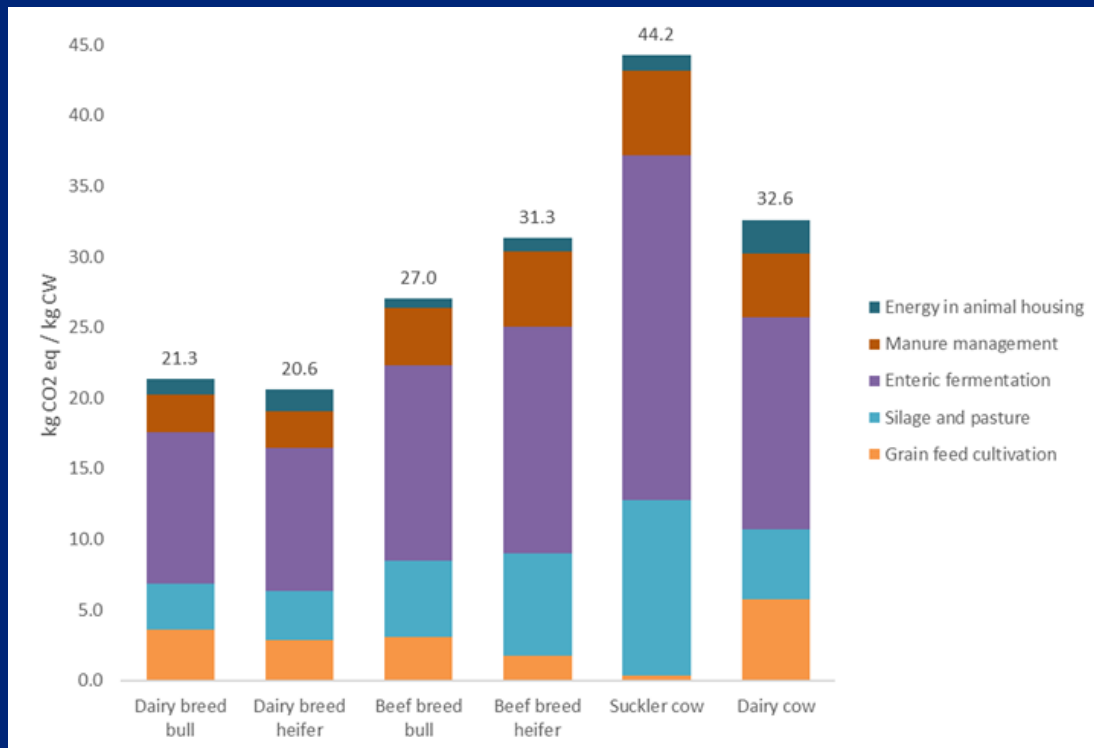


Hietala, Sanna, et al. "Environmental life cycle assessment of Finnish beef—cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production." *Agricultural Systems* 194 (2021): 103250.

# Tulokset: Kasvatusvaiheen hiilijalanjälki per teuraskilo – hiehot ja sonnit, liharotu ja maitorotu erikseen

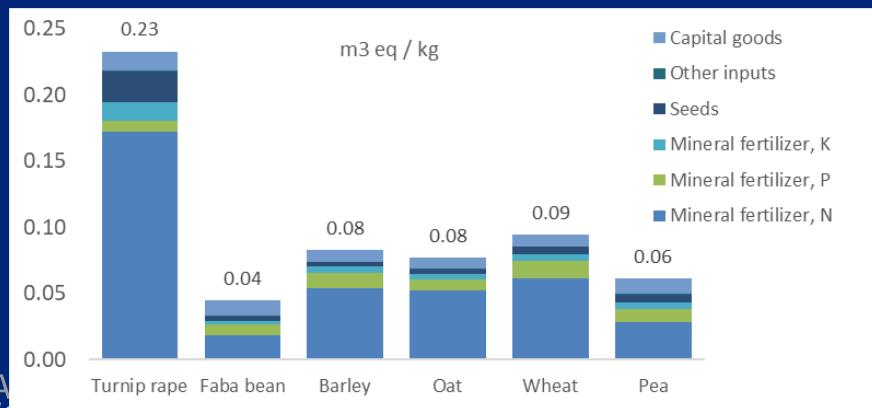
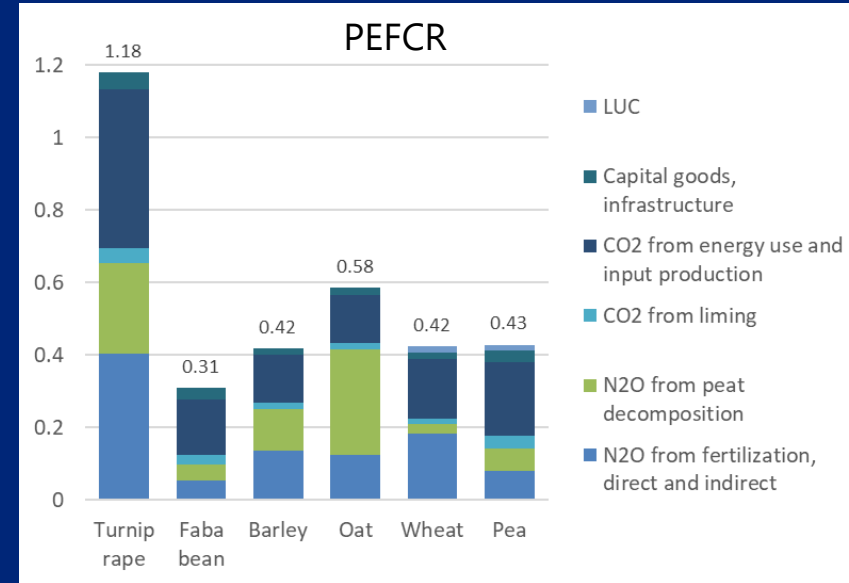
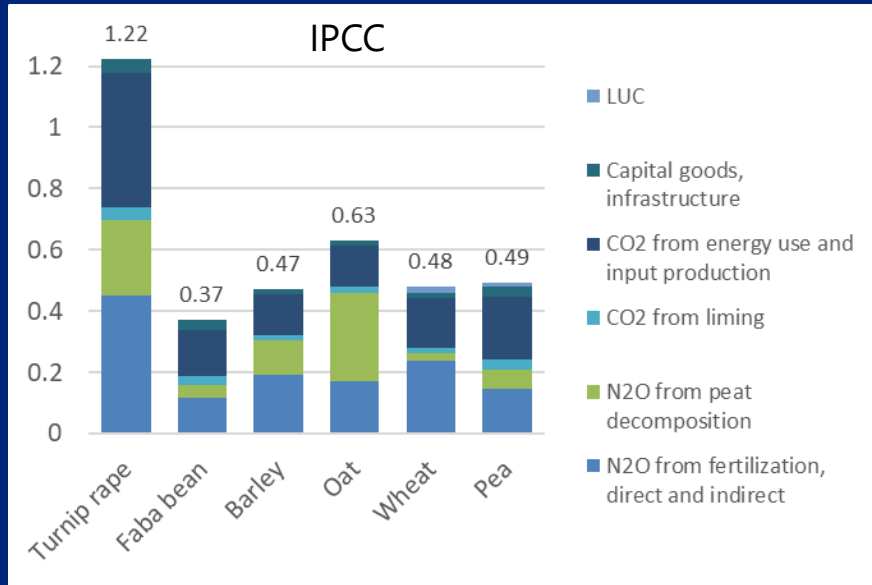


# Tulokset: Maito- ja liharotuinen naudanniha, eri nautatyypeistä erikseen, kaksi eri menetelmää



# Tulokset: Rehukasvit, ilmasto- ja vesiniukkuusvaikutus

Ilmastovaikutus, kg CO<sub>2</sub> ekv per rehukilo

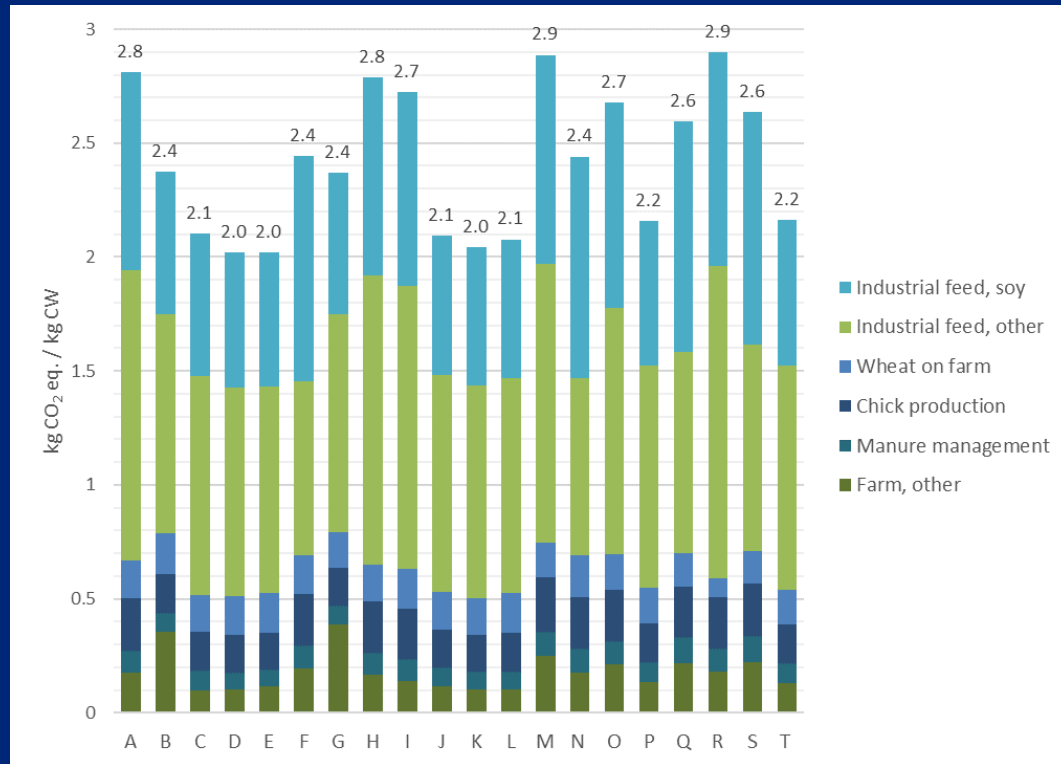


Vesiniukkuusvaikutus, m<sup>3</sup> ekv per rehukilo



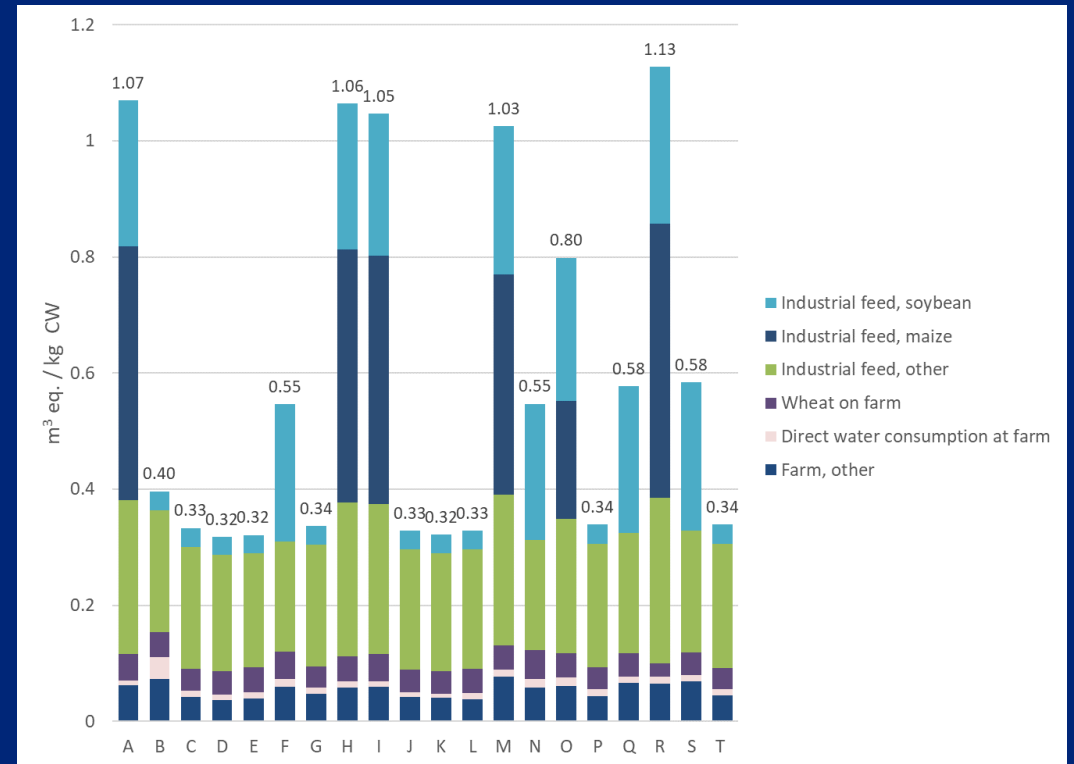
# Tulokset: Broileri

Ilmastovaikutus, per teuraskilo



Broilertuotantotilat A-T

Vesiniukkuusvaikutus, per teuraskilo



Broilertuotantotilat A-T

# Suomalaisen broilerinlihan ilmasto- ja vesiniukkuusvaikutus - yhteenveto

Ilmastovaikutus 2,4 kg CO<sub>2</sub>eq/teuras-kg sisältäen maankäytön muutoksen vaikutuksen, ilman maankäytön muutosta 1,8 kg CO<sub>2</sub>eq/teuras-kg

Vesiniukkuusvaikutus 0,55 m<sup>3</sup> ekv (AWARE) / teuras-kg

Rehuketjulla suurin merkitys, 73 / 79 % ilmasto- ja 82 % vesiniukkuusvaikutuksista

Maankäytön muutoksen kautta tuleva ilmastovaikutus on seurausta erityisesti soijan käytöstä rehuissa

Vesiniukkuusvaikutus vaihtelee tilojen välillä johtuen pääasiassa eri rehuraaka-aineista: erityisen kuormittava vesiniukkuuden suhteen oli tässä aineistossa jonkun verran käytetty maissi. Maissin käyttö rehuseoksissa oli tilapäistä.

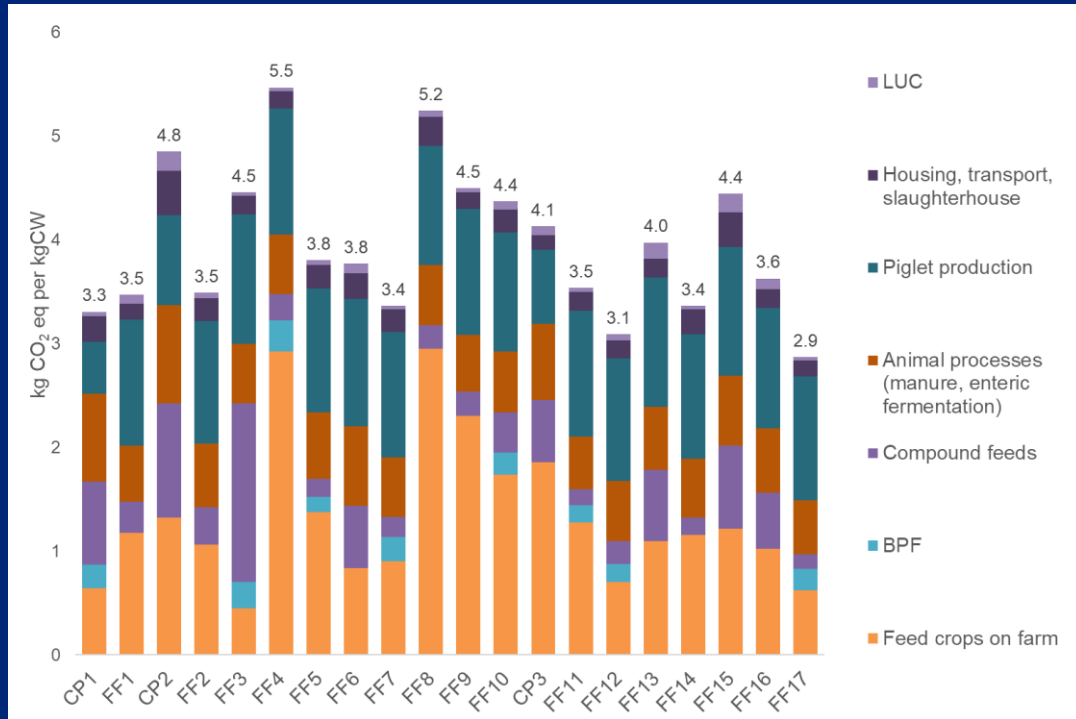
Broileritilojen muiden toimintojen, erityisesti panosten käytöllä on jonkin verran merkitystä molemmissa vaikutusluokissa.

# Suomalaisen broilerituotannon kehittämiskohteet ja vahvuudet

- Maankäytön muutoksesta aiheutuvan ilmastovaikutuksen hillitsemiseksi on syytä harkita **soijan korvaamista** muilla valkuaislähteillä, mutta kuitenkin huolehtien samalla mm. rehuhyötysuhteesta
- Vesiniukkuusvaikutuksen pitämiseksi matalalla on **huomio kiinnitettävä teollisten rehujen raaka-aineisiin**. Maissin käyttö rehuissa oli tilapäistä, mutta silti sillä oli suuri merkitys. Raaka-aineiden valinta niiden alkuperä huomioiden on ensiarvoisen tärkeää.
- Broilerinlihan **tuotanto on vahvasti ohjattua ja optimoitua**, mikä parantaa ympäristösuorituskykyä
- **Uusiutuvien lämmityspolttoaineiden** käyttö tiloilla pienentää tiloilla syntyvää ilmastovaikutusta

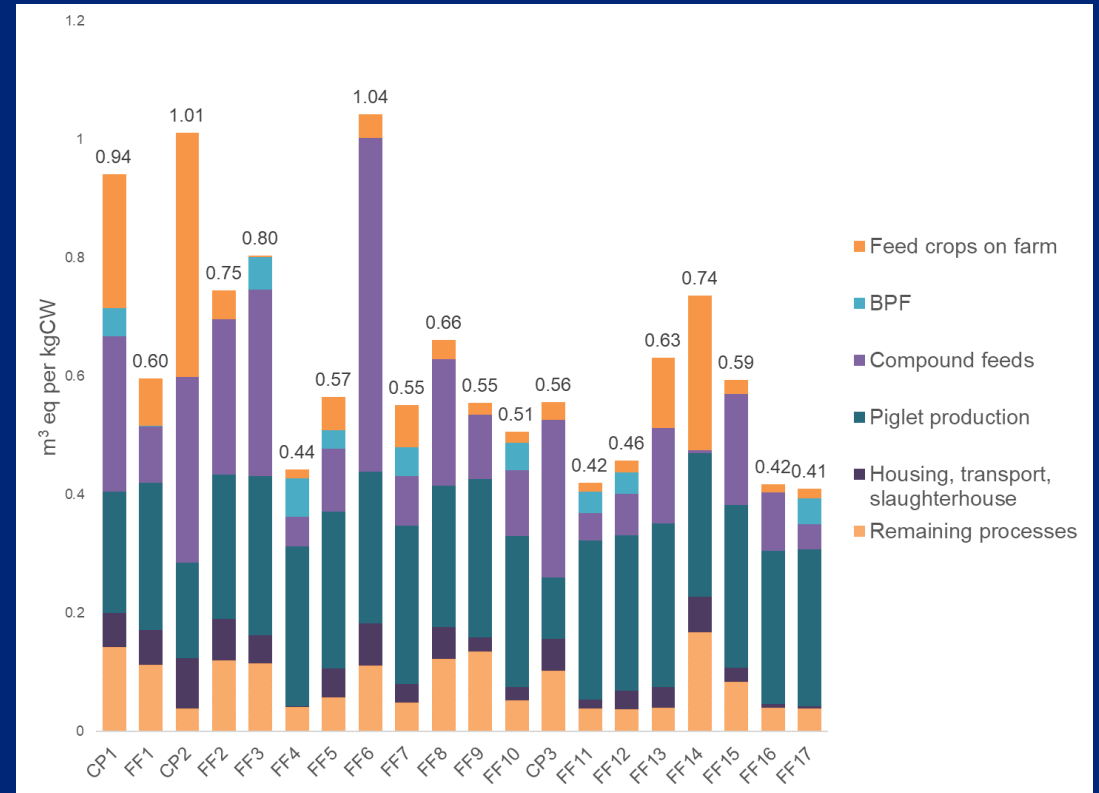
# Tulokset: Sianliha

Ilmastovaikutus, per teuraskilo



*Lihaskatilat*

Vesiniukkuusvaikutus, per teuraskilo



*Lihaskatilat*



# Suomalaisen sianlihan ilmasto- ja vesiniukkuusvaikutus

Ilmastovaikutus keskimäärin 3,5 kg CO<sub>2</sub> ekv / teuras-kg sisältäen maankäytön muutoksen vaikutuksen, ilman maankäytön muutosta 3,4 kg CO<sub>2</sub>ekv / teuras-kg

Vesiniukkuusvaikutus 0,7 m<sup>3</sup> ekv (AWARE) / teuras-kg

Ilmastovaikutuksen osalta suurin merkitys on kotimaisten rehukasvien tuotannossa, tilojen oma viljely, hankitut rehukasvit ja teolliset rehut muodostivat 40 % vaikutuksesta.

Tilojen välillä erot rehukasvien osalta muodostuivat rehukoostumuseroista, panoskäytön tehokkuudesta sekä orgaanisten viljelymaiden osuudesta

Rehut nousevat myös vesiniukkuusvaikutuksen osalta merkittävimmäksi, porsastuotannon ohella (41 % ja 38 %).

Vesiniukkuuteen merkittävimmin vaikuttavat ulkomaiset raaka-aineet teollisissa valmisteissa. Myös porsastuotannon olennaisin vesiniukkuustekijä on teolliset rehuvalmisteet ja niiden raaka-aineiden tuotantoon liittyvät tuotantopanokset ja kastelu

Vesiniukkuusvaikutus vaihtelee tilojen välillä eri valmisteiden rehuraaka-aineista johtuen.

# Suomalaisen sianlihatuotannon kehittämiskohteet ja vahvuudet

- **Kotimaisten rehukasvien tuotannon kehittäminen.** Valtaosa päästöistä syntyy kotimaisesta tuotannosta, myös niiden osuus ruokinnassa on merkittävä
- Rehuvalmisteista kuitenkin **yhä soijan vaikutukset** nousevat esille
- **Lannan käsittelyn ja varastoinnin** kehittäminen päästöjen pienentämiseksi
- Arvioinnin tarkentamiseksi **porsastuotannon ja yhdistelmätuotannon aineiston lisääminen** sekä OVR-liemen ja ohrarehun **allokoinnin** kehittäminen
  
- Sianlihatuotanto pystyy hyvin jo nykyisellään hyödyntämään elintarviketeollisuuden **sivuvirtoja, kuten OVR-liemi, mäski ja hera.** Näiden käyttö valkuaislähteenä on jo parantanut tuotannon ympäristökilpailukykyä
- Osalla tiloista on jo käytössä **biokaasulaitoksia** lannan päästöjen vähentämiseksi ja energian hyödyntämiseen. Useilla tiloilla on **omaa aurinko- tai tuulivoimaa.**

# Naudanlihan tuotanto, ruokinnan optimointi

Rekina-hankkeessa selvitetiin erilaisten ruokintojen vaikutusta naudanlihan ympäristövaikutuksiin

Ruokintakokeessa testattiin tyypillinen ruokinta (60% säilörehunurmea), vähäinen väkirehuruokinta (85% säilörehunurmea) ja ei-väkirehua (68% säilörehunurmea ja 30% kokoviljasäilörehua)

Ilmastovaikutus oli:

19.1 kg CO<sub>2</sub> eq / kg tuotettua lihaa 60% SR-pitoisuudella

20.7 kg CO<sub>2</sub> eq / kg tuotettua lihaa 85% SR-pitoisuudella

25.9 kg CO<sub>2</sub> eq / kg tuotettua lihaa 68%/30% SR/kokovilja-pitoisuudella

Havaittiin, että sr-pitoisuuden lisääminen hidasti kasvua ja eläimistä syntyvät päästöt kasvoivat. Vaikka päästö viljelystä pieni, kuiva-ainesyönti kasvoi suhteessa tuotetun lihan määrään. Vertailussa parhaiten menestyi nykyinen tyypillinen ruokinta.

Vertailuun ei sisällytetty maaperäpäästöjä, tai nieluja.

## Effects of silage-based feeding strategies on performance and environmental impacts of finishing beef bull

Katarina Manni, Sanna Hietala, Juha Hyvönen, Ilkka Leinonen & Arto Huuskonen  
/ Natural Resources Institute Finland

### Introduction

**Keywords:** beef production, eutrophication potential, greenhouse gas emission, growth performance

Grass silage (GS) is a basic component of many beef production systems worldwide, particularly in countries with a temperate climate such as in Northern Europe. In cattle feeding, the conventional method of overcoming the deficiencies in energy and nutrient supply from silage is to supplement the feed with concentrates, typically with cereal grains.

**The first objective of this experiment was to study feed intake, gain and carcass traits of finishing beef bulls with three different GS-based feedings.**  
**The second objective was to evaluate the effects of different feeding strategies on greenhouse gas emissions and eutrophication and acidification potentials.**

### Material and methods

Beef breed bulls (n=105) were allotted to pens for five animals which were then randomly allotted to three feeding treatments (seven pens and 35 bulls per feeding treatment). The three experimental diets included different proportions of forages and concentrates. The GS supplemented with "moderate concentrate feeding" (MC) represented a typical current diet of finishing bulls in Finland and included GS (600 g/kg dry matter), barley grain (385) and mineral-vitamin mixture (15). The "low concentrate feeding" (LC) included GS (850 g/kg dry matter), barley grain (135) and mineral-vitamin mixture (15). The "no concentrate feeding" (NC) included GS (685 g/kg dry matter), whole crop barley silage (300) and mineral-vitamin mixture (15). The GS was prepared from a timothy (*Phleum pratense*) sward.

The bulls were fed total mixed ration ad lib. A GrowSafe system was used to record individual daily feed intakes. The targeted slaughter age was 480 d for all three feeding treatments, and the slaughter age was used as the endpoint of the study. Linear mixed models were used for analysing the animal experiment. Environmental impacts of the different feeding treatments were estimated using life cycle assessment approach with key impact categories; carbon footprint and eutrophication and acidification potentials.

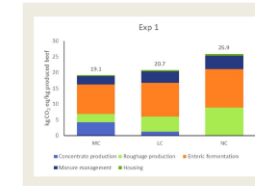


Fig. 1. Carbon footprint (kg CO<sub>2</sub> eq/kg of produced beef) of the bulls fed with three different total mixed rations in experiment 1 and 2.

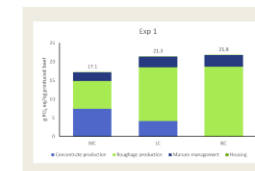


Fig. 2. Eutrophying emissions (g PO<sub>4</sub> eq/kg of produced beef) of the bulls fed with three different total mixed rations in experiment 1 and 2.

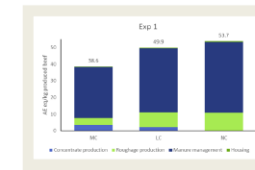


Fig. 3. Acidifying emissions (AE eq/kg of produced beef) of the bulls fed with three different total mixed rations in experiment 1 and 2.

**The results indicated that improving feed efficiency of the animals and increasing growth performance are efficient ways to reduce emissions per kilogram of produced beef.**

### Results

Feeding treatments had no significant effects on feed intake. However, clear differences in growth performances were observed. The MC bulls had 22 and 52% higher live weight gain (LWG) and 26 and 60% higher carcass gain compared to the LC and NC bulls, respectively (P<0.001). Furthermore, the LC bulls had 25 and 28% higher LWG and carcass gain, respectively, compared to the NC bulls (P<0.001). The MC bulls had 9 and 20% higher carcass weight and 2 and 4% higher dressing proportion compared to the LC and NC bulls, respectively (P<0.001). Furthermore, the LC bulls had 10 and 2% higher carcass weight and dressing proportion, respectively, compared to the NC bulls (P<0.001).

The carbon footprint was 19.1 kg CO<sub>2</sub> eq / kg of produced meat during the feeding experiment with MC feeding, 20.7 kg with LC feeding and 25.9 kg with NC feeding (Fig. 1). Eutrophication potentials were 17.1, 21.3 and 21.8 g PO<sub>4</sub> eq / kg of produced meat (Fig. 2) and acidifying potential 38.6, 49.9 and 53.7 g AE eq / kg of produced meat (Fig. 3), respectively for MC, LC and NC treatments.

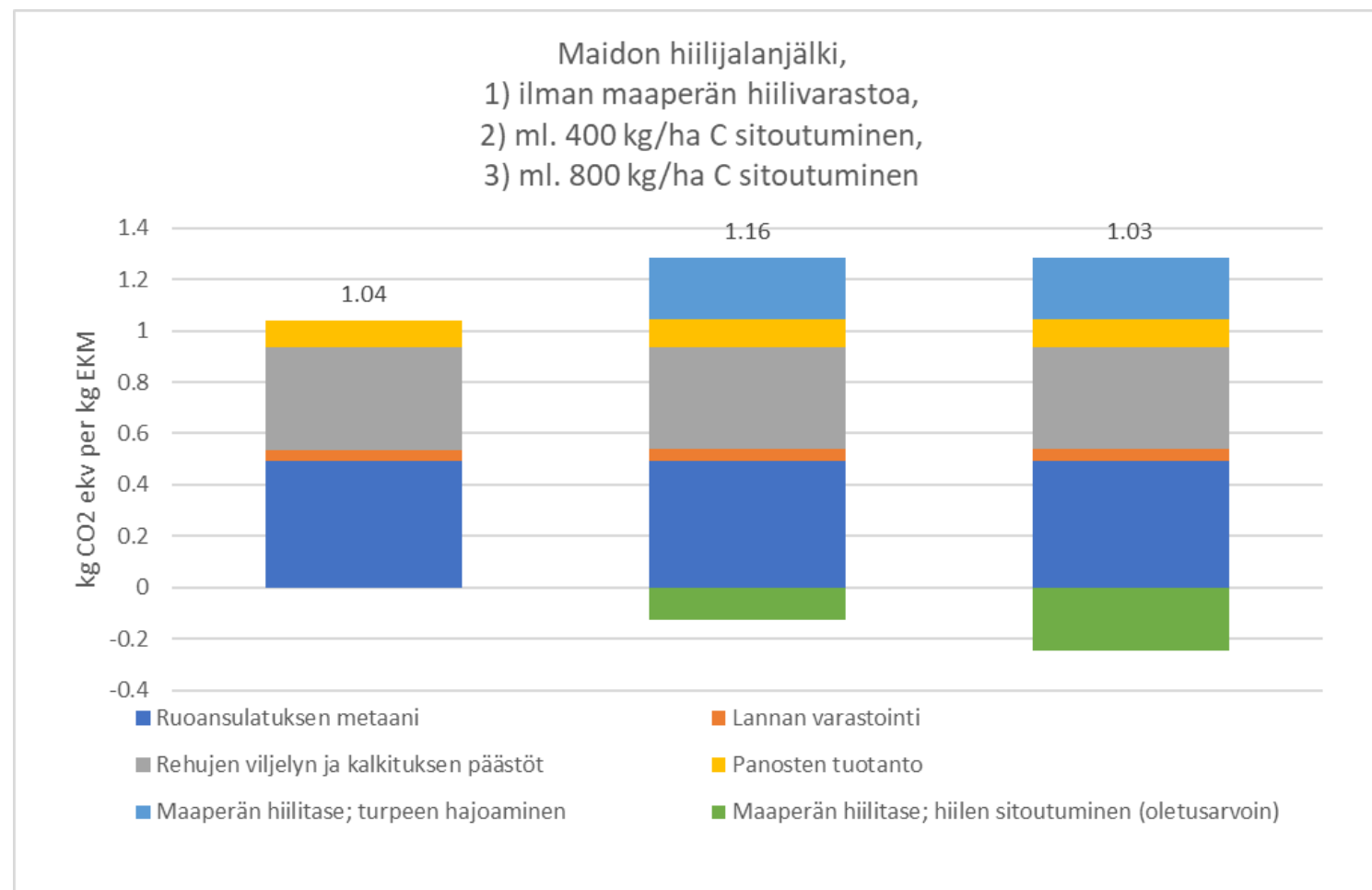
Increasing the silage proportion in the diet led to the impaired LWG and carcass gain as well as impaired feed conversion of the bulls. The overall carbon footprint to produce one slaughter animal was the lowest for NC in Exp 1, but as the growth during the experiment remained low in relation to increased emissions from enteric fermentation, manure storage and silage cultivation, NC resulted in elevated impact for 1 kg of produced beef. Also, LC resulted in elevated emissions per 1 kg produced beef. The best performing treatment was MC, with lowest environmental burden per 1 kg beef. However, the carbon stock change from soil was not accounted, which could benefit the more silage based feeding.

The differences in the environmental impacts between different diets were largely caused by the differences in feed DM conversion into the final product, beef. In the case of LC and especially NC, a higher amount of feed was needed to produce the same amount of beef compared to the MC diet.

# Maidon tuotannon ilmasto-vaikutus, hiilivaraston vaikutus

## Tiloilla:

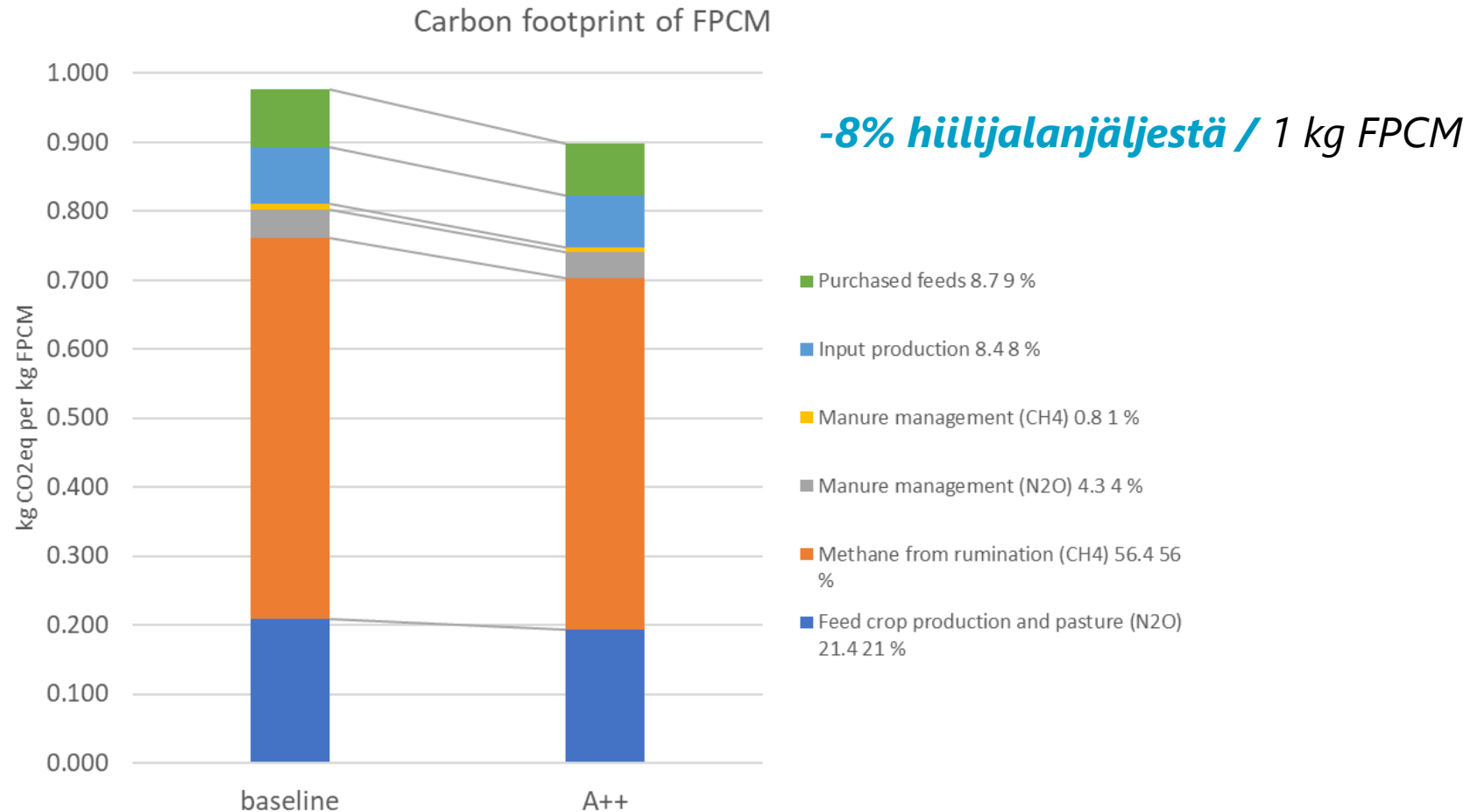
- Turvemaiden osuus n. 14 %
- Ruokinta koostui enimmäkseen nurmista, sekä viljoista
- Maidon keskituotos n. 10t



Lähde: Hietala, S., Rimhanen, K., Kekkonen, H., Hakala, T. & Astatsev, A. 2022.  
Hiilivaraston muutokset tuotteiden elinkaariarviointiin kannustaisi tiloja ilmastotoimiin.  
Käytännön maamies 4/2022: 42-45.



# Maidon ilmastovaikutus, rehujen hyödyntämisen parantaminen jalostuksella (A++ -hanke)



# Viljelykierrot elinkaariarvioinnissa

- ProAgrian aineisto 2015-2021
- Vertailussa
  - Esikasvina 1-v. palkokasvi
  - Esikasvina muu kasvi
- Vaikuttiko palkokasvi esikasvina satotasoihin?
- Vaikuttiko lannoituskäyttöön?
- Satoon kyllä, +7% (merkitsevä), ei vaikutusta keskimääräiseen N-lannoitusmäärään (ei-merkitsevä), kasvilajien välillä on eroja

## Viljan esikasvina palkokasvi

### Sato, kg/ha

Kasvi-ryhmä	N	Keski-arvo	Std Dev
Vehnät	350	<b>4556</b>	1821
Ohrat	153	<b>4514</b>	1404
Kaurat	54	<b>4551</b>	1404

### N-lannoitus, kg/ha

Kasvi-ryhmä	N	Keski-arvo	Std Dev
Vehnät	350	<b>131.9</b>	38.20
Ohrat	153	<b>108.4</b>	24.35
Kaurat	54	<b>91.9</b>	22.38

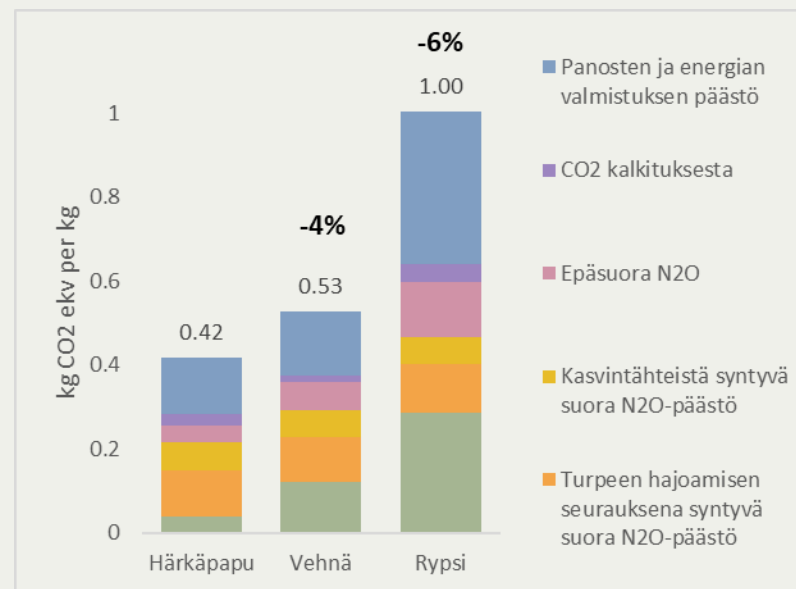
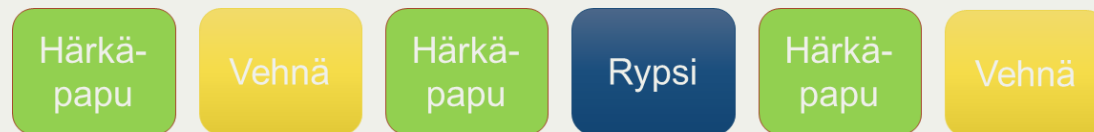
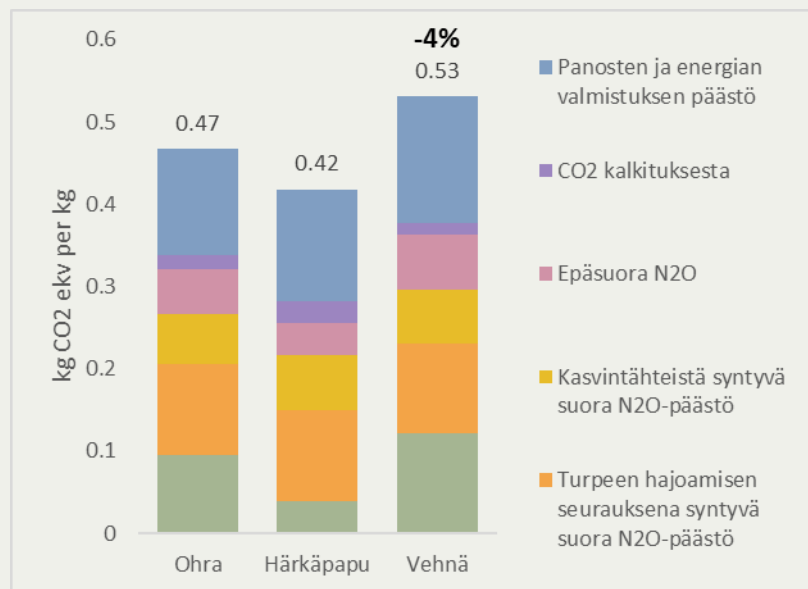
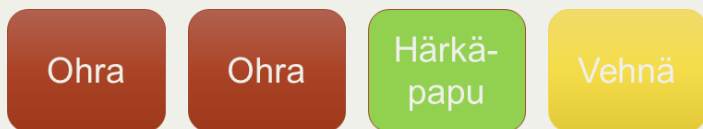
## Viljan esikasvina muu

Kasvi-ryhmä	N	Keski-arvo	Std Dev
Vehnät	7275	<b>4218</b>	1358
Ohrat	9285	<b>4119</b>	1184
Kaurat	5495	<b>3938</b>	1084

Kasvi-ryhmä	N	Keski-arvo	Std Dev
Vehnät	7275	<b>121.7</b>	28.55
Ohrat	9285	<b>91.0</b>	22.03
Kaurat	5495	<b>83.3</b>	24.16

# Miten palkokasvi vaikuttaa viljelykierrossa hiilijalanjälkeen?

- Oletus: viljelijä panostaa sadon varmistamiseen, jolloin lannoitus kuten tyypillisessä, satotaso +7% (alustavan lohkotarkastelun perusteella)



# Kiitokset

## Tutkijaryhmä eri hankkeista

Hannele Heusala, Luke  
John E. Hermansen, Aarhus Uni  
Arto Huuskonen, Luke  
Juha Hyvönen, Luke  
Marja Jallinoja, Luke  
Kirsi Järvenranta, Luke  
Juha-Matti Katajajuuri, Luke  
Kaisa Kuoppala, Luke  
Sirpa Kurppa, Luke  
Martin Lidauer, Luke  
Ilkka Leinonen, Luke  
Katariina Manni, Luke  
Terhi Mehtiö, Luke  
Jouni Nousiainen, Luke  
Susanne Padel, Organic Research Center  
Laurence Smith, Reading Uni  
Marie Trydeman-Knudsen, Aarhus Uni  
Kirsi Usva, Luke  
Marja-Liisa Vieraankivi, Luke  
Perttu Virkajärvi, Luke  
Virpi Vorne, Luke

## Rahoittajat

EU FP7 / SOLID-Sustainable Organic and Low Input Dairying)  
Green Growth - Towards a Sustainable Future -programme of  
the Finnish Funding Agency for Innovation (Tekes)  
Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvosto,  
Leg4Life hanke (2019–2025)  
Makera  
MTK  
A-Rehu Oy  
HKScan Finland Ltd  
Raisioagro  
Yara Finland